Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Państwowa służba geologiczna
Państwowa służba hydrologiczna

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 „RYKI”

Opracował:
Zespół pod kierunkiem
dr hab. Magdaleny SIKORSKIEJ-JAWOROWSKIEJ, prof. PIG–PIB

Sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Koordynator zadania:
dr Krystian WÓJCIK

Warszawa, listopad 2017 r.

Skład zespołu

dr hab. Magdalena SIKORSKA-JAWOROWSKA– kierownik zespołu

dr Anna BECKER
mgr inż. Anna BLIŹNIUK
mgr Dariusz BRZEZIŃSKI
mgr Martyna CZAPIGO-CZAPLA
mgr Witold DYMOWSKI
mgr inż. Ireneusz DYRKA
mgr inż. Joanna FABIAŃCZYK
dr Anna FELDMAN-OLSZEWSKA
mgr Anna GABRYŚ-GODLEWSKA
dr Izabella GROTEK
Tadeusz GRUDZIEŃ
dr Marek JASIONOWSKI
mgr inż. Dominika KAFARA
mgr inż. Sylwia KIJEWSKA
dr Ewa KLIMUSZKO
dr Aleksandra KOZŁOWSKA
dr Olimpia KOZŁOWSKA
dr Leszek KRZEMIŃSKI
mgr inż. Rafał LASKOWICZ
dr Krzysztof LESZCZYŃSKI
mgr Mirosław MUSIATEWICZ
prof. dr hab. Marek NARKIEWICZ
dr Zdzisław PETECKI
mgr inż. Michał ROMAN
dr inż. Olga ROSOWIECKA
mgr Katarzyna SOBIEŃ
mgr Jakub SOKOŁOWSKI
dr Krystyna WOŁKOWICZ
dr Krystian WÓJCIK
mgr Urszula WYRWALSKA
dr Albin ZDANOWSKI

Pakiet danych geologicznych dla obszaru przetargowego „Ryki" 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 „Ryki" 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 „Ryki" 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 5

Marek Jasionowski, Joanna Fabiańczyk, Krystian Wójcik

1.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE 6

Anna Gabryś-Godlewska, Anna Bliźniuk, Olimpia Kozłowska

2. OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ 11

2.1. OBSZAR „RYKI" NA TLE BUDOWY GEOLOGICZNEJ BASENU LUBELSKIEGO 11

Marek Narkiewicz

2.2. DEWON 13

Marek Narkiewicz

2.3. KARBON 14

Albin Zdanowski, Aleksandra Kozłowska

2.3.1. STRATYGRAFIA I ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ 14

2.3.2. PETROGRAFIA I DIAGENEZA OSADÓW KARBOŃSKICH 17

2.3. TRIAS 22

Anna Becker

2.4. JURA 23

Anna Feldman-Olszewska

2.5. KREDA 23

Krzysztof Leszczyński

2.6. KENOZOIK 24

Magdalena Sikorska-Jaworowska

2.7. HYDROGEOLOGIA – WODY PODZIEMNE 24

Urszula Wyrwalska

3. SYSTEM NAFTOWY 27

Ireneusz Dyrka

3.1. SKAŁY MACIERZYSTE 27

3.1.1. DEWON 27

3.1.2. KARBON 28

3.2. SKAŁY ZBIORNIKOWE 30

3.3. SKAŁY USZCZELNIAJĄCE 32

3.4. SKAŁY NADKŁADU 32

3.5. WIEK I MECHANIZM UTWORZENIA PUŁAPKI 32

3.6. WIELKOŚĆ I KSZTAŁT PUŁAPKI 33

3.7. WIEK I MECHANIZM GENERACJI, MIGRACJI I AKUMULACJI WĘGLOWODORÓW 33

3.8. PARAMETRY ROPY/GAZU 35

3.9. PODSUMOWANIE 36

4. CHARAKTERYSTYKA ZŁÓŻ WĘGLOWODORÓW NA OBSZARZE PRZETARGOWYM I W JEGO SĄSIEDZTWIE 36

Dariusz Brzeziński, Martyna Czapigo-Czapla, Joanna Fabiańczyk, Krystyna Wołkowicz, Witold Dymowski, Krystian Wójcik

4.1. ZŁOŻE ROPY NAFTOWEJ I GAZU ZIEMNEGO GLINNIK 36

4.2 ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO I ROPY NAFTOWEJ STĘŻYCA 40

5. OTWORY WIERTNICZE ... 46
Leszek Krzemiński, Michał Roman, Jakub Sokołowski, Aleksandra Kozłowska, Ewa Klimuszko, Izabella Grotek, Krystian Wójcik
5.1. INFORMACJE OGÓLNE ... 46
5.2. ABRAMÓW 1 ... 48
5.3. ABRAMÓW 3 ... 51
5.4. BARANÓW 1 ... 51
5.5. CZERNIC 1 ... 53
5.6. CZERNIC 277-2 ... 53
5.7. DĘBLIN 2 ... 54
5.8. DĘBLIN 3 ... 55
5.9. DĘBLIN 4 ... 56
5.10. DĘBLIN 5 ... 57
5.11. DĘBLIN 6 ... 59
5.12. DĘBLIN 7 ... 60
5.13. DĘBLIN 8 ... 62
5.14. DĘBLIN 9 ... 63
5.15. DĘBLIN 10 ... 65
5.16. GNIEWOSZÓW 1K ... 68
5.17. PRZYTOCZNO IG-1 ... 70
5.18. PUŁAWY IG-3 ... 70
5.19. RYCICE 2 ... 71
5.20. STĘŻYCA 1 ... 72
5.21. STĘŻYCA 2 ... 73
5.22. STĘŻYCA 3K ... 73
5.23. STĘŻYCA 4 ... 73
5.24. STĘŻYCA 5K, 6K, 7, 8 i 9 ... 75
5.25. ŻYRZYN IG-1 ... 75

6. DANE SEJSMICZNE ... 77
Sylwia Kijewska

7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE I MAGNETYCZNE ... 82
Zdzisław Petecki, Mirosław Musiatewicz, Olga Rosowiecka
7.1. BADANIA GRAWIMETRYCZNE ... 82
7.2. BADANIA MAGNETOMETRYCZNE ... 87

8. OCENA PERSPEKTYWICZNOŚCI ... 89
Rafał Laskowicz

9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE ... 92

1. WSTĘP

1.1. INFORMACJE OGÓLNE O OBSZARZE PRZETARGOWYM

Obszar przetargowy „Ryki“ ma powierzchnię 1047,73 km^2 i obejmuje fragmenty bloków koncesyjnych na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oznaczonych numerami 276, 277, 296 i 297 (Fig. 1.1). Koordynaty geograficzne punktów załamania granic obszaru przetargowego są zdefiniowane w Tab. 1.1, a położenie tych punktów ilustruje Fig. 1.2.

Obszar przetargowy „Ryki“ sąsiaduje z obszarami koncesyjnymi na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów „Garwolin” nr 24/2007/Ł (Orlen Upstream) i „Lubartów” nr 26/2007/p (Orlen Upstream).

Pakiet danych geologicznych dla obszaru przetargowego „Ryki” dotyczy aspektów budowy geologicznej i perspektyw poszukiwawczych dla poszukiwań złóż gazu w utworach dewonu i karbonu w pułapkach konwencjonalnych oraz niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego typu *tight*.

W niniejszym opracowaniu przyjęto pisownię nazw otworów wiertniczych w wersji bez myślnika, np. Abramów 1 zamiast Abramów-1. Obie wersje są jednak spotykane w opracowaniach archiwalnych i publikacjach naukowych.

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

Numer punktu	Układ 1992	
	X	Y
1	407494,46	731105,39
2	398381,37	724478,08
3	391027,02	724815,79
4	398721,51	708533,60
5	406938,85	691560,89
6	417513,16	683035,52
7	420895,35	682945,76
8	420925,35	682944,96
9	421010,20	685294,80
10	420923,26	685271,71
11	420469,35	685725,44
12	420460,44	686189,02
13	419968,31	687320,49
14	419554,49	687716,99
15	419553,99	688409,45
16	420317,35	689664,43
17	420580,60	689659,36
18	421133,16	688618,60
19	421361,48	694639,27
20	424645,99	692342,61
21	435143,76	691942,04
22	435481,97	700604,25

→ **Fig. 1.1.** Położenie obszaru przetargowego „Ryki” 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 ZŁÓŻ:

ropy naftowej	gazu ziemnego	azotowego gazu ziemnego	
			złoża eksploatowane
			złoża nieeksploatowane
			podziemne magazyny gazu (PMG)

Magazyny

L.P.	Nr koncesji	Nazwa	Koncesjobiorca
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	Brzeźnica	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	Wierzchowice	PGNiG S.A.
11	2/2012/m	Henrykowice - E	Zakład Projektowania i Usług Technicznych - ATM Brzozowscy Spółka Jawna

Składowiska

L.P.	Nr koncesji	Nazwa	Koncesjobiorca
1	12/2003/s	Borzęcin	PGNiG S.A.
2	23/99/s	Husów - Albigowa 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 Odmetanowiania Kopalń 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 N'R'G Sp. z o.o. Przedsiębiorca: Blue Gas N'R'G Sp. z o.o.
- Grupa kapitałowa: San Leon Energy Plc Przedsiębiorcy: Energia Karpaty 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 Capitol Advisords Limited - San Leon Energy B.V. Przedsiębiorcy: Energia Zachód, Rawicz Energy

- 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

- Obszary przetargowe - Runda 2
- Obszary przetargowe - Runda 3

Nazwa obszaru 08.10.2016

Nazwa obszaru zakończony

Data publikacji zaproszenia do składania ofert w przetargu na udzielenie koncesji na poszukiwanie, rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz na wydobywanie węglowodorów ze złóż. Szczegóły dostępne na stronie BIP MŚ

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

Sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Opracowali : R. Bońda D. Siekiera M.Szuflicki

© Copyright by PIG-PIB (2017)

WARSZAWA - 30-09-2017

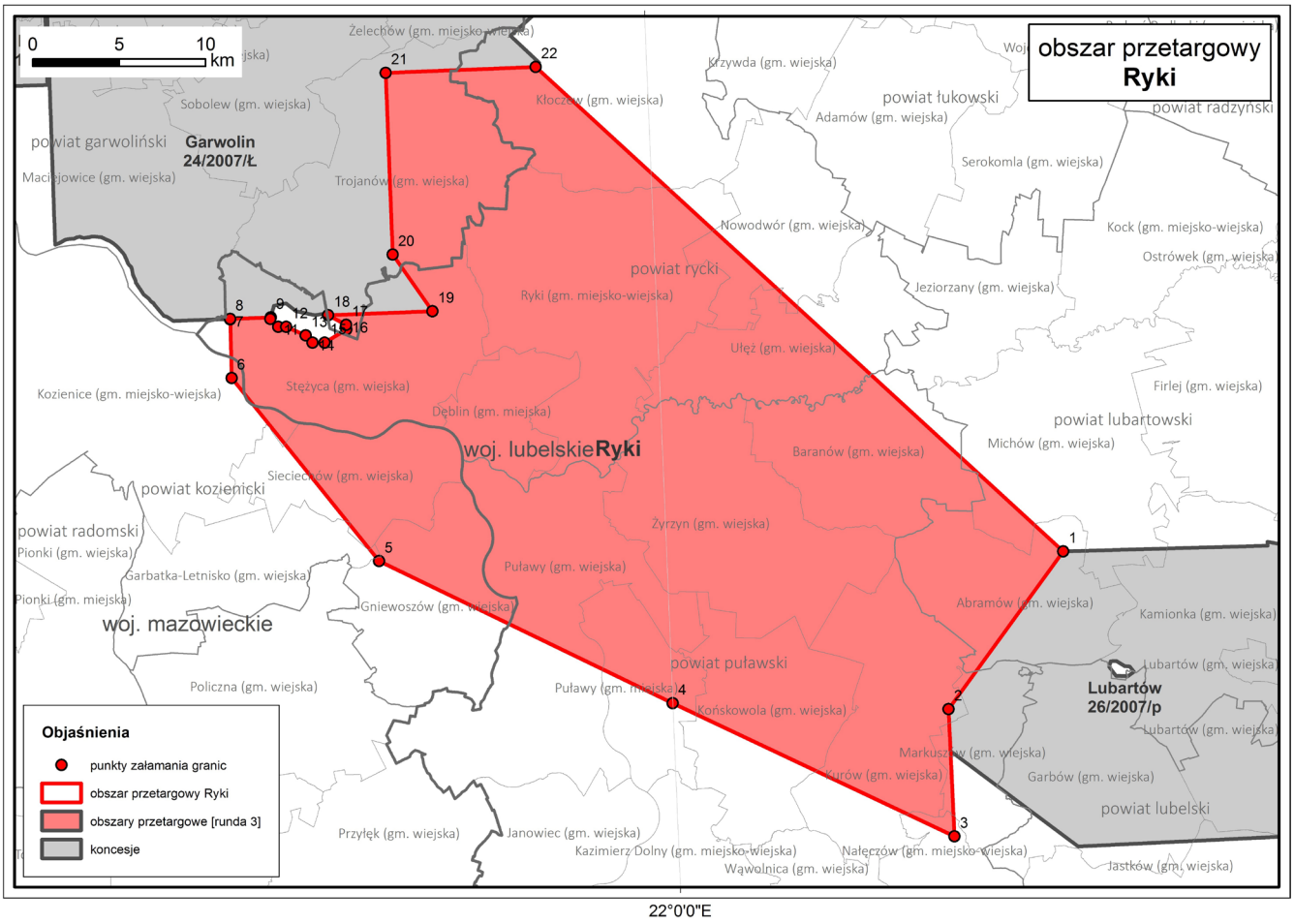


Fig. 1.2. Punkty załamania granic oraz pozycja obszaru przetargowego „Ryki” na tle sąsiednich koncesji.

1.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE

Położenie administracyjne

Obszar przetargowy „Ryki” położony jest w granicach administracyjnych województwa lubelskiego, jedynie niewielki fragment w jego północno-zachodniej części przynależy administracyjnie do województwa mazowieckiego. W jego zasięgu znajdują się w całości lub części tereny 21 gmin (16 gmin wiejskich, 3 gminy miejsko-wiejskie, 2 gminy miejskie), w tym 3 miasta: Dęblin, Ryki, Puławy. Największy udział w powierzchni obszaru przetargowego zajmują gminy: Ryki i Żyrzyn.

Sieć komunikacyjna

Dostępność komunikacyjną obszaru zapewnia m.in. linia kolejowa nr 7 Warszawa Wschodnia – Dorohusk, która przebiega w południowo-zachodniej części opisywanego obszaru, m.in. przez miejscowości: Rokitnica Stara, Dęblin, Gołąb, Puławy Azoty. Linia kolejowa nr 26 Łuków – Radom poprowadzona jest przez miejscowości: Leopoldów, Ryki, Dęblin, Zajezierze.

Ponadto układ komunikacyjny tworzą:

- droga ekspresowa S12 relacji Sielce - Piaski (przebiega w południowo-wschodniej części obszaru przetargowego na północ od Kurowa);
- droga krajowa nr 12 Łęknica – Dorohusk (przebiega równoleżnikowo przez miasta: Puławy, Końskowola, Kurów);
- droga krajowa nr 17 relacji Warszawa – Hrebenne (przebiega przez centralną część w okolicy Żyrzyna, Ryk, Trojanowa);
- droga krajowa nr 48 relacji Tomaszów Mazowiecki – Kock (łączy miasta: Sieciechów, Dęblin, Moszczanka, Trzcianki, Zosin);
- droga wojewódzka nr 824 relacji Annopol – Żyrzyn (w południowej części przez: Puławy, Wronów, Żyrzyn);
- droga wojewódzka nr 801 relacji Warszawa – Puławy (w południowo-zachodniej części przez miasta: Stężyca, Dęblin, Borowa, Matygi, Gołąb, Puławy);
- droga wojewódzka nr 691 relacji Pionki – Opactwo (na niewielkim odcinku w południowo-zachodniej części przez miejscowości: Wola Klasztorna, Opactwo);
- droga wojewódzka nr 823 relacji Zajezierze – Wola Wojcieszowska – Borowa, o długości 6 km, na całej długości przebiega przez obszar przetargowy;
- droga wojewódzka nr 845, o długości około 4 km, łącząca stację kolejową Gołąb z miejscowością Gołąb i drogą wojewódzką nr 801;
- droga wojewódzka nr 859 o długości około 1 km, łącząca stację kolejową Zajezierze z drogą krajową nr 48.

Poza wymienionymi drogami sieć komunikacyjną tworzą drogi gminne i powiatowe.

Z kierunku północno-zachodniego w kierunku południowo-wschodnim, przez cały omawiany obszar poprowadzona zostanie droga ekspresowa nr 17 (obecnie w budowie, planowany termin ukończenia 2019 r.). Będzie ona łączyć: Trojanów, Ryki, Żyrzyn i będzie stanowiła część międzynarodowej trasy europejskiej E372 w kierunku Lwowa. Natomiast od Puław do Sielc planowana jest droga ekspresowa nr 12.

Ponadto w Dęblinie funkcjonuje wojskowe lotnisko Dęblin-Irena.

Infrastruktura techniczna

Wśród elementów infrastruktury techniczno-inżynieryjnej o znaczeniu ponadregionalnym w granicach obszaru przetargowego znajdują się linie elektroenergetyczne wysokiego napięcia i gazociągi wysokoprężne. Linia elektroenergetyczna najwyższych napięć (400 kV) biegnie równolegle do południowej granicy terenu, pomiędzy Wolą Gołębska a Gniewoszem zmienia kierunek i skręca na południowy zachód. W południowej części obszaru znajdują się dwie równoległe linie energetyczne wysokich napięć (220 kV) w okolicy miejscowości Puławy, Sieciechów.

Innym ważnym elementem infrastruktury zlokalizowanym w granicach opisywanego obszaru jest gazociąg wysokiego ciśnienia Wronów–Rembelszczyzna (DN700/8,4 MPa) wraz z układem odgałęzień do stacji redukcyjno-pomiarowych. Z informacji opublikowanej przez GAZ – SYSTEM wynika, że w perspektywie do 2023 roku wybudowany zostanie gazociąg Rozwadów – Końskowola – Wronów (DN700/8,4 MPa).

Infrastruktura wodna

Na obszarze przetargowym zinwentaryzowano 28 ujęć wód podziemnych (w tym 13 przemysłowych, 2 komunalno-przemysłowe), ujmujących wody poziomu czwartorzędowego i kredowego. Poza tymi ujęciami na charakteryzowanym terenie eksploatowany jest również poziom paleogeńsko–neogeński (trzeciorzędowy). Wydajność ujęć wynosi powyżej 50 m^3/h. W wyniku intensywnej eksploatacji wód podziemnych piętra kredowego w Dęblinie i piętra oligoceńskiego w Rykach w rejonie tych miejscowości wytworzyły się rozległe leje depresyjne.

Położenie fizyczno-geograficzne

Zgodnie z regionalizacją fizyczno-geograficzną Polski (Kondracki, 2014), obszar przetargowy „Ryki" położony jest w obrębie 3 makroregionów i 6 mezoregionów, przy dominującym znaczeniu trzech z nich: Wysoczyzny Lubartowskiej, Doliny Środkowej Wisły i Wysoczyzny Żelechowskiej. Wysoczyzna Lubartowska przedstawia zdenudowaną powierzchnię morenową ze żwirowymi ostańcami. Kulminacje te osiągają wysokość 160-180 m, a niektóre do 200 m. Wysoczyzna Żelechowska jest falistą równiną z ostańcowymi wzniesieniami, odwadniana do środkowej Wisły przez Okrzejkę. W środkowej części wznosi się ponad 180 m n.p.m. i są to północne tereny obszaru przetargowego w okolicy miasta Trojanów (185 m n.p.m.) Wartości te stopniowo obniżają się do ok. 125 m n.p.m. w kierunku rzeki Okrzejki. Dolina Środkowej Wisły ma szerokość 10–12 km, przy czym rzeka płynie w pobliżu lewego zbocza doliny. Wisła płynie tu w szerokim korycie (do 1 km), w którym utworzyły się mielizny i kępy. Na lewym brzegu występuje szeroki zalewowy taras łąkowy, chroniony wałami przeciwpowodziowymi, a na prawym brzegu piaszczysty taras wydmowy, porośnięty lasami. Na tarasie zalewowym znajdują się miasta Dęblin i Puławy.

Dęblin jest ośrodkiem lotnictwa wojskowego, z Wyższą Szkołą Sił Powietrznych „Szkoła Orląt". W okolicach Dęblina jest także kilka jednostek wojskowych. W Puławach zlokalizowana jest duża fabryka nawozów azotowych Grupa Azoty Zakłady Azotowe „Puławy" S.A. Spółka ta planuje również budowę własnej elektrowni gazowej o mocy 400 MWe, która ma powstać do 2019 r.

Warunki wodne i zagrożenia osuwiskowe

Obszar przetargowy „Ryki" należy do zlewni rzeki Wisły, która przepływa w jego południowo-zachodniej części. W pobliżu Dęblina do Wisły uchodzi rzeka Wieprz. Ponadto sieć hydrograficzną tworzą cieki, rzeki, kanały, w tym m.in.: Kurówka, Rubik, Zalesianka, Irenka, Okrzejka. Naturalną sieć hydrograficzną uzupełnia system rowów i kanałów melioracyjnych. Poza nimi występują zbiorniki wodne pochodzenia antropogenicznego – stawy rybne, które szczególnie są liczne w dolinie Okrzejki, koło Trojanowa i w zlewni rzeki Zalesianki koło Ryk, jak również w okolicy Sarny, Żabianki, Kurowa.

Obszary dolinne zagrożone podtopieniami występują w zachodniej i centralnej części omawianego obszaru, wzdłuż rzeki Wisły i Wieprz.

Obszar przetargowy „Ryki" położony jest w zasięgu występowania 4 głównych zbiorników wód podziemnych. Zbiornik GZWP nr 222 (Dolina środkowej Wisły <Warszawa – Puławy>) położony jest w zachodniej części obszaru. Jest to zbiornik w utworach czwartorzędowych, który ze względu na słabą izolacyjność skał nadkładu cechuje się dużą podatnością na antropopresję i posiada II klasę jakości wód. Kredowy główny zbiornik wód podziemnych nr 405 (Niecka radomska) położony jest w południowo-zachodniej części obszaru przetargowego. Na przeważającym obszarze posiada II klasę jakości wód. Południowo-wschodnią część obszaru przetargowego obejmuje kredowy główny zbiornik wód podziemnych nr 406 (Zbiornik Niecka lubelska <Lublin>), który na przeważającym obszarze jest bardzo podatny na zanieczyszczenia, posiada I-III klasę jakości wód. Jest to jeden z największych zbiorników wód podziemnych w Polsce. Północną część obszaru przetargowego obejmuje główny zbiornik wód podziemnych nr 215 (Subniecka warszawska) jest to zbiornik nieudokumentowany.

W okolicy Ułęża znajduje się zbiornik retencyjny niewielkich rozmiarów (bez nazwy).

Na obszarze przetargowym, głównie w krawędziowych strefach dolin rzecznych, występują także tereny osuwiskowe i obszary predysponowane do wystąpienia ruchów masowych.

Formy ochrony przyrody

Część obszaru przetargowego „Ryki" objęta jest powierzchniowymi formami ochrony ustanowionymi na mocy przepisów ustawy o ochronie przyrody (Dz. U. z 2016 r., poz. 2134 z późn. zm.). Wśród obszarowych form chronionych występuje m.in. otulina Kozienickiego Parku Krajobrazowego (<1%) oraz 2 rezerwaty (faunistyczny i florystyczny), które zajmują znikome powierzchnie w stosunku do całkowitej powierzchni opisywanego obszaru. Większe tereny zajmują obszary chronionego krajobrazu: OChK Pradolina Wieprza (15%) i OChK Kozi Bór (6%).

W ramach obszarów sieci Natura 2000 znajdują się dwa obszary specjalnej ochrony ptaków: Ostoja Kozienicka (<1% powierzchni obszaru) i Dolina Środkowej Wisły (4%), która jest ostoją ptaków o randze europejskiej. Jest to najważniejsze

lęgowisko mewy pospolitej i rybitwy białoczelnej w Polsce i jedno z ważniejszych lęgowisk rybitwy rzecznej oraz miejsce gniazdowania wielu rzadkich gatunków ptaków, takich jak ostrygojad lub płaskonos. Pozostałe obszary Natura 2000 są obszarami ochrony siedlisk, są to: Puławy (1%), Dolny Wieprz (4%), Podebłocie (<1%).

W strukturze zagospodarowania znajdują się również kompleksy leśne, z których około 9% stanowią lasy ochronne. Za obszary cenne przyrodniczo należy uznać gleby wysokich klas bonitacyjnych, których zwarte powierzchnie występują w północnej części obszaru oraz w części południowo-wschodniej, gdzie mamy do czynienia z obecnością żyznych gleb wytworzonych z osadów lessowych (gleba i lessy o miąższości 1,0-1,5 m).

Na obszarze przetargowym znajduje się 20 użytków ekologicznych (łącznie zajmują powierzchnię 75 ha), 6 z nich ma powierzchnię powyżej 5 ha. Zlokalizowane są tu również 123 obiekty uznane za pomniki przyrody żywej (drzewa). Wzdłuż drogi Dęblin – Stężyca znajduje się aleja drzew pomnikowych składająca się z 123 lip drobnolistnych.

Na omawianym obszarze znajdują się także 4 zabytki archeologiczne: 3 fortyfikacje i 1 grodzisko datowane na średniowiecze.

Złoża kopalin

Z informacji zawartych w bazie MIDAS wynika, że na obszarze „Ryki“ znajduje się 101 udokumentowanych złóż kopalin, w tym:

- 95 złóż kruszyw naturalnych,
- 3 złoża piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej lub betonów komórkowych (Stężyca, Gołąb – pole A i B, Puławy),
- jedno złoże węgli brunatnych (Sierskowola Część A i Część B),
- 2 złoża surowców ilastych ceramiki budowlanej (Młynki, Baranów I).

Niektóre ze złóż posiadają więcej niż jedno pole. Złoża występujące na obszarze przetargowym mają różną konfliktowość i różną powierzchnię. Największym złożem jest złoże węgla brunatnego Sierskowola, położone w centralnej części obszaru przetargowego.

W granicach charakteryzowanego terenu zlokalizowanych jest również 30 obszarów prognostycznych występowania torfów, piasków, piasków kwarcowych, piasków i żwirów, jak również 69 obszarów perspektywicznych występowania iłów i łupków ilastych ceramiki budowlanej, piasków, piasków i żwirów, piasków kwarcowych.

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

Fig. 1.3. Karta uwarunkowań środowiskowych obszaru przetargowego „Ryki".

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO „RYKI"				
1.	**LOKALIZACJA OBSZARU PRZETARGOWEGO NA MAPIE**	nazwa i numer arkusza mapy w skali 1:50 000	Strzelno 438, Piotrków Kujawski 439, Witkowo 475, Kleczew 476, Ślesin 477, Słupca 511, Golina 512, Konin 513, Tuliszków 549	
2.	**POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE**	**województwo**	**lubelskie**	
		powiat	**puławski**	
		gmina i % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego	Puławy (gm. miejska 2,58%), Baranów (7,35%), Końskowola (5,49%), Markuszów (0,38%), Kurów (7,53%), Żyrzyn (12,33%), Puławy (gm. wiejska 7,91%), Nałęczów (0,16%)	
		powiat	**rycki**	
		gmina	Kłoczew (3,82%), Dęblin (3,66%), Ryki (14,83), Nowodwór (1,34%), Ułęż (4,91%), Stężyca (8,44%)	
		powiat	**lubartowski**	
		gmina	Abramów (4,57%), Michów (0,82%)	
		województwo	**mazowieckie**	
		powiat	**garwoliński**	
		gmina	Trojanów (6,30%)	
		powiat	**kozienicki**	
		gmina	Garbatka-Letnisko (0,02%), Sieciechów (4,31%), Gniewoszów (2,94%), Kozienice (0,31%)	
3.	**REGIONALIZACJA FIZYCZNO-GEOGRAFICZNA (wg KONDRACKIEGO, 2013)**	makroregion	Wyżyna Lubelska 343.1	
		makroregion	Płaskowyż Nałęczowski 343.12; Małopolski Przełom Wisły 343.11	
		makroregion	Nizina Południowopodlaska 318.9	
		mezoregion	Wysoczyzna Żelechowska 318.95; Wysoczyzna Lubartowska 318.98; Pradolina Wieprza 318.97	
		makroregion	Nizina Środkowomazowiecka 318.7	
		mezoregion	Dolina Środkowej Wisły 318.75	
4.	**WSPÓŁRZĘDNE PUNKTÓW WYZNACZAJĄCYCH GRANICE OBSZARU PRZETARGOWEGO**	układ PL-1992 [X; Y]	407494,46	731105,39
			398381,37	724478,08
			391027,02	724815,79
			398721,51	708533,60
			406938,85	691560,89
			417513,16	683035,52
			420895,35	682945,76
			420925,35	682944,96
			421010,20	685294,80
			420923,26	685271,71
			420469,35	685725,44
			420460,44	686189,02
			419968,31	687320,49
			419554,49	687716,99
			419553,99	688409,45
			420317,35	689664,43
			420580,60	689659,36
			421133,16	688618,60
			421361,48	694639,27
			424645,99	692342,61
			435143,76	691942,04
			435481,97	700604,25

Fig. 1.3. Karta uwarunkowań środowiskowych obszaru przetargowego „Ryki”.

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO „RYKI”			
5.	**POWIERZCHNIA OBSZARU PRZETARGOWEGO**	[km^2]	1047,73
6.	**CEL KONCESJI**		poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż
7.	**WIEK FORMACJI ZŁOŻOWEJ**		dewon, karbon
8.	**PRZYRODNICZE OBSZARY PRAWNIE CHRONIONE**	[tak / nie] jeśli „tak” to: nazwa obszaru oraz % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego	tak
	parki narodowe		nie
	rezerwaty		Czapliniec koło Gołębia (0,02%), Piskory (0,19%)
	parki krajobrazowe		Kozienicki Park Krajobrazowy – otulina (0,02%)
	obszary chronionego krajobrazu		Obszar Chronionego Krajobrazu Pradolina Wieprza (15,21%), Obszar Chronionego Krajobrazu Kozi Bór (5,89%)
	Natura 2000 – SOO		PLH060055 Puławy (1,01%), PLH060051 Dolny Wieprz (3,97%), PLH140033 Podebłocie (0,31%)
	Natura 2000 – OSO		PLB140013 Ostoja Kozienicka (0,07%);
	zespoły przyrodniczo--krajobrazowe		nie
	użytki ekologiczne		20 (6 powyżej 5 ha)
	pomniki przyrody		116
	stanowiska dokumentacyjne		nie
9.	**GLEBY CHRONIONE**	[tak / nie]	tak
10.	**KOMPLEKSY LEŚNE**	[tak / nie]	tak
11.	**LASY OCHRONNE**	[tak (powierzchnia, % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego) / nie]	91,72 km^2 (8,7%)
12.	**OBIEKTY DZIEDZICTWA KULTUROWEGO** Zabytki archeologiczne	[tak (ilość) / nie]	tak (4)
		grodzisko	1
		inne	3
13.	**GŁÓWNE ZBIORNIKI WÓD PODZIEMNYCH**	[tak (numer, nazwa i wiek zbiornika) / nie]	215; Subniecka warszawska; Pg-Ng 405; Niecka radomska; Cr_3 222; Dolina środkowej Wisły; Q 406; Niecka lubelska (Lublin); Cr_3
14.	**STREFY OCHRONNE UJĘĆ WODY**	[tak / nie]	nie
15.	**STREFY OCHRONY UZDROWISKOWEJ**	[tak / nie]	nie
16.	**TERENY ZAGROŻONE PODTOPIENIAMI**	[tak / nie]	tak
17.	**UDOKUMENTOWANE ZŁOŻA KOPALIN**	[tak (rodzaj kopaliny) / nie]	tak (kruszywa naturalne, piaski kwarcowe d/p cegły wap.-piaskowej, surowce ilaste ceramiki budowlanej, węgle brunatne)
18.	**OBSZARY PROGNOSTYCZNE I PERSPEKTYWICZNE WYSTĘPOWANIA KOPALIN**	[tak (rodzaj kopaliny) / nie]	tak (piaski, piaski kwarcowe, piaski i żwiry, torfy, iły i łupki ilaste ceramiki budowlanej)
19.	**SIECI PRZESYŁOWE GAZU**	[tak / nie]	tak
20.	**PODZIEMNE MAGAZYNY GAZU**	[tak / nie]	nie
21.	**DATA WYPEŁNIENIA KARTY**	07.11.2017 r.	
22.	**ZESTAWIENIE I OPRACOWANIE DANYCH**	Anna Bliźniuk, Anna Gabryś-Godlewska, Dominika Kafara	

→ **Fig. 1.4.** Mapa środowiskowa obszaru przetargowego „Ryki”.

PAŃSTWOWY
INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

PSG
PAŃSTWOWA SŁUŻBA GEOLOGICZNA

MINISTERSTWO ŚRODOWISKA

Mapa środowiskowa obszaru "RYKI"

skala1:100 000

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

21°45' 22°00' 22°15'

51°40' 51°30' 51°20'

SOBOLEW
TROJANÓW
KŁOCZEW
NOWODWÓR
RYKI
JEZIORZANY
ULEŻ
BARANÓW
MICHÓW
ŻYRZYN
ABRAMÓW
KURÓW
MARKUSZÓW
GARBÓW
KOŃSKOWOLA
PUŁAWY
GNIEWOSZÓW
POLICZNA
SIECIECHÓW
DĘBLIN
STĘŻYCA

Nadwiślański OChK
OChK Pradolina Wieprza
Kozienicki Park Krajobrazowy
Kazimierski Park Krajobrazowy
OChK Kozi Bór
OChK Dolina rzeki Zwoleńki

PLH140023
PLH140033
PLB140013
PLH140004
PLB140004
PLH140035
PLH140006
PLH060051
PLH060055
PLH060045
PLH060015

Zestawienie danych,
oraz redakcja komputerowa mapy: Anna Gabryś-Godlewska
Weryfikacja: Olimpia Kozłowska

Copyright by PIG-PIB, Warszawa 2017

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

Objaśnienia do Mapy środowiskowej obszaru "RYKI"

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

PAŃSTWOWY
INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

ZŁOŻA KOPALIN ORAZ PERSPEKTYWY I PROGNOZY ICH WYSTĘPOWANIA

- opoki, opoki i margle, opoki margliste
- iły i łupki ilaste
- gliny ilaste o różnej genezie
- torfy
- piaski i żwiry
- piaski
- piaski kwarcowe

3417 identyfikator z bazy MIDAS złoża małokonfliktowego
8096 identyfikator z bazy MIDAS złoża konfliktowego
446 identyfikator z bazy MIDAS złoża bardzokonfliktowego

- granica złoża
- granica zweryfikowanego obszaru prognostycznego
- granica obszaru prognostycznego
- granica obszaru perspektywicznego
- złoże o powierzchni ⩽ 5 ha
- p/Q obszar perspektywiczny o powierzchni ⩽ 5 ha
  p - rodzaj kopaliny, Q - wiek kopaliny

GÓRNICTWO I PRZETWÓRSTWO KOPALIN

- granica obszaru górniczego
- granica terenu górniczego
- obszar i teren górniczy złoża o powierzchni ⩽ 5 ha
- pż punkt niekoncesjonowanej eksploatacji kopaliny (pż - rodzaj kopaliny)
- szyb eksploatacyjny gazu ziemnego
- szyb eksploatacyjny ropy naftowej

Symbol kopaliny:
g(gc) - gliny ceramiki budowlanej
g(gr) - gliny o różnym zastosowaniu
i(ic) - iły i łupki ilaste ceramiki budowlanej
o - opoki, opoki i margle, opoki margliste
pż - piaski i żwiry
p - piaski
pk - piaski kwarcowe
t - torfy
Wb - węgiel brunatny
G - gaz ziemny
R - ropa naftowa

Symbol jednostki stratygraficznej:
Q - czwartorzęd
Pg - paleogen
Ng - neogen
Cr - kreda
C - karbon
D - dewon

WODY POWIERZCHNIOWE I PODZIEMNE

- obszary dolinne zagrożone podtopieniami
- granica działu wodnego drugiego rzędu
- granica działu wodnego trzeciego rzędu
- granica działu wodnego czwartego rzędu
- 406 granica głównego zbiornika wód podziemnych wraz z jego numerem
- granica strefy ochrony pośredniej ujęcia wód
- Cr granica leja depresyjnego wywołanego eksploatacją wód podziemnych
  Cr - wiek eksploatowanych utworów
- k/Q ujęcie wód podziemnych o wydajności ⩾ 50 m /h
  (k - komunalne, p - przemysłowe, Q - wiek ujmowanych utworów)
- źródło
- zbiornik retencyjny

WARUNKI PODŁOŻA BUDOWLANEGO

- osuwiska i obszary predysponowane do występowania ruchów masowych

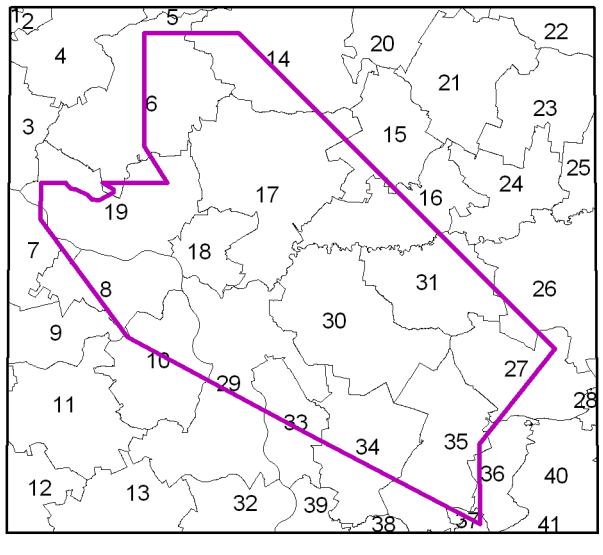
OCHRONA PRZYRODY, KRAJOBRAZU I DZIEDZICTWA KULTUROWEGO

- grunty orne (klasy I-IVa użytków rolnych)
- łąki na glebach pochodzenia organicznego
- lasy
- lasy ochronne
- zieleń urządzona
- granice terenów zarządzanych przez Generalną Dyrekcję Lasów Państwowych
- granica parku krajobrazowego; nazwa parku
- granica strefy ochronnej (otuliny) parku krajobrazowego
- granica obszaru chronionego krajobrazu; nazwa obszaru
- granica zespołu przyrodniczo-krajobrazowego
- L granica rezerwatu przyrody (Fl - florystyczny, Fn - faunistyczny, L - leśny, T - torfowiskowy)
- granica strefy ochronnej rezerwatu przyrody
- (Fn) granica projektowanego rezerwatu przyrody (Fn - faunistyczny)
- granica obszaru Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000; kod obszaru
- (L) rezerwat przyrody o powierzchni ⩽ 5 ha (L- leśny)
- (Fn) projektowany rezerwat przyrody o powierzchni ⩽ 5 ha (Fn - faunistyczny)
- aleja drzew pomnikowych
- n pomnik przyrody żywej (n - liczba obiektów)
- użytek ekologiczny
- użytek ekologiczny o powierzchni ⩽ 5 ha
- stanowisko dokumentacyjne przyrody nieożywionej
- geostanowisko o znaczeniu międzynarodowym
- geostanowisko o znaczeniu krajowym
- geostanowisko o znaczeniu regionalnym lub lokalnym
- zabytek archeologiczny

INFORMACJE DODATKOWE

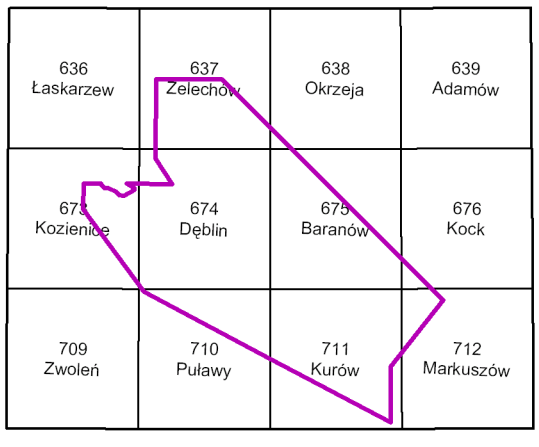
- granica województwa
- granica powiatu
- granica gminy, miasta
- S12 oś drogi szybkiego ruchu
- S12 oś projektowanej drogi szybkiego ruchu
- MICHÓW siedziba urzędu gminy, miasta
- GARBATKA miejscowość letniskowa
- sieć energetyczna
- sieć gazociągów
- granica obszaru przetargowego

Położenie obszaru przetargowego na tle podziału administracyjnego



woj. MAZOWIECKIE
powiat garwoliński
1 - m. Łaskarzew
2 - gm. Łaskarzew
3 - gm. Maciejowice
4 - gm. Sobolew
5 - gm. Żelechów
6 - gm. Trojanów
powiat kozienicki
7 - gm. Kozienice
8 - gm. Sieciechów
9 - gm. Garbatka-letnisko
10 - gm. Gniewoszów
powiat zwoleński
11 - gm. Policzna
12 - gm. Zwoleń
13 - gm. Przyłęk
woj. LUBELSKIE
powiat rycki
14 - gm. Kłoczew
15 - gm. Nowodwór
16 - gm. Ułęż
17 - gm. Ryki
18 - m. Dęblin
19 - gm. Stężyca
powiat łukowski
20 - gm. Krzywda
21 - gm. Adamów
22 - gm. Wojcieszków
23 - gm. Serokomla
powiat lubartowski
24 - gm. Jeziorzany
25 - gm. Kock
26 - gm. Michów
27 - gm. Abramów
28 - gm. Kamionka
powiat puławski
29 - gm. Puławy
30 - gm. Żyrzyn
31 - gm. Baranów
32 - gm. Janowiec
33 - m. Puławy
34 - gm. Końskowola
35 - gm. Kurów
36 - gm. Markuszów
37 - gm. Nałęczów
38 - gm. Wąwolnica
39 - gm. Kazimierz Dolny
powiat lubelski
40 - gm. Garbów
41 - gm. Jastków

Położenie obszaru przetargowego na arkuszach 1:50 000



2. OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

2.1. OBSZAR „RYKI" NA TLE BUDOWY GEOLOGICZNEJ BASENU LUBELSKIEGO

Obszar przetargowy „Ryki" znajduje się w pobliżu NW zamknięcia basenu lubelskiego – dużej jednostki regionalnej wyróżnianej w planie waryscyjskim (podpermsko-mezozoicznym), której wypełnienie osadowe rozwijało się od wczesnego dewonu do późnego karbonu (Narkiewicz, 2007; Narkiewicz i in., 2007). Basen rozciąga się w kierunku NW-SE wzdłuż przykrawędziowej strefy platformy wschodnioeuropejskiej. Jego granicę SW wyznacza brzeg platformy – znana od dawna strefa Teisseyre'a-Tornquista (TTZ), a granica NE odpowiada zasięgowi podpermsko-mezozoicznych wychodni karbonu (Fig. 2.1).

Osiową część basenu stanowi rów lubelski ograniczony od SW uskokami Ursynowa-Kazimierza i Izbicy-Zamościa (Żelichowski, 1972). Jednostka tektoniczna przylegająca do rowu od SW, określana jako elewacja radomsko-kraśnicka, jest zbudowana z silnie zdeformowanych osadów głównie dolnego i środkowego dewonu o niejasnych relacjach do starszego podłoża.

W rowie lubelskim występuje najgrubsza i najpełniejsza pod względem stratygraficznym sukcesja dewońsko-karbońska. W podłożu dewonu występuje niemal kompletny kompleks osadowo-wulkaniczny młodszego proterozoiku (ediakaru) i starszego paleozoiku, o miąższości ok. 2 km (Żelichowski i Kozłowski, 1983).

Granicę rowu od NE tworzy strefa uskokowa Kocka i jej przedłużenie ku SE. Jest to głęboko zakorzeniona struktura tektoniczna o skomplikowanej i nie w pełni rozpoznanej budowie, z którą związane jest podłużne wyniesienie skał dewońskich i starszych. Strefa Kocka aktywnie kształtowała sedymentację w dewonie i karbonie jako granica depocentrów oraz strefa gradientów facjalnych (Narkiewicz, 2007).

Na NE od strefy Kocka, w rejonie elewacji hrubieszowskiej (Narkiewicz i Dadlez, 2008), podłoże krystaliczne platformy wschodnioeuropejskiej podnosi się do głębokości mniejszej niż 4 km. Osady dewonu występują tu jedynie lokalnie i w zredukowanej miąższości, a karbon spoczywa na ogół bezpośrednio na erozyjnym stropie starszego paleozoiku.

Na północny zachód od basenu lubelskiego występuje słabo rozpoznana strefa podłoża podpermskiego, charakteryzująca się występowaniem znacznej luki między starszym paleozoikiem a niezgodnie zalegającym wyższym karbonem

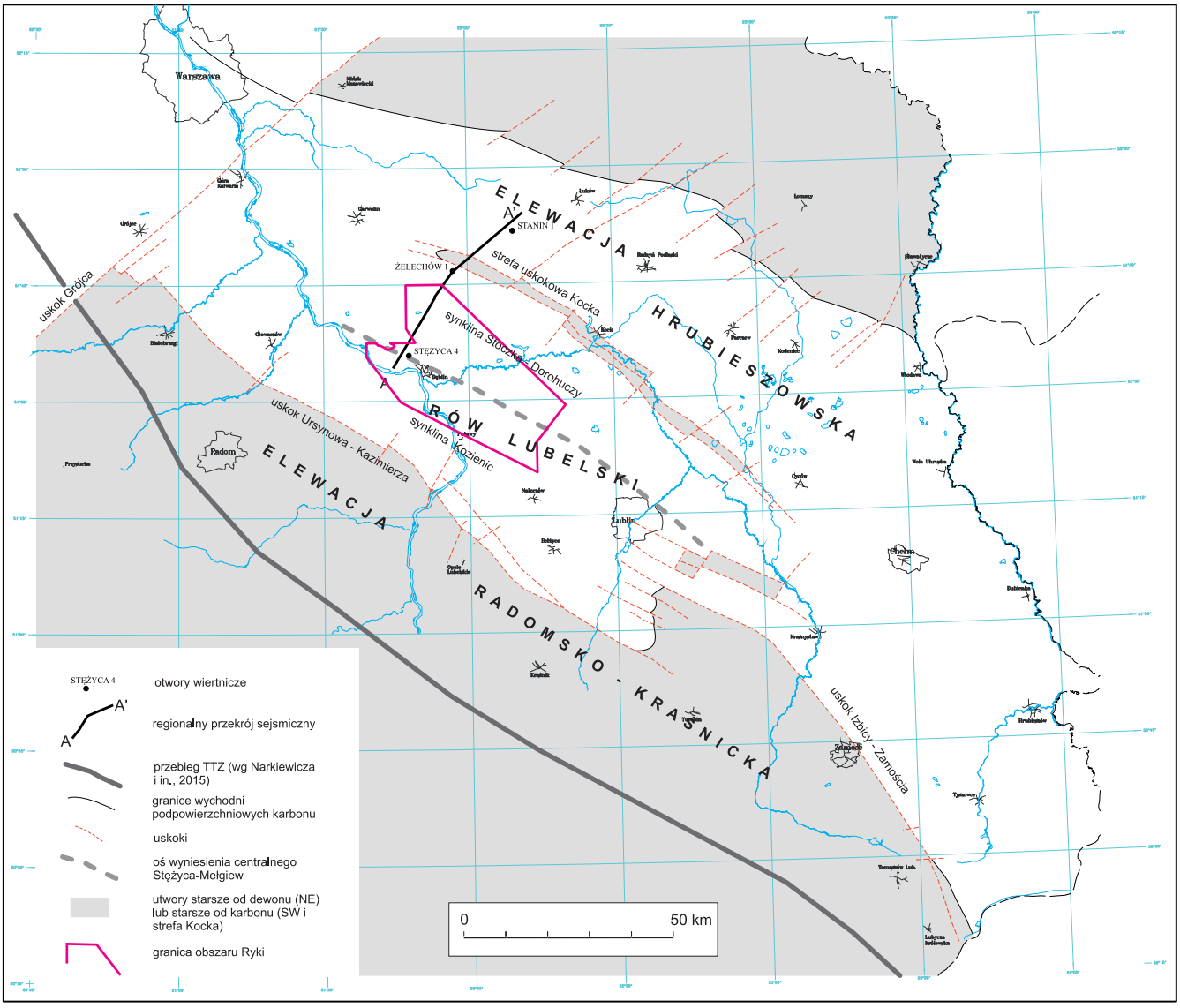


Fig. 2.1. Geologiczny szkic basenu lubelskiego (Narkiewicz i Wróbel w: Narkiewicz, 2005, zał. III-1).

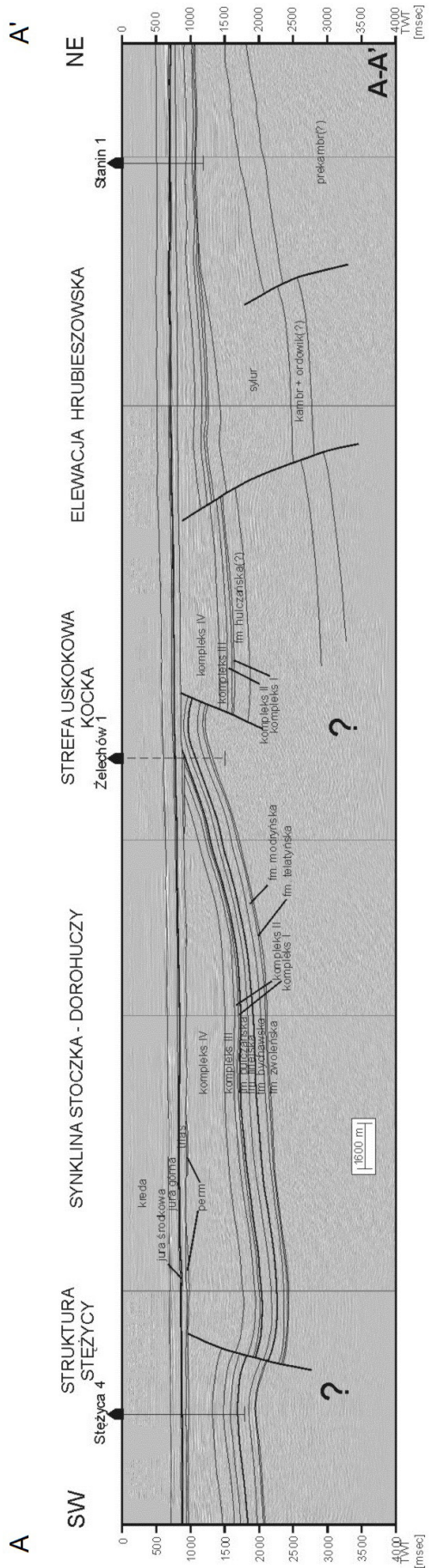


Fig. 2.2. Regionalny przekrój sejsmiczny (wg Narkiewicza i in., 2007). Lokalizacja – Fig. 2.1.

górnym – westfalem. Granica między tą strefą a basenem lubelskim jest na ogół prowadzona wzdłuż uskoku Grójca (Fig. 2.1.). Basen lubelski charakteryzuje się ciągłością sedymentacji między sylurem a dewonem.

W związku z pionowymi ruchami tektonicznymi u schyłku dewonu i w karbonie wczesnym (faza bretońska) karbon zalega na dewonie niezgodnie, a związana z tą granicą erozja doprowadziła lokalnie do usunięcia do 1500 m osadów. Karboński cykl sedymentacyjny, zapoczątkowany w późnym wizenie, został poprzedzony wyraźną fazą ekstensji i wulkanizmem bazaltowym (Narkiewicz, 2007). Najmłodsze osady wypełnienia basenowego należą do westfalu C lub D.

Deformacje waryscyjskie basenu lubelskiego są na ogół wiązane z fazą kompresji (transpresji) na przełomie westfalu i stefanu (Żelichowski, 1972; Krzywiec, 2007; Narkiewicz, 2007). Amplituda inwersji i związanej z nią erozji osiągnęła największe rozmiary, do około 3 km, w rejonie elewacji radomsko-kraśnickiej. W centralnym segmencie rowu jej wielkość można szacować na maksymalnie 1600 m, natomiast w rejonie elewacji hrubieszowskiej stopień deformacji waryscyjskich wyraźnie maleje, a rozmiary inwersji sięgały pierwszych setek metrów.

Centralny segment rowu charakteryzuje się obecnością podłużnych stref antyklinalnych o kierunku NW-SE rozdzielonych obszarami o niewielkim stopniu deformacji dewonu i karbonu. Strefy antyklinalne są ograniczone i/lub przecięte uskokami odwróconymi, o geometrii sugerującej pozytywne struktury kwiatowe o genezie transpresyjnej. Najdłuższa z tych struktur przedłuża się od rejonu Lublina ku NW, tworząc wyraźny ciąg antyklinalny – wyniesienie centralne Stężyca-Mełgiew.

Na zdeformowanych osadach dewonu i karbonu leży niemal płasko kompleks permsko-mezozoiczno-kenozoiczny. Na przeważającym obszarze basenu brak jest permu, a mezozoik składa się z jury środkowej i górnej oraz kredy, w większości górnej, o miąższości ok. 1000–1200 m w rejonie rowu lubelskiego, malejącej do ok. 500 m na NE od strefy Kocka. Miąższość pokrywy znacznie rośnie w rejonie NW zakończenia basenu, gdzie pojawiają się osady permskie i triasowe. Nieciągła pokrywa kenozoiczna, o miąższości nieprzekraczającej 300 m, składa się z występujących głównie w północnej części obszaru basenu osadów paleogenu i neogenu oraz z utworów czwartorzędu.

Obszar przetargowy „Ryki” jest położony w NW segmencie basenu, w całości w obrębie rowu lubelskiego. Podłoże poddewońskie nie zostało tu zbadane (Fig. 2.1), a najbliższe osady starszego paleozoiku (sylur) znane są z wierceń zlokalizowanych na NW, takich jak Izdebno IG-1 i Maciejowice IG-1 (Miłaczewski i in., 1983). W podłożu karbonu występują różne ogniwa dewonu górnego. Na powierzchnię podpermsko-mezozoiczną wychodzą utwory wyższej części westfalu (westfal C), a tylko wzdłuż wyniesienia Stężyca-Mełgiew (por. Fig. 2.1) – niższego westfalu (Żelichowski i Kozłowski, 1983). Na większości obszaru na karbonie zalega bezpośrednio sukcesja jurajsko-kredowa (jura środkowa-górna i leżąca na niej niezgodnie kreda górna). Jedynie w części skrajnie zachodniej i północnej obszaru (na zachód i północ od rejonu Dęblina i Ryk) występują nieznacznej miąższości osady permu (głównie cechsztynu) i triasu (Żelichowski i Kozłowski, 1983). Ogólnie miąższość pokrywy permsko-mezozoicznej wynosi średnio 1200 m, osiągając wartości minimalne ok. 1050 m w części NE, przy wzroście do 1200 m na S i 1350 m ku zachodowi. Erozyjna powierzchnia podkenozoiczna rozwinięta jest na płasko leżących osadach najwyższej kredy (mastrychtu), przykrytych osadami kenozoicznymi różnego wieku. Miąższości pokrywy kenozoicznej, ok. 50-150 m, ogólnie rosną ku NW i N.

W planie strukturalnym waryscyjskim obszar „Ryki” jest przecięty w kierunku WNW-ESE fragmentem antyklinalno-zrębowej struktury wyniesienia centralnego Stężyca-Mełgiew

(Fig. 2.1), określanej w rejonie opisywanym jako wał Dęblina (Żelichowski i Kozłowski, 1983) lub struktura Stężycy (Narkiewicz i in., 2007). Po jej obu stronach występują jednostki synklinalne – od SW synklina Kozienic, a od NE – synklina Stoczka-Dorohuczy (Żelichowski i Kozłowski, 1983). Wg interpretacji Krzywca (w: Narkiewicz i in., 2007) struktura Stężycy jest ograniczona od NE podłużnym uskokiem odwróconym o stromym nachyleniu ku SW i znacznym zrzucie (Fig. 2.2). Uskok, podobnie jak inne nieciągłości warunkujące powstanie wyniesienia centralnego dalej ku SE, jest prawdopodobnie głęboko zakorzeniony w podłożu staropaleozoicznym, a być może nawet w fundamencie krystalicznym. Według Żelichowskiego i Kozłowskiego (1983) na opisywanym obszarze mogą również występować podrzędne uskoki podłużne równoległe do osi wyniesienia centralnego, a także uskoki poprzeczne, prostopadłe do niej.

Powierzchnia strukturalna stropu dewonu odzwierciedla główne rysy tektoniki waryscyjskiej. Podnosi się ona do głębokości ok. 2800 m p.p.m. w rejonie wyniesienia centralnego w pobliżu NW i SE granic obszaru. Po obu stronach wyniesienia obniża się – do 3000–3400 m p.p.m. w osi synkliny kozienickiej, a do >2800–3200 m p.p.m. w synklinie Stoczka-Dorohuczy. Powierzchnia strukturalna związana ze stropem karbonu odzwierciedla ukształtowanie stropu całego kompleksu waryscyjskiego, a zarazem spąg kompleksu permsko-mezozoicznego. Głębokość ogólnie rośnie od ok. 900 m p.p.m. w części SE do ok. 1500 m p.p.m. ku zachodowi, przy czym struktura Stężycy (w jej części skrajnie zachodniej) tworzy nieznaczną elewację (głębokość ok. 1300–1400 m p.p.m.) względem stref przylegających od SW i NE.

2.2. DEWON

Stratygrafia i rozwój sedymentacji dewonu basenu lubelskiego zostały opisane w pracach Narkiewicza (2011) oraz Narkiewicza i in. (2011). Wyróżniono tam trzy segmenty poprzeczne basenu różniące się szczegółami podziału stratygraficznego, kompletnością i miąższością poszczególnych wydzieleń oraz dominującymi facjami w obrębie porównywalnych jednostek stratygraficznych.

Obszar przetargowy „Ryki" znajduje się w części SE segmentu stężyckiego (NW), na pograniczu z segmentem lubelskim (centralnym). Schemat litostratygrafii dewonu segmentu stężyckiego przedstawiono na Fig. 2.3. Na obszarze „Ryki" w żadnym z profili nie została przewiercona pełna miąższość dewonu, zatem nie zostały tu jak dotąd rozpoznane utwory jego najniższej części, poniżej formacji zwoleńskiej.

Najbliższe otwory z całkowitym profilem dewonu, Maciejowice IG-1 i Izdebno IG-1 (Miłaczewski i in., 1983), położone są ok. 20 km na NW od obszaru „Ryki". W obu tych profilach stwierdzono zgodnie zalegający na sylurze dewon dolny, składający się (od dołu) z morskich ilasto-mułowcowych osadów formacji sycyńskiej (miąższość odpowiednio 610 m i 420 m), marginalnomorskich klastyków formacji czarnoleskiej (150 m i 125 m) oraz pstrych, lądowych klastyków formacji zwoleńskiej (250 m i 420 m). Dewon dolny stwierdzono w profilu Stężyca 1 w rejonie zachodniej granicy obszaru przetargowego „Ryki", gdzie nawiercono formację zwoleńską o miąższości >475 m. Formacje sycyńska i czarnoleska należą w całości do najniższego piętra dewonu – lochkowu. Spąg formacji zwoleńskiej biegnie jeszcze w najwyższym lochkowie, natomiast jej strop jest diachroniczny. Na ogół przebiega w najwyższym emsie, ale może sięgać do eiflu, a nawet (jak w segmencie stężyckim) do niższego żywetu (Narkiewicz, 2011). Dewon środkowy, którego przeciętna miąższość w segmencie centralnym rowu lubelskiego wynosi ok. 200 m, w kierunku NW ulega redukcji do

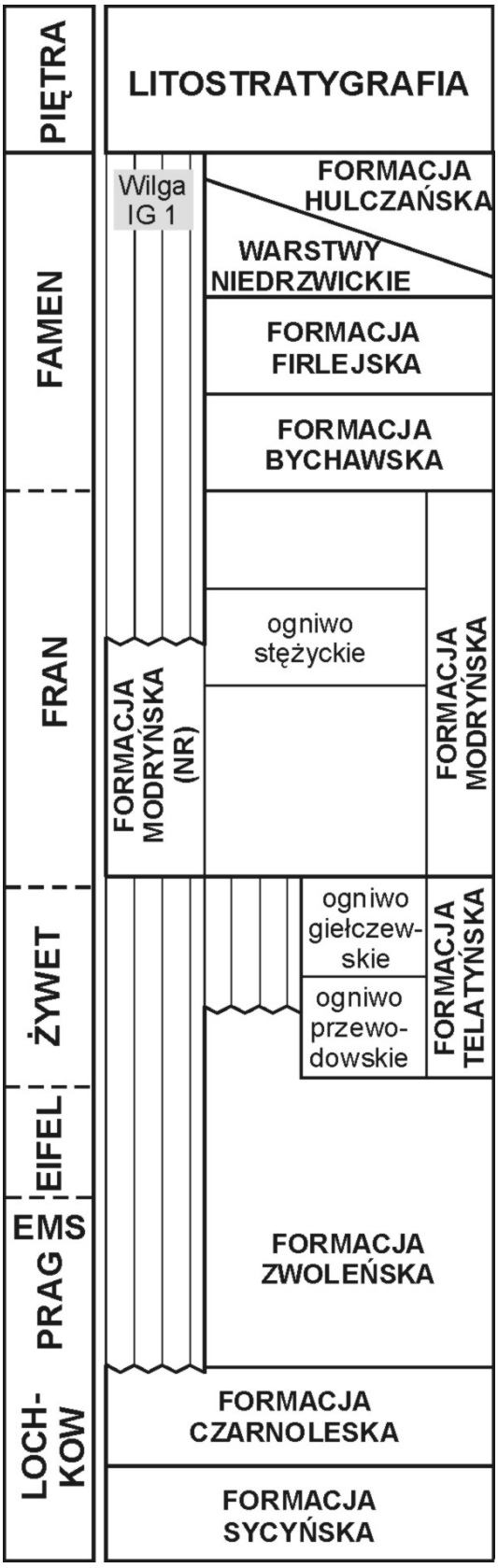


Fig. 2.3. Schemat litostratygrafii dewonu w segmencie stężyckim basenu lubelskiego (wg Narkiewicza, 2011).

ok. 20 m w profilu Stężyca 1, gdzie jest reprezentowany przez facje obrzeża basenu – klastyki ogniwa przewodowskiego i leżące na nich iłowce dolomityczne ogniwa giełczewskiego. Najpełniejszy profil dewonu górnego na obszarze przetargowym „Ryki” stwierdzono w profilu Stężyca 1, gdzie występuje węglanowa formacja modryńska o miąższości ok. 200 m, a więc mniej więcej dwukrotnie zredukowanej w porównaniu z typowym wykształceniem w rowie lubelskim. Osady formacji leżą na powierzchni erozyjnej w stropie formacji telatyńskiej, a jej dolne cykle transgresywno-regresywne M-1 i M-2 (dolny fran) nie występują lub uległy silnej redukcji (Narkiewicz, 2011). Na formacji modryńskiej leżą silnie zredukowane (ok. 250 m miąższości) osady famenu, złożone z marglistych ciemnych wapieni formacji bychawskiej. Ich granica z dolnym karbonem jest erozyjna. Poza strukturą Stężycy osady dewonu górnego znane są na ogół fragmentarycznie. W profilu Czernic 1, w rejonie NE granicy obszaru „Ryki”, nawiercono formację bychawską (>270 m) oraz przewiercono osady marglisto-wapiennej formacji firlejskiej (300 m) i węglanowo-terygenicznej formacji hulczańskiej (215 m), która stanowi regresywne ogniwo cyklu fameńskiego. Poza tym w szeregu profili nawiercono pod karbonem stropowe osady fameńskie, na ogół należące do formacji hulczańskiej lub wzdłuż wyniesienia centralnego (głównie w rejonie Dęblina), niższych ogniw famenu.

2.3. KARBON

2.3.1. STRATYGRAFIA I ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Pierwotna powierzchnia spągu karbonu w regionie lubelskim powstała w okresie denudacji przypadającej na późny famen, turnej i wczesny wizen. W wyniku bretońskich, wczesnowaryscyjskich ruchów tektonicznych i wspomnianej denudacji odkryte zostały osady wczesnego paleozoiku w północno-wschodniej części lubelskiego basenu karbońskiego (LBK) oraz różnowiekowe osady dewonu do famenu włącznie. Wyrównana powierzchnia utworów starszych od karbonu (dokładniej od późnego wizenu) miała ogólny kierunek NW-SE z niewielkim nachyleniem w kierunku SW. Na tak ukształtowaną powierzchnię wkroczyła morsko-paraliczna sedymentacja późnego wizenu, a następnie przekraczająco w kierunku NW kolejne piętra karbonu do moskowu włącznie (Porzycki, 1988; Porzycki i Zdanowski, 1995; Fig. 2.4). Po długotrwałym okresie subsydencji równoważonej sedymentacją karbonu, w końcowych fazach orogenezy waryscyjskiej ostatecznie przebudowana została powierzchnia spągu karbonu, lekko modyfikowana subsydencją i sedymentacją w późniejszych dziejach Ziemi (Fig. 2.5). W aktualnej morfologii spągu karbonu zaznaczają się dwa wyniesienia odpowiadające strukturom antyklinalno-zrębowym – Żelechów-Kock-Tyszowce i Stężyca-Dęblin-Abramów-Świdnik. Pierwsza z nich pozbawiona jest utworów karbonu, a dewon występuje bezpośrednio pod osadami permu, triasu i jury na głębokości od 650 do 800 m p.p.m. Druga struktura, równoległa do poprzedniej, przebiega przez środkową część obszaru przetargowego „Ryki”. Spąg karbonu w tej strukturze występuje na głębokości od 1700 m p.p.m. w okolicach Świdnika poprzez 2100 m p.p.m. w rejonie otworów Abramów i Glinnik do 2700 m p.p.m. w strefie Stężyca-Dęblin. Pomiędzy wymienionymi strukturami wyniesionymi występuje synklina Stoczek-Dorohucza, w której spąg karbonu zagłębia się maksymalnie do poniżej 3000 m p.p.m. Na południowy zachód od strefy Stężyca-Dęblin wyznaczono strefę obniżenia Puław (synklina Kozienic) o maksymalnym przegłębieniu poniżej 3400 m p.p.m.

WCZESNY KARBON – MISSISIP

Późny wizen (formacja z Huczwy).

Sedymentacja na obszarze lubelskiego basenu karbońskiego rozpoczęła się w późnym wizenie, co dokumentują liczne skamieniałości fauny znajdywane w rdzeniach wiertniczych kilkudziesięciu otworów pełnordzeniowych wykonanych w ramach badań regionalnych oraz poszukiwań złóż węgla kamiennego zlokalizowanych w południowej, wschodniej i północnej części LBK. Rejon obszaru przetargowego „Ryki” był w przeszłości obszarem poszukiwań węglowodorów z zastosowaniem otworów bezrdzeniowych, uzupełnionych pomiarami karotażowymi o różnej skali dokładności, nie większej niż 1:500. Zinterpretowany na podstawie pomiarów geofizyki wiertniczej profil późnego wizenu wykazuje duże zróżnicowanie litologiczne. Dominują skały drobnoklastyczne, przeławicane marglami i wapieniami, rzadziej piaskowcami i węglem humusowym. Poprzez

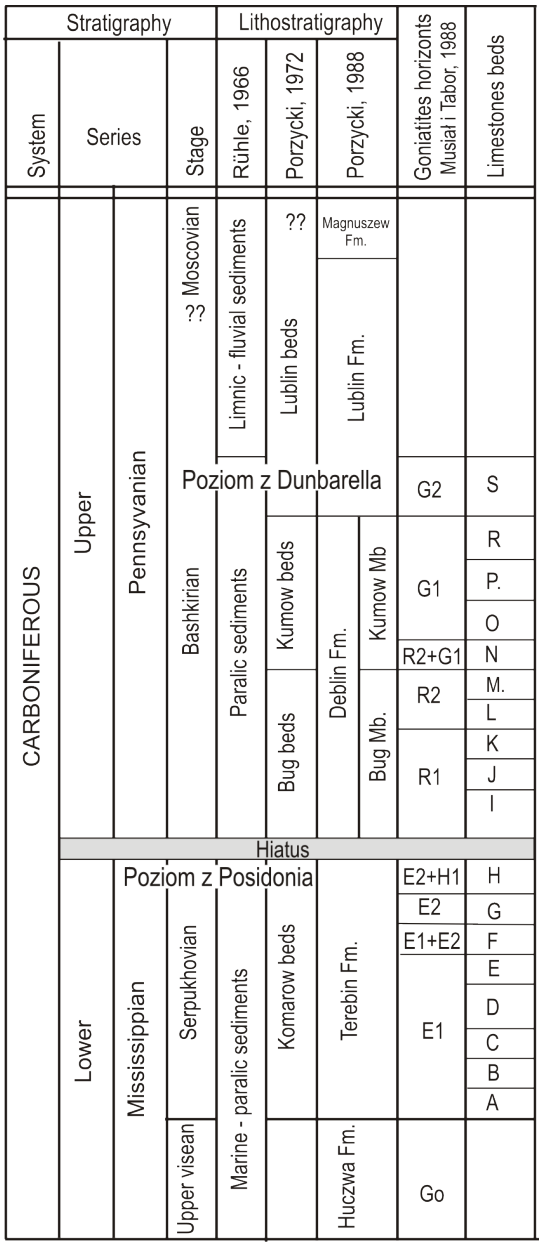


Fig. 2.4. Tabela stratygraficzna lubelskiego basenu karbońskiego (Zdanowski, 2007; uzupełnione).

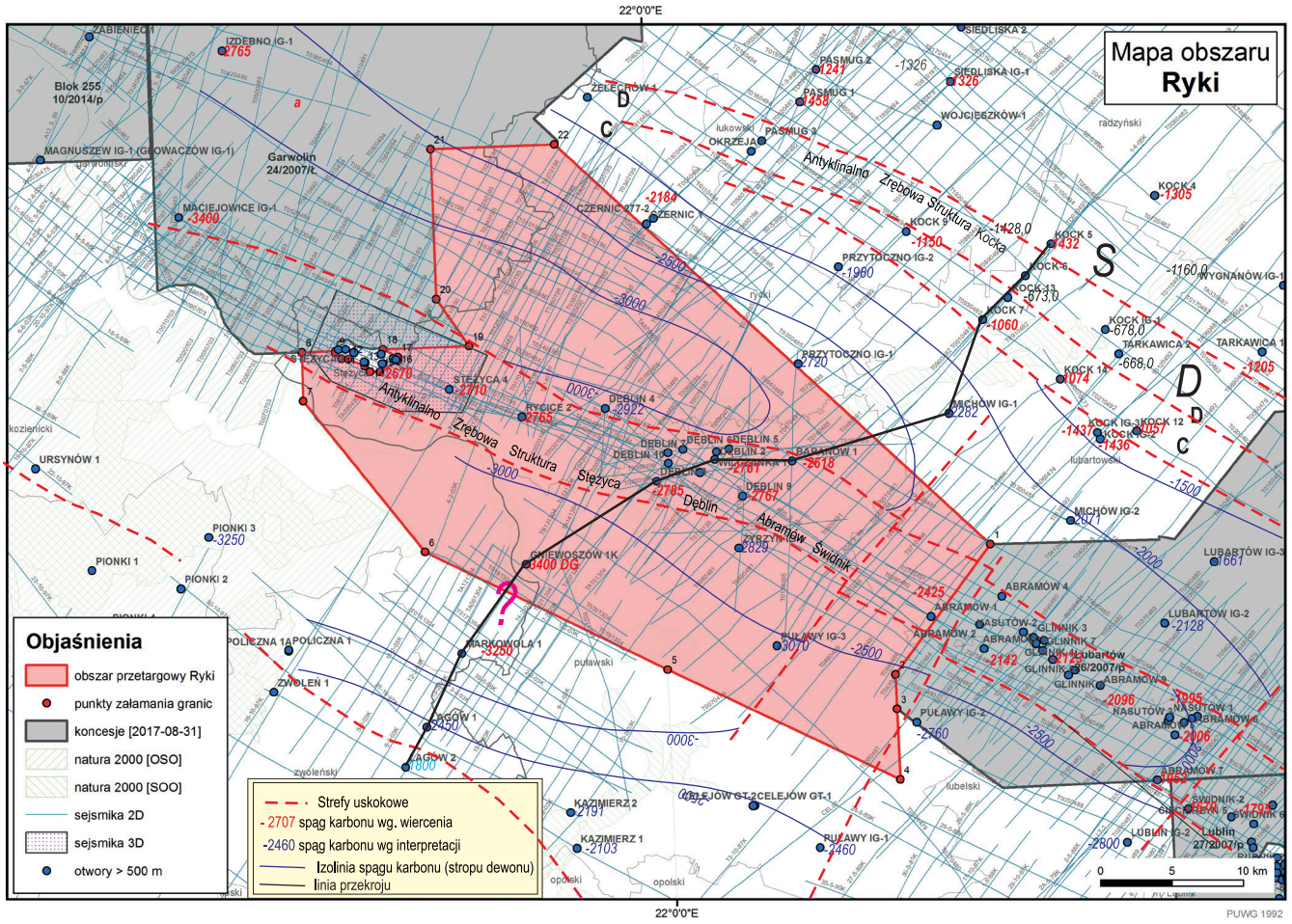


Fig. 2.5. Szkic strukturalny spągu karbonu (stropu dewonu).

analogię z wynikami wierceń pełnordzeniowych, zlokalizowanych na wschód od antyklinalno-zrębowej struktury Żelechów-Kock-Tyszowce (w skrócie struktura Kocka), można zakładać, że w profilu późnego wizenu, w jego dolnej części, występuje seria skał alitowych, boksytopodobnych, lokalnie z wkładkami boksytów. Skały te występują zazwyczaj w sąsiedztwie law bazaltowych o niewielkiej miąższości, których nie zauważono w trakcie interpretacji profilów otworów Dęblin. Wyższą część profilu budują naprzemianległe skały węglanowo-klastyczne z fauną morską, lokalnie przeławicane piaskowcami i cienkimi warstewkami węgla, w spągu których występują iłowce gruzłowate, z fragmentami systemów korzeniowych roślin węglotwórczych o charakterze gleb stigmariowych. Miąższość utworów wizenu w granicach obszaru przetargowego „Ryki", według wierceń Dęblin i Stężyca wynosi około 60–70 m i wykazuje tendencję redukcji w kierunku północno-zachodnim.

Serpuchow

Serpuchow, którego odpowiednikiem jest jednostka litostratygraficzna określana mianem formacji Terebina, na obszarze przetargowym „Ryki" zalega zgodnie na utworach wizenu, ale w układzie regionalnym zauważa się ułożenie przekraczające, co zostało udokumentowane w okolicach Łukowa. Profil serpuchowa, poznany w zasadzie wyłącznie w otworach bezrdzeniowych, zinterpretowany na podstawie pomiarów geofizycznych, jest zbudowany z iłowców morskich z fauną, przeławicanych, podobnie jak w innych regionach lubelskiego basenu karbońskiego, wkładkami osadów węglanowych często podścielonymi osadem węglowym (fitogenicznym) o miąższości do kilkudziesięciu centymetrów. W dolnej części profilu mogą występować mułowce i piaskowce o właściwościach kolektorskich („piaskowce poryckie"). Górną część profilu budują iłowce ciemnoszare, lokalnie czarne z wkładkami iłowców sapropelowych udokumentowane w otworze pełnordzeniowym Lublin IG-2 (Fig. 2.6). Ich cechą charakterystyczną jest obecność małżów morskich z rodzaju *Posidonia corrugata* (Musiał i Tabor, 1988; Musiał i in., 1995). Strop tych iłowców ma charakter abrazyjny, co jest wynikiem denudacji przypadającej na późny serpuchow i wczesny baszkir. Ta niezgodność stratygraficzna obserwowana jest w wielu basenach karbońskich, a dokumentują ją zarówno badania florystyczne, jak i faunistyczne (Zdanowski, 2007). Miąższość omawianej serii osadów w obszarze przetargowym „Ryki" wynosi około 250 m.

PÓŹNY KARBON – PENSYLWAN

Wczesny baszkir

Po wspomnianym okresie denudacji, spowodowanym działalnością fazy sudeckiej, na speneplenizowanej powierzchni różnowiekowych osadów wczesnego karbonu rozpoczęła się sedymentacja wczesnego baszkiru, której efektem jest miąższy kompleks osadów mułowcowych i piaskowcowych (Fig. 2.6), lokalnie z wkładkami wapieni i margli o miąższości nie przekraczającej 1 m. W dolnej części profilu występuje pakiet charakterystycznych piaskowców i mułowców o laminacji przekątnej w dużej skali, podkreślonej licznym nagromadzeniem blaszek muskowitu. Są to tzw. piaskowce

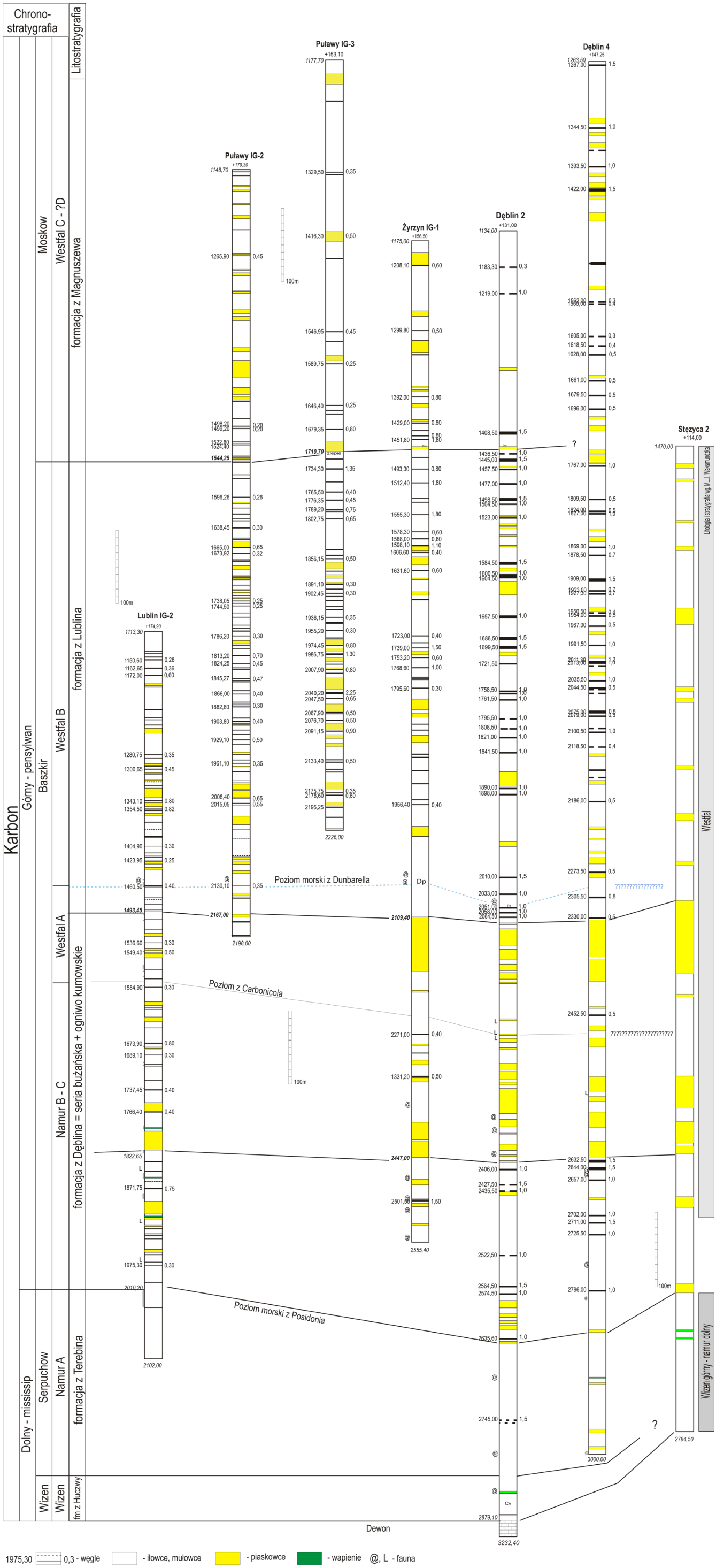


Fig. 2.6. Zestawienie profili karbonu na obszarze przetargowym „Ryki”. Lokalizacja otworów – patrz Fig. 2.7.

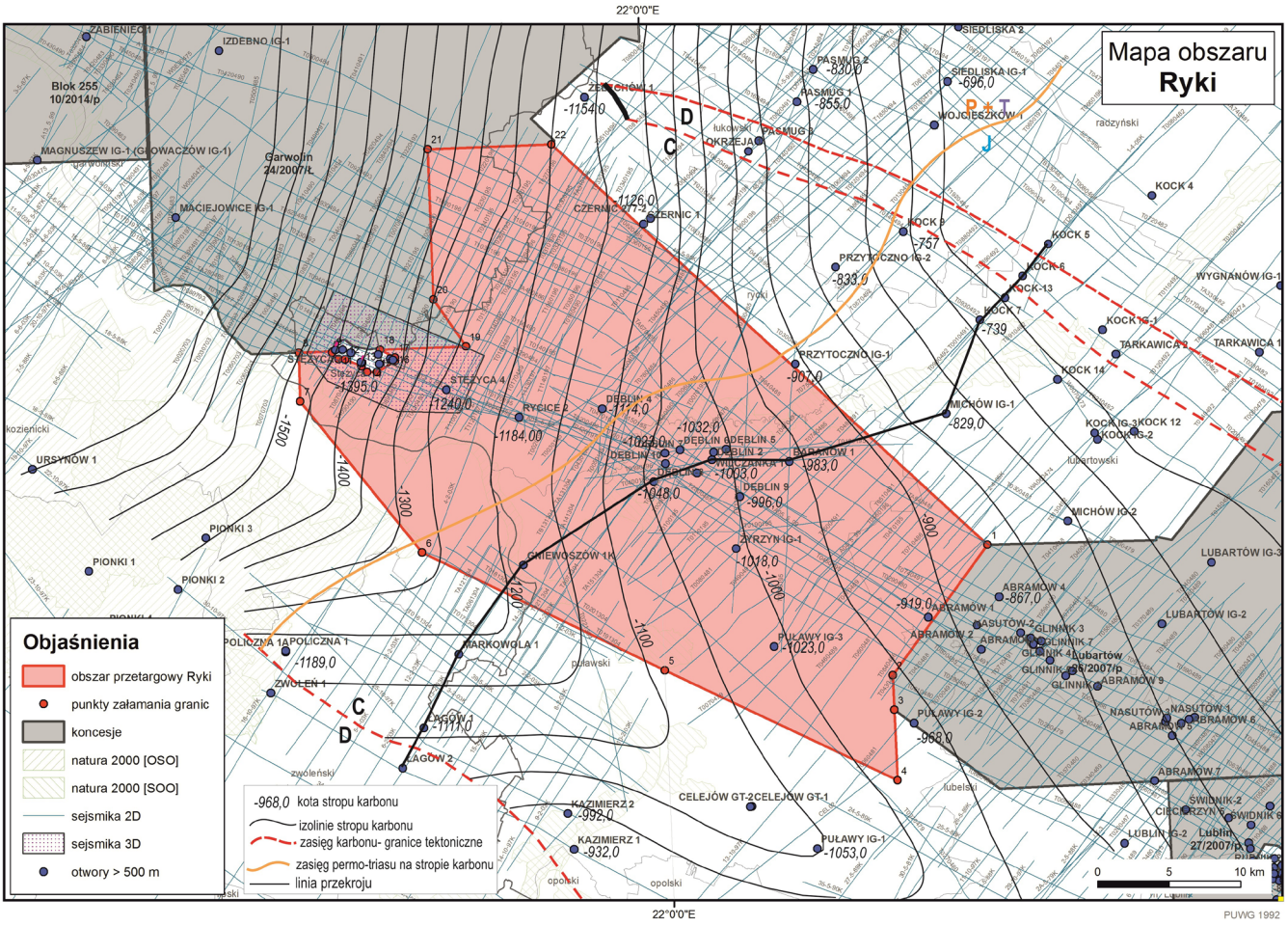


Fig. 2.7. Szkic strukturalny spągu karbonu (stropu dewonu).

srebrzyste, na spągu których wyznaczana jest dolna granica dwudzielnej formacji z Dęblina (ogniwa Bugu i Kumowa; Fig. 2.4). W ogniwie Bugu, powyżej piaskowców srebrzystych, w osadach mułowcowych występują pokłady węgla humusowego o miąższości, zinterpretowanej na podstawie pomiarów geofizycznych, około 1,0–1,5 m (otwory Dęblin). Otwory pełnordzeniowe wykonane na zewnątrz obszaru przetargowego wykazały występowanie pokładów węgla o miąższości nieprzekraczającej 0,75 m (otw. Lublin IG-2). W otworach Stężyca nie przeprowadzono interpretacji geologicznej pomiarów karotażowych, których celem byłoby określenie występowania pokładów węgla i ocena ich miąższości. Górna część formacji (ogniwo z Kumowa) jest zdecydowanie bardziej piaskowcowa, na co wskazują profile otworów Żyrzyn IG-1, Dęblin 2 i 4 oraz otwór Stężyca 2 zinterpretowany przez Waksmundzką (1997; Fig. 2.6). Poza piaskowcami w profilu omawianego ogniwa występują mułowce, rzadziej iłowce i pojedyncze pokłady węgla humusowego o miąższości do 0,8 m, jaką stwierdzono w sąsiednich otworach pełnordzeniowych. W środkowej części profilu występuje poziom fauny słodkowodnej z *Carbonicola pseudorobusta* (Musiał i Tabor, 1988), który wyznacza granicę namur B-C – westfal A. Miąższość formacji z Dęblina na obszarze przetargowym „Ryki” wynosi około 500 m.

Późny baszkir

Stratygraficznie zgodnie na piaskowcach kumowskich występuje 600-metrowej miąższości seria limno-fluwialnych osadów iłowcowo-mułowcowych z jedną warstwą iłowców morskich określaną jako poziom morski z *Dunbarella* (Fig. 2.6). Jest to najbardziej stały, doskonale korelujący się poziom w lubelskim basenie karbońskim, występujący w spągowej części formacji z Lublina, którego strop definiuje granicę westfalu A i B (wczesny/późny baszkir). Poniżej tego poziomu wśród iłowców i mułowców występuje do czterech warstw węgla humusowego, o miąższości lokalnie osiągającej ponad 1,0 m. Wyższa część profilu późnego baszkiru to podstawowa formacja węglonośna karbonu lubelskiego. Zbudowana jest ona z mułowców i iłowców z licznymi (ponad 100) wkładkami węgla humusowego o zmiennej budowie wewnętrznej i miąższości w granicach od 0,1 do lokalnie ponad 2,0 m. Profil ten jest dobrze rozpoznany wierceniami pełnordzeniowymi, potwierdzonymi badaniami geofizycznymi w otworach wykonanymi wokół obszaru przetargowego „Ryki” (Lublin IG-2, Puławy IG-1, 2 i 3, Michów IG-1 i 2, Przytoczno IG-1 i 2; Fig. 2.5–2.8). Można więc uznać, że na obszarze przetargowym profil będzie podobny, ale należy zaznaczyć, że interpretowane przed laty miąższości pokładów węgla w otworach Dęblin są zdecydowanie zawyżone. W otworach Stężyca dotychczas nie podano informacji o ilości i miąższości pokładów węgla. Wewnątrz tej serii węglonośnej lokalnie występują litosomy piaskowców, w przewadze drobnoziarnistych, o maksymalnej miąższości do 10–15 m.

Moskow

Moskow (formacja z Magnuszewa) to kontynuacja osadów limno-fluwialnych, o maksymalnej zachowanej miąższości przekraczającej 500 m. W profilu dominują iłowce przeławicane mułowcami i piaskowcami. Pokłady węgla występują

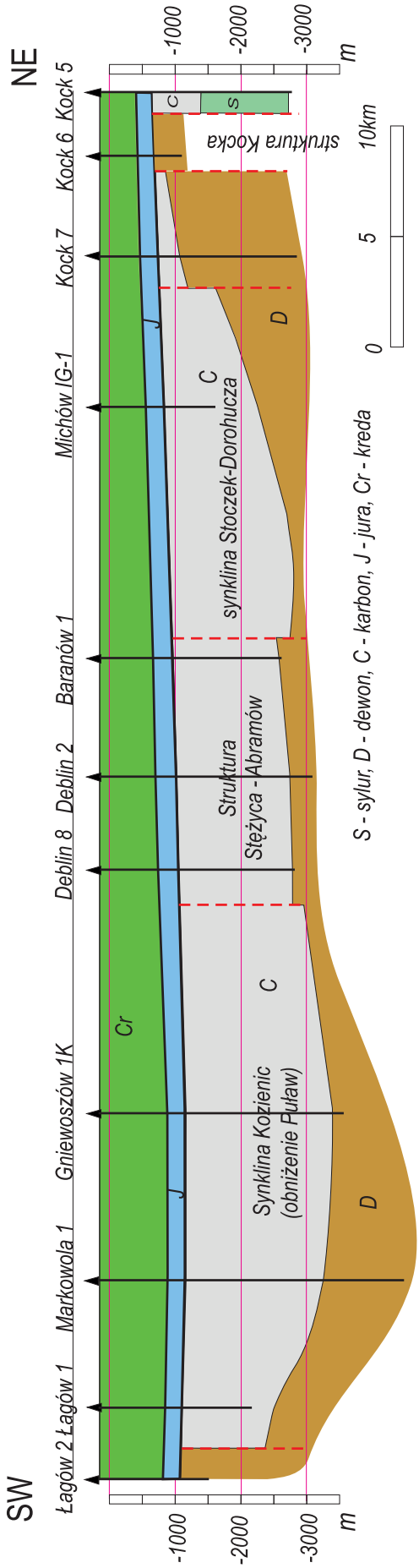


Fig. 2.8. Przekrój geologiczny – obszar „Ryki" wg. A. Zdanowskiego; lokalizacja na Fig. 2.5 i 2.7.

sporadycznie, a ich miąższość rzadko przekracza 0,5 m w otworach pełnordzeniowych. Wyinterpretowane wg krzywych karotażowych miąższości węgla w otworach Dęblin, w centrum obszaru przetargowego, należy uznać za sporo zawyżone i mało wiarygodne. Trzeba zaznaczyć, że wszystkie skały starsze od moskowu mają barwy wyłącznie różnych odcieni szarości, natomiast skały moskowu charakteryzują się barwami mieszanymi: szarymi, zielonymi, czerwonymi, brązowymi, fioletowymi i żółtymi. Barwy te, ślady spękań z wysychania osadu oraz odciski roślin bez zachowanej substancji węglowej świadczą o procesach wietrzeniowych w środowisku utleniającym.

Powierzchnia stropu karbonu powstała w wyniku ruchów górotwórczych fazy asturyjskiej orogenezy waryscyjskiej. Z osadów karbonu utworzone zostały formy fałdowe o kierunkach NW-SE, wśród których na pierwszy plan wysuwają się antyklinalno-zrębowa struktura Żelechów-Kock-Tyszowce, synklina Stoczek-Dorohucza, antyklinalno-zrębowa struktura Stężyca–Dęblin–Abramów–Świdnik i obniżenie Puław oraz kilka innych, mniejszych jednostek tektonicznych niemających związku z obszarem przetargowym „Ryki". W okresie późnokarbońskim i pokarbońskim a przedpermskim powstała powierzchnia karbonu w północno-zachodniej części lubelskiego basenu karbońskiego, aktualnie obniżająca się w kierunku W i NW pod kątem 1–3° w części północnej obszaru przetargowego od głębokości 950 m p.p.m. do 1500 m p.p.m. Na południe od linii zasięgu permu i triasu okres tworzenia powierzchni stropu karbonu trwał aż do środkowej jury. Speneplenizowana powierzchnia stropu karbonu zapada aktualnie w kierunku W i SW pod kątem 1–3° od głębokości 900 m p.p.m. do 1200 m p.p.m. (Fig. 2.7 i 2.8).

2.3.2. PETROGRAFIA I DIAGENEZA OSADÓW KARBOŃSKICH

Utwory karbonu są wykształcone głównie jako skały klastyczne reprezentowane przez mułowce z wkładkami piaskowców i iłowców. Rzadziej występują skały węglanowe – wapienie i syderyty.

Charakterystyka petrograficzna

Charakterystykę petrograficzną piaskowców (arenity i waki, wg Pettijohna i in., 1972) przedstawiono na podstawie analizy osadów karbonu w rejonie Stężycy (otwory wiertnicze: Stężyca 1, 2 3K i 4; Kozłowska, 2000, 2004, 2005; Kozłowska i Poprawa, 2004) oraz wybranych próbek z otworów wiertniczych: Abramów 6 i 7, Dęblin 7, Glinnik 2, Kock IG-2 oraz Wilczanka 1 (zobacz Wójcicki, 2013). Ponadto wykorzystano dane petrograficzne zamieszczone w następujących dokumentacjach wynikowych otworów: Wilczanka 1 (Bloch, 1991), Przytoczno IG-1 (Gurba, 1988), Puławy IG-3 (Gurba, 1990), Michów IG-1 (Gurba, 1987), Michów IG-2 (Gurba, 1986), Baranów 1 (Łącka i Liwosz, 1981) i Dęblin 10 (Kowalska-Łącka i Kruczak, 1981) oraz w opracowaniach archiwalnych: „Geological investigation of sidewall core and cutting samples from wells Poniatowa 317-1 and Czernic 277-2 (Poland)" – Anderson i in. (1999) i „Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego i ropy naftowej Stężyca w kat. B+C; dodatek nr 1" (Marcinkowski, 2002). Zagadnień petrograficznych utworów karbonu w rejonie obszaru przetargowego dotyczą również publikacje Rochewicza (1982) oraz Chabiery (1997a, b).

Piaskowce są reprezentowane przez arenity i waki. Wśród arenitów wyróżniono odmiany subarkozowe i kwarcowe, rzadziej sublityczne i arkozowe, przeważnie drobno- i średnioziarniste, o teksturze bezładnej. Waki reprezentują odmiany

subarkozowe i sublityczne bardzo drobno- i drobnoziarniste, często o teksturze kierunkowej podkreślonej ułożeniem materii organicznej, syderytu i blaszek łyszczyków.

Głównym składnikiem mineralnym szkieletu ziarnowego piaskowców jest kwarc. Przeciętnie stanowi on około 60–70% obj. skały. Ziarna kwarcu monokrystalicznego przeważają znacznie nad ziarnami kwarcu polikrystalicznego. Skalenie reprezentowane są głównie przez skalenie potasowe, rzadziej przez plagioklazy. Występują one w zmiennej ilości, przeciętnie około 6% obj. skały, lokalnie przekraczając 20% obj. skały. Zawartość łyszczyków, głównie muskowitu i biotytu, oraz chlorytów w piaskowcach jest zmienna. W arenitach wynosi ona od 0 do 3% obj. skały, natomiast w wakach ilość ich jest znacznie wyższa i przekracza 10% obj. Z minerałów ciężkich występują: cyrkon, tytan, rutyl, granat oraz apatyt. Zawartość litoklastów (głównie okruchy skał magmowych, z przewagą skał wulkanicznych nad głębinowymi, oraz okruchy skał metamorficznych – łupków – i osadowych – klastycznych) wynosi około 2% obj. skały.

Materiał detrytyczny najczęściej jest półobtoczony i na ogół dobrze wysortowany. W arenitach dominują kontakty punktowe, rzadziej wklęsło-wypukłe i proste. W wakach przeważają kontakty punktowe lub jest ich brak. Spoiwo złożone z matriksu i/lub cementu ma charakter porowy lub kontaktowy w arenitach, natomiast porowo-kontaktowy w wakach. Matriks najczęściej tworzą detrytyczne minerały ilaste lub ich mieszanina z pyłem kwarcowym, cement natomiast zbudowany jest z minerałów diagenetycznych. Wśród cementów powszechnie występuje kwarc autigeniczny (0–24,0% obj. skały) w formie obwódek syntaksjalnych (regeneracyjnych) na ziarnach kwarcu (Fig. 2.9A i B). Ponadto obserwowano węglany (0–35,4% obj. skały) tworzące cement porowy, wśród których dominują syderyt i ankeryt, rzadziej kalcyt (Fig. 2.9C). Stosowana nazwa syderyt odnosi się do minerałów szeregu izomorficznego $FeCO_3$–$MgCO_3$. Wśród nich przeważa syderoplesyt, rzadziej występują syderyt i pistomesyt (Kozłowska, 2004). Wyróżniono dwie generacje syderytów: wczesną i późną (Kozłowska, 1997, 2001, 2004). Kalcyt reprezentuje odmianę żelazistą; większe ilości kalcytu obserwowano głównie w dolnych częściach profili osadów karbonu. Autigeniczne minerały ilaste, reprezentowane głównie przez kaolinit (0–10,3% obj. skały) oraz lokalnie dickit (Dęblin 10, Stężyca 2), zarastają przestrzeń porową piaskowców (Fig. 2.9D). Rzadziej występują illit (0–0,3% obj. skały; Baranów 1, Dęblin 10, Wilczanka 1; Fig. 2.9E) oraz minerały mieszanopakietowe illit-smektyt (Baranów 1, Czernic 277-2, Dęblin 10, Michów IG-2, Stężyca 2). Chloryty (0–1,0% obj. skały), o wysokiej zawartości żelaza i znacznie niższej magnezu, występują najczęściej w formie obwódek na ziarnach (Fig. 2.9B), rzadziej wypełniają pory. Powszechnie, w niewielkich ilościach występują piryt (do 1% obj. skały) oraz wodorotlenki żelaza i hematyt (od 0 do 3% obj. skały). Lokalnie stwierdzono występowanie cementów siarczanowych: anhydrytu i barytu (Baranów 1, Dęblin 10, Wilczanka 1) w ilości ok. 1,0% obj. skały.

Porowatość piaskowców, uzyskana z analizy płytek cienkich nasączonych niebieską żywicą, waha się od 0 do 19,3% obj. skały, przeciętnie wynosi około 8%. Porowatością około 15% charakteryzują się piaskowce z otworów: Kock IG-2 i Stężyca 1 i 2. Piaskowce o porowatości około 10% są powszechne w otworach: Abramów 7, Dęblin 7, Glinnik 2 oraz Stężyca 1, 2, 3K i 4. Piaskowce o niższej porowatości (około 5%) występują w otworach: Stężyca 1, 2, 3K i 4 oraz Wilczanka IG-1. W badanych piaskowcach karbońskich porowatość pierwotna najczęściej przeważa nad porowatością wtórną, która jednakże miejscami może stanowić znaczną część porowatości całkowitej (Fig. 2.9F). Porowatość pierwotna w piaskowcach ulega silnej redukcji w wyniku kompakcji mechanicznej oraz cementacji. Jednakże występowanie wczesnych cementów, które tworzą obwódki na ziarnach, jak chloryty, syderyt i kwarc, przy niecałkowitym wypełnieniu przestrzeni międzyziarnowej w skale może przyczynić się do zachowania w niej części porowatości pierwotnej. Ponadto powszechna jest mikroporowatość między krystalitami autigenicznych minerałów ilastych, głównie kaolinitu (od 5 do 10% obj. skały). Porowatość wtórna tworzy się w wyniku rozpuszczania ziarn detrytycznych (głównie skaleni potasowych, rzadziej litoklastów) oraz w mniejszym stopniu cementów (głównie kwarcu autigenicznego, rzadziej ankerytu i Fe-kalcytu).

Skały aleurytowe reprezentowane są przez mułowce, mułowce piaszczyste i mułowce syderytowe. Często charakteryzują się teksturą kierunkową podkreśloną liniowym ułożeniem materii organicznej, łyszczyków i minerałów ilastych, syderytu i miejscami pirytu. Niekiedy syderyt wykształcony jest w formie sferolitów. Skład mineralny mułowców jest analogiczny do składu piaskowców. Miejscami występują odmiany mułowca wapnistego, niekiedy z fragmentami bioklastów. Skały pelitowe są reprezentowane przez iłowce, iłowce mułowcowe i iłowce syderytowe. Głównymi minerałami ilastymi mułowców i iłowców są kaolinit i illit, rzadziej minerały mieszanopakietowe illit-smektyt oraz chloryty. Lokalnie syderyt wykształcony jest w postaci sferolitów. Skały węglanowe reprezentowane są najczęściej przez syderyt i wapienie organogeniczne.

Charakterystyka petrofizyczna piaskowców

Wartości porowatości efektywnej i przepuszczalności piaskowców wahają się odpowiednio: od około 0 do 22,43% i od <0,001 do >1000 mD (Królikowski, 1969a, b; Bojarski i Krassowska, 1970; Stachurski, 1970; Królikowski i Żytkowski, 1971; Żytkowski, 1971; Kubicka i Kowalska-Łącka, 1972; Kowalska-Łącka i Kruczak, 1981; Łącka i Liwosz, 1981; Gurba, 1986, 1987, 1988, 1990; Bloch, 1991; Kozłowska, 1996, 1998, 2002; Narkiewicz, 1996, 2005; Anderson i in., 1999; Marcinkowski, 2002; Wójcicki, 2013. Wartości porowatości maleją ze wzrostem głębokości zalegania osadu. Wartości porowatości i przepuszczalności piaskowców z otworów wiertniczych usytuowanych na obszarze przetargowym (Fig. 2.5) zestawiono w Tab. 2.1, a z usytuowanych w pobliżu granicy obszaru przetargowego – w Tab. 2.2.

Na podstawie zestawionych wartości porowatości i przepuszczalności, badane piaskowce karbonu można zaklasyfikować do skał o dobrej porowatości (Jenyon, 1990) i dobrej przepuszczalności (Levorsen, 1956).

Procesy diagenetyczne a porowatość piaskowców

Z procesów diagenetycznych największy wpływ na porowatość piaskowców karbonu miały kompakcja, cementacja i rozpuszczanie. Podrzędne znaczenie miały zastępowanie i przeobrażanie.

Kompakcja mechaniczna jest procesem, który w sposób wyraźny zmniejszył porowatość pierwotną piaskowców. Jej efekty widoczne są w postaci ściślejszego upakowania szkieletu ziarnowego w skale oraz wygięcia blaszek łyszczyków i plastycznych okruchów skał.

Czynnikami hamującymi kompakcję mechaniczną były przewaga ziarn twardych nad plastycznymi oraz wytrącanie się wczesnych cementów obwódkowych (Fe-chloryty, syderyt i kwarc) na ziarnach. W rejonie Stężycy procent pierwotnej porowatości zredukowanej w piaskowcach przez kompakcję, wyliczony według Houseknechta (1987), wynosi przeciętnie około 40% i wskazuje na znaczny wpływ kompakcji mechanicznej. Wartość ta kształtuje się odpowiednio: Stężyca 1 – 49,4%, Stężyca 2

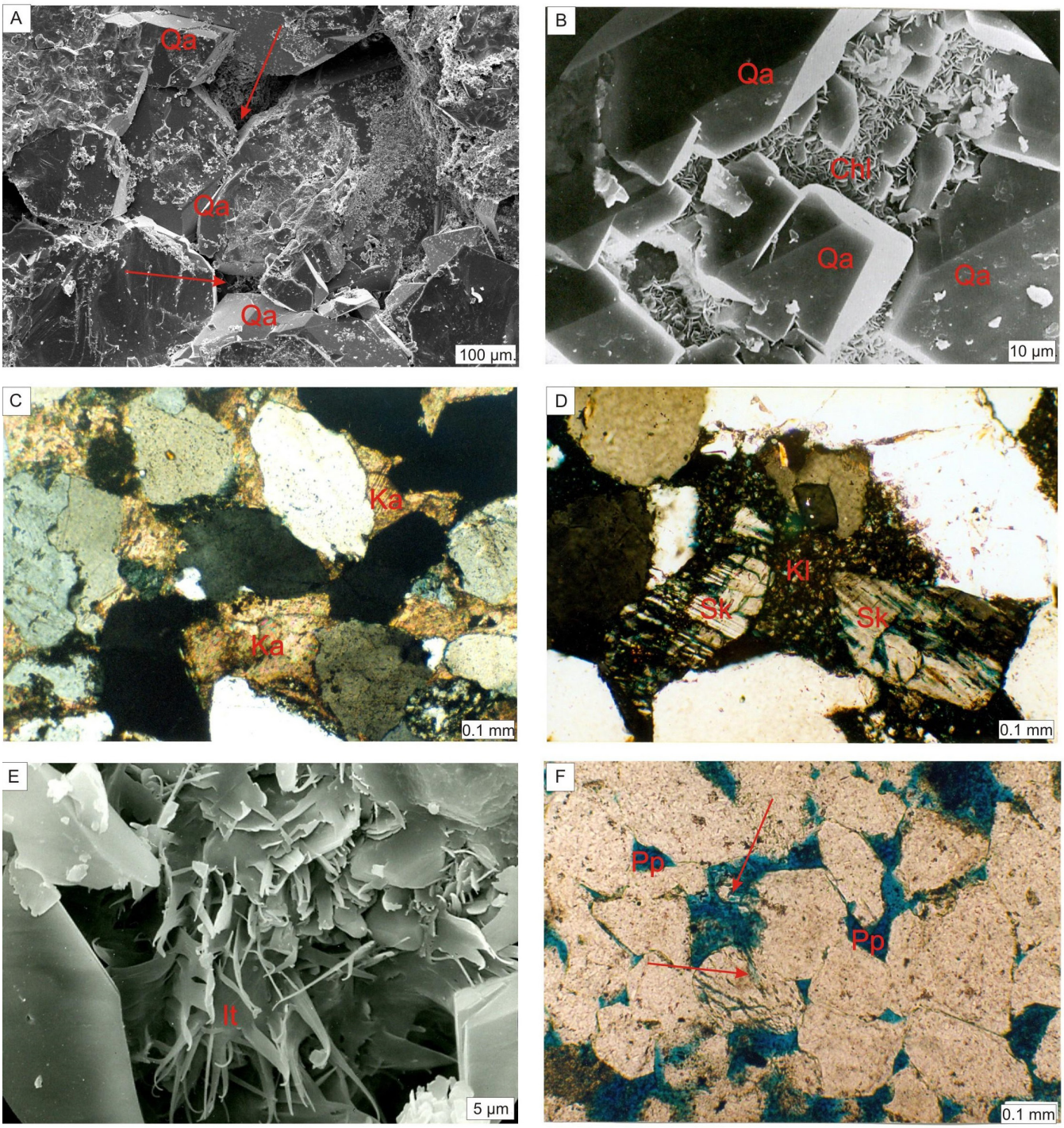


Fig. 2.9. Cementy w piaskowcach. **A.** Obwódki kwarcu autigenicznego (Qa) na ziarnach kwarcu; widoczna porowatość pomiędzy nimi (strzałki). Otwór Stężyca 2, głęb. 2436,7 m, obraz SEM. **B.** Obwódki Fe-chlorytu (Chl) na ziarnie kwarcu detrytycznego, porastane kwarcem autigenicznym (Qa). Otwór Stężyca 2, głęb. 2034,1 m, obraz SEM. **C.** Cement kalcytowy (Ka) w piaskowcu. Otwór Stężyca 2, głęb. 2474,0 m, nikole skrzyżowane. **D.** Skalenie potasowe (Sk) przeobrażone w kaolinit (Kl). Otwór Stężyca 1, głęb. 2436,7 m, nikole skrzyżowane. **E.** Włóknisty illit (It) w przestrzeni porowej piaskowca. Otwór Dęblin 10, głęb. 2409,8 m, obraz SEM. **F.** Piaskowiec impregnowany niebieską żywicą; widoczna pierwotna porowatość międzyziarnowa (Pp) i wtórna, powstała na skutek rozpuszczania skaleni (strzałki). Otwór Stężyca 2, głęb. 2315,2 m, bez analizatora. Kolekcja A. Kozłowskiej.

Tab. 2.1. Porowatości i przepuszczalności piaskowców z otworów wiertniczych usytuowanych na obszarze przetargowym „Ryki”.

Nazwa otworu	Wiek	Badany zakres głębokości (m)	Porowatość (%)	Przepuszczalność (mD)	Uwagi
Stężyca 1	namur	2324,45–2438,45 2311,8–2391,5 2466,25–2478,85	7,39–17,86 ~12,0 4,64–14,69 3,88–11,62 ~<10,0	7,39–17,86 ~12,0 4,64–14,69 3,88–11,62 ~<10,0	**2315,2–2330,7 gaz** ~Por. 12,84%; Prz. 59,84 mD
Stężyca 2	westfal	2034,1–2039,3	11,81–15,93	63,10	
	namur	2083,1–2351,7 2289,7–2346,6 2483,8–2675,1	5,45–14,84 ~12,0 1,31–14,91 7,12–10,06 ~9,0	0,08–59,95 ~5–10 0,001–34,028 0,13–0,87 ~<1	**2313,5–2331,7 gaz** ~Por. 12,65%; Prz. 24,07 mD
Stężyca 3K	namur	2109,2–2430,95 2508,1–2521,6	4,26–15,95 ~13,0 7,86–17,08 ~12,	0,63–157,54 ~ kilkadziesiąt 0,64–5,1 ~>1	**2355,0–2366,6 gaz** ~Por. 12,45%; Prz. 38,53 mD **2372,3–2376,5 czapa gazowa** ~Por. 10,88%; Prz. 12,54 mD **2376,5–2382,6 ropa** ~Por. 13,23%; Prz. 36,68 mD
	wizen	2717,5–2744,4	4,07–11,76	0,01–0,1	
Stężyca 4	namur	2102,5–2400,9 2490,1–2491,15	3,06–15,88 ~12,0 0,83–5,92 ~3,0	0,01–162,16 ~>10 0,01–114,85	
	wizen	2694,1–2697,5	1,27–4,91	<0,1	
Stężyca 5K	westfal	–	–	–	**1908,4–1932,2 gaz** **1949,0–1953,9 gaz** **1985,7–1991,1 gaz**
	namur	2440,5–2483,1	0,97–14,07 ~10,0	<0,01–109,37 ~kilkadziesiąt	
Stężyca 6K	westfal	2080,1–2084,05	12,52–16,36	n.o.	
	namur	2373,9–2420,5	8,08–14,34 ~12,0	n.o.	**2373,0–2393,0 gaz** ~Por. 12,42%; Prz. 35,10 mD **2394,7–2398,1 czapa gazowa** ~Por. 12,10%; Prz. 28,38 mD **2398,1 –2407,2 ropa** ~Por. 11,99%; Prz. 28,84 mD
Stężyca 7	westfal	1584,5–1941,0	8,51–16,45 ~14,0	n.o.	
	namur	2338,7–2356,7	10,76–12,02 ~11,0	n.o.	**2324,5–2331,0 gaz** ~Por. 13,99%; Prz. 46,63 mD
	wizen	2672,1–2675,9	2,16–8,67 ~5,0	n.o.	**2670,0 –2674,0 ropa** ~Por. 8,80%; Prz. 28,06 mD

– 45,3%, Stężyca 3K – 46,8% i Stężyca 4 – 38,9% (Kozłowska, 2005). Kompakcja chemiczna – rozpuszczanie pod wpływem ciśnienia i temperatury, nie odegrało większego znaczenia w lityfikacji osadów karbonu, prawdopodobnie w wyniku wczesnej cementacji skał kwarcem autigenicznym.

Cementacja jest również ważnym procesem diagenetycznym, który zredukował porowatość piaskowców. W cementacji piaskowców karbonu ważną rolę odegrały wczesne cementy, występujące w formie obwódek na ziarnach detrytycznych (Kozłowska, 2004). Cementy obwódkowe spajały osad, ograniczając działanie kompakcji mechanicznej, czego efektem było zachowanie części pierwotnej porowatości w skale. Jednakże grube obwódki kwarcowe wpłynęły ujemnie na porowatość piaskowców podobnie jak później krystalizujące węglany: syderyt, ankeryt i Fe-kalcyt. Kaolinit, z widoczną mikroporowatością między tabliczkami, występujący powszechnie, generalnie redukuje porowatość skały, jednak tworząc się kosztem przeobrażanych skaleni potasowych może ją zwiększyć. Illit włóknisty zarastający przestrzenie porowe wpływa na zmniejszenie porowatości i przepuszczalności piaskowców, ale jest on obserwowany lokalnie. Analiza wpływu cementów na porowatość wykazała, że generalnie maleje ona ze wzrostem ilości cementu węglanowego, natomiast często jest wyższa przy większej zawartości kwarcu autigenicznego, niekiedy również i cementu kaolinitowego (Kozłowska, 2003). Wyliczony procent pierwotnej porowatości zniszczony w piaskowcu przez cementację (według wzoru Houseknechta, 1987) wynosi przeciętnie około 35% w rejonie Stężycy. Uzyskane wartości przedstawiają się następująco Stężyca 1 – 33,9%, Stężyca 2 – 36,1%, Stężyca 3k – 33,0% i Stężyca 4 – 41,8% (Kozłowska, 2005).

Rozpuszczanie, którego efektem jest powstanie wtórnej porowatości w skale w wyniku rozpuszczania ziarn i cementów, miało pozytywny wpływ na porowatość piaskowców karbońskich.

Tab. 2.1. c.d.

Nazwa otworu	Wiek	Badany zakres głębokości (m)	Porowatość (%)	Przepuszczalność (mD)	Uwagi
Stężyca 8	westfal	1855,5–1937,3	9,89–17,83 ~15,0	n.o.	
	namur	2311,6–2351,1	8,40–14,88 ~11,0	n.o.	**2305,0–2333,0 gaz** ~Por. 13,56%; Prz. 40,46 mD
Stężyca 9	namur	2325,7–2338,2	10,04–13,68 ~12,0	n.o.	**2325,5–2333,0 gaz** ~Por. 12,42%; Prz. 26,53 mD
Dęblin 7	westfal	1463,0–1467,0	~8,0	n.prz.	
	namur	1872,0–2406,6 2302,9–2338,9	0,41–14,41 ~10,0 7,20–13,38	n.prz.–101,1 ~kilkadziesiąt 0,139–57,405	
Dęblin 10	westfal	1216,0–1817,0	3,98–18,45 ~10,0	0–23664,11	
	namur	2063,0–2581,0	0,14– 14,75 ~10,0	0,14– 14,75 ~10,0	2316,0–2391,0 piaskowce porowate; 2400,0–2436,0 potencjalny poziom zbiornikowy
Wilczanka 1	westfal	2104,0–2164,0 2094,5–2141,3	1,08–15,14 ~13,0 2,18–15,94 ~10,0	<0,1–>300 ~kilkadziesiąt 0,001–90,539	
	namur	2246,0– 2325,0 2337,0–2343,0 2246,4–2339,3 2327,2–2337,0 2484,2–2492,2	>0–12,20 ~kilka–10 1,35–15,25 ~10,0 0,08–9,81 ~1,0	<0,1–>10,3 ~1,00 0,001–14,425 <0,1–>6,9	głębiej piaskowce o lepszych właściwościach kolektorskich; piaskowce o złych właściwościach kolektorskich
Baranów 1	westfal	1333,0–1948,0	5,78–20,02 ~15,0	porowate >1000	piaskowce są dobrymi kolektorami
	namur	1982,0–2267,0 2267,0–2311,0	0,37–14,99 ~11,0 4,73–14,47 ~13,0	10,0–100,0 lok.>1000,0 10,0–100,0 lok.>1000,0	
Puławy IG-3	westfal	1198,5 –1688,9	<5–28,0 ~10,0	<0,1–1500,0 ~1,00?	piaskowce, na tle innych w rejonie, charakteryzują się podwyższonymi właściwościach filtracyjnymi
		1697,3–2194,0	<5–28,0 ~10,0	<0,1–1500,0 ~1,00?	
Abramów 1	westfal, namur	2229,6–2235,6	11,02	45,0	

Proces ten był najsilniej rozwinięty w ziarnach skaleni potasowych, w mniejszym stopniu w okruchach skał, kwarcu i łyszczykach. W obrębie cementów efekty procesów rozpuszczania widoczne są głównie w kwarcu autigenicznym, rzadziej w ankerycie, Fe-kalcycie i syderycie. Porowatość wtórna piaskowców w rejonie Stężycy maksymalnie dochodzi do 5% (Kozłowska, 2005) i powoduje wzrost porowatości całkowitej skały.

Zastępowanie jest powszechnym procesem w piaskowcach i jego efekty mogły zmniejszyć porowatość skały. Najczęściej ziarna: skaleni i łyszczyków, rzadziej litoklastów czy kwarcu oraz cementów: kwarcu i kaolinitu są zastępowane przez węglany.

Przeobrażanie jest procesem, którego efekty mogły zarówno zmniejszyć, jak i zwiększyć porowatość i przepuszczalność piaskowca (Kozłowska, 2004). Wydaje się, że pozytywny wpływ na właściwości filtracyjne piaskowców ma, powszechnie obserwowana, kaolinityzacja skaleni potasowych i łyszczyków.

Podsumowanie i ocena właściwości zbiornikowych piaskowców

Procesy diagenetyczne zachodziły w osadach karbonu w eodiagenezie (temperatura do 50°C) i mezodiagenezie (temperatura >50°C; Kozłowska, 2004).

W eodiagenezie do najważniejszych cementów należą: obwódki Fe-chlorytu, syderyt oraz kaolinit robakowaty oraz syntaksjalne obwódki kwarcowe. Minerałami autigenicznymi o niewielkim znaczeniu ilościowym są wodorotlenki żelaza i hematyt oraz piryt. W mezodiagenezie pojawił się kaolinit blokowy oraz krystalizował ankeryt. Następnie tworzył się albit oraz wytrącał Fe-kalcyt. Lokalnie krystalizowały anhydryt i baryt. Jako ostatni tworzył się illit włóknisty, którego obecność, na jego początkowym etapie rozwoju, obserwowano m.in. w profilu otworu Dęblin 10.

Na maksymalne temperatury >100°C w rejonie Stężycy wskazują wyniki badań inkluzji fluidalnych (zob. Roedder,

Tab. 2.2. Porowatości i przepuszczalności piaskowców z otworów wiertniczych usytuowanych w pobliżu granicy obszaru przetargowego „Ryki”.

Nazwa otworu	Wiek	Badany zakres głębokości (m)	Porowatość (%)	Przepuszczalność (mD)	Uwagi
Czernic 1	westfal, namur	1750,7–1757,2	9,27	n.prz.	
Czernic 277-2	karbon	2380,0–2965,0	0,1–3,9 ~ 1,87	0,001–1,69 ~ 0,159	słabe właściwości zbiornikowe
Przytoczno IG-1	westfal	1186,5–2072,3	4,35–24,59 ~15,0	<0,1–11,25 ~1,00	piaskowce, na tle innych w rejonie, charakteryzują się podwyższonymi właściwościami filtracyjnymi – są przesłanki, że mogą mieć na to wpływ zjawiska tektoniczne, a nie litologia
Abramów 4	westfal, namur	1504,6–1510,6 1566,8–1572,8	1,05 15,06	n.prz. 26,4	
Abramów 2	westfal, namur	2051,5–2073	7,9–11,8	0–13,7	znaczne nasycenie bituminami
Abramów 6	karbon	1113–1318,5	1,23–12,80	0,001–4,518	
Glinnik 2	karbon	1900,8–2113,3	2,22–14,42	0,001–146,106	
Michów IG-1	westfal	966,7–1734,8	0–24 ~12–24	<0,1–12	wartości porowatości efektywnej są jednymi z najwyższych na tle innych w rejonie
Michów IG-2	westfal	972,4–1603,6	5,2–23,8 ~15	<0,1–26 ~>1,00	
	namur	1606,8–1632,0	<10	<0,1–1,9	
Kock IG-2	westfal	858,0–1046,0	2,8–21,6	<1–1400	wartości wzrastają ku dołowi
	namur	1046,0–1373,0 1117,1–1288,6 1364,7–1375,9	0,85–12,02 2,01–19,89 14,54–20,44	<0,1 0,001–83,894 75,584–644,762	
	wizen	1375,3	20,03	870	

1984) w cemencie kwarcowym – 113°C (Kozłowska, 2000, 2004; Kozłowska i Poprawa, 2004). Natomiast występowanie dickitu, w części środkowej profilu otworu Stężyca 2 (Kozłowska, 2004) i w otworze Dęblin 10 (Kowalska-Łącka i Kruczak, 1981), wskazuje na lokalny wzrost temperatury do około 120°C.

Migracja węglowodorów w tym rejonie wiązana jest z inwersją tektoniczną na przełomie karbonu i permu (Such, 2000). Występowanie bituminów w utworach karbonu stwierdzono w rejonie Stężycy (Żywiecki i in., 1997). Badania inkluzji węglowodorowych w cemencie kwarcowym w otworze Stężyca 2 wykazały temperaturę homogenizacji węglowodorów około 60°C (Kozłowska, 2000, 2004; Kozłowska i Poprawa, 2004).

Piaskowce karbonu w rejonie Stężycy, o przeciętnej porowatości około 12%, wykazują dobre właściwości zbiornikowe. Należą one do namuru, a tylko nieliczne próbki do westfalu. Najwyższą porowatość, najczęściej około 13%, obserwujemy w westfalu i namurze C i B, niższą w namurze A – przeciętnie około 6% i prawie zerową w wizenie (Kozłowska, 2000, 2005).

Analiza wpływu kompakcji i cementacji na redukcję porowatości piaskowców (wg Houseknechta, 1987) pokazała, że kompakcja zmniejszyła porowatości przeciętnie o 45%, a cementacja o 36%. W osadach otworów wiertniczych Stężyca 1, 2, 3K zaznacza się przewaga kompakcji nad cementacją, natomiast w otworze Stężyca 4 wpływ obu procesów był porównywalny. Obserwujemy wyraźny wzrost wpływu kompakcji i spadek udziału cementacji w redukcji porowatości w kierunku spągu osadów karbonu. W piaskowcach westfalu A rola cementacji (42%) przeważa nad kompakcją (35%), natomiast poniżej obserwujemy przewagę znaczenia kompakcji nad cementacją, które wynoszą odpowiednio: w namurze C i B – 45 i 36%, a w namurze A – 52 i 35% (Kozłowska, 2005).

2.3. TRIAS

W planie struktur mezozoicznych obszar przetargowy „Ryki” jest położony w północno-wschodnim obrzeżeniu niecki puławskiej (Narkiewicz i Dadlez, 2008). Osady triasu występują jedynie w północno-zachodniej części obszaru „Ryki”. Linię współczesnego zasięgu triasu można w przybliżeniu poprowadzić między otworami Zwoleń 1, Rycice 2 i Żelechów 1 (CBDG, 2017). Brak osadów tego systemu na pozostałej części obszaru spowodowany jest erozją skrajnie brzeżnej południowo-wschodniej części basenu triasowego (Szyperko-Teller i in., 1997; Gajewska i in., 1997; Deczkowski i in., 1997). Miąższość triasu waha się od niecałych 70 m w otworze Rycice 2 do ok. 180 m w rejonie złoża Stężyca. W otworze Żelechów 1, położonym kilka kilometrów na północ od granicy obszaru, wynosi ona ok. 160 m. Strop triasu położony jest na głębokości ok. 1200–1300 m p.p.m. i zapada łagodnie ku centrum niecki puławskiej.

Zasadniczą część profilu triasu tworzą osady triasu górnego o miąższości ok. 30–120 m, wykształcone w postaci przewarstwiających się piaskowców, mułowców i iłowców. Mułowce często rozpadają się bulasto. Piaskowce mają różną barwę od jasnoszarej czy różowawej po brunatną i wiśniową (Senkowicz, 1969). Proporcje udziału piaskowców i osadów drobnoklastycznych są bardzo zmienne. W rejonie złoża Stężyca w profilu

przeważają piaskowce, podczas gdy w otworze Rycice 2 dominują iłowce i mułowce. Miąższość triasu środkowego jest bardziej wyrównana i wynosi od ok. 25 m do ok. 50 m. W rejonie złoża Stężyca i otworu Stężyca 4 niższą część lub cały profil triasu środkowego tworzą charakterystyczne, głównie szare osady węglanowe (wapienie, margle) wapienia muszlowego. W rejonie otworów Rycice 2 oraz Żelechów 1 brak jest osadów węglanowych w profilu triasu. Trias dolny jest prawie zupełnie zredukowany na omawianym obszarze. W otworze Stężyca 4 nie został on w ogóle wydzielony, a w pozostałych otworach obszaru jego miąższość nie przekracza 15 m. Wykształcony jest on, podobnie jak trias górny, w postaci przewarstwiających się w różnych proporcjach piaskowców (głównie drobnoziarnistych), mułowców i iłowców. Przeważają barwy czerwone i brunatno-czerwone. Miąższość triasu dolnego szybko wzrasta ku północnemu zachodowi. W otworze Maciejowice IG-1, położonym kilkanaście kilometrów od granicy obszaru „Ryki", wynosi ona już 165 m.

Chronostratygrafia osadów triasu, w tym podział na trias dolny, środkowy i górny, jest problematyczna w skrajnie brzeżnych partiach basenu triasowego, w tym w rejonie obszaru „Ryki". W sąsiadującym od północy otworze Żelechów 1 osady triasu nie zostały szczegółowiej rozpoziomowane. Depozycja osadów triasu odbywała się głównie w środowiskach lądowych, fluwialnych. Jedynie osady wapienia muszlowego reprezentują proksymalną strefę płytkiego zbiornika morskiego (Iwanow, 1998; Iwanow i Kiersnowski, 1998).

2.4. JURA

Na obszarze przetargowym „Ryki" utwory jurajskie leżą bezpośrednio na utworach karbonu; jedynie w najbardziej północno-zachodniej części obszaru (rejon Stężycy i wiercenia Czernic 1) w spągu pojawiają się utwory triasu górnego. Stwierdzona tu luka stratygraficzna ma duży zasięg czasowy, obejmujący na znacznym obszarze perm, trias i wczesną jurę oraz częściowo również jurę środkową; ma charakter zarówno sedymentacyjny, jak i erozyjny. Profil jury jest tu niepełny. Obszar położony jest poza rejonem występowania utworów jury dolnej, więc obecności utworów tego wieku nie należy się spodziewać. Profile jury środkowej i górnej są natomiast zredukowane; profil jury środkowej obejmuje utwory górnego batonu i keloweju, które leżą w ciągłości sedymentacyjnej z utworami jury górnej, reprezentowanymi przez oksford i dolny odcinek kimerydu. Utworów młodszej jury górnej (górne części kimerydu i tytonu) również brakuje na omawianym obszarze. Zostały one usunięte w wyniku erozji przedpóźnokredowej. Powyżej powierzchni nieciągłości utwory jurajskie przykryte są bezpośrednio przez piaskowce albu (kreda).

Spągowa powierzchnia jurajska występuje na obszarze „Ryki" na głębokości od 1074,0 m w otworze Przytoczno IG-1 (położonym w najbardziej północno-wschodniej części obszaru) do 1176,0 m w otworze Dęblin 10 (część centralna). Jeszcze głębiej zalega ona w rejonie wierceń położonych w zachodniej części obszaru, gdzie udokumentowana została wierceniami wykonanymi przez PGNiG w latach 90. XX w. Występuje ona tam na głębokości ponad 1200 m w otworze Rycice 2 i nieco ponad 1300 m w rejonie wierceń Stężyca 1–8. Ogólnie na obszarze przetargowym jurajska powierzchnia spągowa zapada się w sposób monoklinalny z kierunku NE ku SW.

Profil jury rozpoczyna kilku-, rzadziej kilkunastometrowy kompleks piaskowców drobnoziarnistych, o spoiwie wapnistym, miejscami dolomitycznych, barwy szarej lub z domieszką pyłu limonitowego i konkrecjami limonitowymi, barwy szaro-rdzawej. W otworach wiertniczych, w których granica karbon-jura została przerdzeniowana (Puławy IG 3, Żyrzyn IG-1), w spągu tego kompleksu stwierdzono warstwę zlepieńca złożonego z otoczaków piaskowca, pyłu, ooidów i polew limonitowych oraz szczątków fauny, częściowo również zlimonityzowanej (Niemczycka, 1966). Spoiwo w zlepieńcu jest mułowcowo-wapniste. Ku górze piaskowce przechodzą stopniowo w wapienie piaszczyste również z limonitem, a następnie w kompleks wapieni organodetrytycznych, krynoidowych, z ooidami limonitowymi i rozproszonym limonitem. Kompleks węglanowy ma zazwyczaj od 20 do 30 m miąższości, jedynie w wierceniu Abramów 1 nie przekracza 15 m. Dokładny wiek utworów jury środkowej jest trudny do ustalenia na podstawie korelacji regionalnych i obecności słabo zachowanej i nielicznej mikrofauny w otworach całej Lubelszczyzny, przyjmuje się, że jest to górny baton i kelowej (Niemczycka, 1978; Dayczak-Calikowska i in., 1997).

W stropie kompleksu wapiennego w otworze Żyrzyn IG-1 stwierdzono obecność tzw. warstwy bulastej o miąższości 0,6 m, wapienno-piaszczystej, o teksturze gruzłowej, z gruzłami wapieni gąbkowych, rozproszonym limonitem i glaukonitem, konkrecjami fosforanowymi, ooidami żelazistymi i licznymi fragmentami fauny amonitowej i małżowej (Niemczycka, 1966, 1976a). Jest to osad skondensowany wiekowo reprezentujący najwyższy kelowej i być może najniższy oksford. Podobnie w wierceniu Puławy IG-3 stwierdzono warstwę bulastą o miąższości 0,1 m (Niemczycka, 1990).

Jura górna obejmuje utwory oksfordu i dolnego odcinka kimerydu. W profilu oksfordu obserwuje się występowanie różnego typu wapieni. Najniższą część profilu tworzą wapienie gąbkowe, barwy jasnoszarej, zbite, częściowo skrzemionkowane, z krzemieniami i czertami. Wydzielane są one jako formacja kraśnicka (Niemczycka, 1976b, 1997), która w omawianym rejonie osiąga miąższość około 55–65 m. Powyżej pojawiają się wapienie organodetrytyczne z koralami, wydzielane jako formacja koralowcowa, lub wapienie krynoidowe, wydzielane jako formacja jasieniecka. Najwyższą część oksfordu budują wapienie oolitowe i wapienie pelityczne tworzące formację bełżycką o miąższości 150–187 m. Łączna miąższość oksfordu na obszarze przetargowym „Ryki" wynosi od około 215 m w południowo-wschodniej części do prawie 300 m w rejonie Stężycy (Żelichowski i Kozłowski, 1983; CBDG, 2017). Utwory kimerydu wykształcone są w postaci margli i wapieni marglistych. Reprezentują one formację głowaczowską, która na omawianym obszarze ma miąższość od kilkunastu metrów w pobliżu NE granicy bloku przetargowego do 70 m w rejonie południowo-zachodnim i zachodnim. Takie zróżnicowanie miąższości utworów kimerydu jest wynikiem coraz większej erozji utworów jurajskich w miarę posuwania się w kierunku NE.

Powierzchnia stropowa utworów jurajskich najpłycej – na głębokości 782,2 m – stwierdzona została w otworze Przytoczno IG-1. Analiza danych ze wszystkich otworów wiertniczych wskazuje, że nachylona jest ona w kierunku SW tak, że w otworze Puławy IG-3 występuje ona na głębokości 865,3 m, a dalej ku zachodowi (rejon Stężycy) na głębokości nieco powyżej 900 m (CBDG, 2017).

2.5. KREDA

Miąższość utworów kredy na obszarze przetargowym „Ryki" waha się w granicach od około 600 do ponad 800 m i maleje w kierunku północno-wschodnim. Kreda leży niezgodnie na zdenudowanej powierzchni utworów jury górnej. Na obszarze tym występują jedynie utwory albu górnego (kreda dolna) oraz kredy górnej reprezentowanej przez piętra

począwszy od cenomanu po mastrycht (Krassowska, 1986). W strefie zachodniej (rejon Stężycy) istnieje prawdopodobieństwo, że najniższa część serii piaszczystej może reprezentować alb środkowy. Kredowy megacykl depozycyjny epikontynentalnego kredowego basenu sedymentacyjnego Niżu Polskiego kończą utwory danu. Granice pomiędzy piętrami wyznaczono umownie na podstawie korelacji z sąsiednimi obszarami, opierając się przede wszystkim na podobieństwach litologicznych i miąższościowych oraz charakterystyce petrofizycznej skał w otworach odwierconych w sąsiedztwie niecki lubelskiej, a także danych paleontologicznych (inoceramy, amonity, otwornice). Obszar niecki lubelskiej i SE części niecki warszawskiej ma dość dobrą dokumentację biostratygraficzną.

Kredę rozpoczynają utwory albu, przypuszczalnie albu górnego, którego miąższość wykazuje znaczne zróżnicowanie szczególnie w rejonie otworów Dęblin, wahając się od kilku do około 30 metrów. Alb jest reprezentowany przez transgresywne piaskowce margliste i margle piaszczyste z konkrecjami fosforytowymi.

Profil cenomanu (ok. 20 m miąższości) jest reprezentowany w spągu przez margle piaszczyste, często z konkrecjami fosforytowymi, przechodzące szybko w wapienie margliste i wapienie organodetrytyczne z fauną *Inoceramus* (tzw. wapienie inoceramowe) o wysokiej zawartości $CaCO_3$.

Turon – niższy koniak (90–120 m) rozpoczynają na ogół wapienie organodetrytyczne z fauną *Inoceramus*, analogiczne do tych znanych z cenomanu. Powyżej występują białe i jasnoszare wapienie i wapienie margliste biomikrytowe (z dużą ilością oligostegin) z czertami i krzemieniami, stylolitami i cienkimi warstewkami oraz laminami margli.

Wyższy koniak (30–40 m) jest reprezentowany przez wapienie margliste i margle. W rejonie Stężycy obserwuje się nieco większy udział margli w profilu.

Santon (70–130 m) również budują wapienie margliste oraz margle, które są nieco bardziej powszechne w części zachodniej obszaru „Ryki”. Miąższość santonu wyraźnie rośnie od NE ku SW.

Kampan (130–180 m) jest reprezentowany przez jasnoszare i białe wapienie margliste, smugowane i laminowane. Podobnie jak w przypadku santonu, miąższość kampanu również wyraźnie rośnie od NE ku SW.

Charakterystyczną cechą sukcesji kredowej na tym obszarze jest duża miąższość mastrychtu, która wynosi ponad 300 m, a w części południowo-zachodniej nawet przekracza 400 m. Mastrycht dolny wykazuje dwudzielność litologiczną. Część niższą budują jasnoszare i białe margle. Część wyższa jest reprezentowana przez wapienie margliste i tzw. wapienie kredopodobne oraz kredę piszącą marglistą. W górnym mastrychcie występuje znaczne zróżnicowanie litologiczne profilu. W niższej części dominuje kreda pisząca, kreda pisząca marglista i wapienie kredopodobne, w wyższej zaś w kredzie piszącej pojawiają się wkładki margli, a powyżej występują margle i opoki. W wyższym mastrychcie stwierdzono poziom twardego dna (np. otwory wiertnicze Żyrzyn IG-1 i Abramów 2).

Tektonika utworów kredy górnej jest na tym obszarze spokojna; nie stwierdza się tu obecności uskoków. Upady warstw są niewielkie, często warstwy leżą niemal poziomo. Paleozoiczny ciąg strukturalny Abramów–Dęblin–Maciejowice zaznacza się bardzo słabo na powierzchni strukturalnej spągu kredy. Miąższości kredy maleją z południowego zachodu ku północnemu wschodowi. Sekwencja osadowa kredy powstała w jednym megacyklu depozycyjnym rozpoczętym tu w albie (środkowym?-późnym), a zakończonym w danie (wczesnym paleocenie). Sekwencja ta w przeważającej części zbudowana jest z utworów węglanowych z dominującym udziałem wapieni i kredy piszącej. Jedynie w najwyższym mastrychcie i danie występują skały węglanowo-krzemionkowe (opoki, gezy), a w albie piaski kwarcowo-glaukonitowe związane z fazą transgresywną w basenie.

2.6. KENOZOIK

Na obszarze przetargowym „Ryki” na osadach kredowych spoczywają utwory kenozoiku: paleogenu, neogenu i czwartorzędu. Ich całkowita miąższość dochodzi do 187,5 m w otworze wiertniczym Czernic 1 (na granicy obszaru przetargowego) i maleje w kierunku SE do 71 m w otworze Puławy IG-3. W profilach Stężyca 1–9 osady kenozoiku nie zostały rozdzielone.

Paleogen i neogen

Osady paleogenu i neogenu w analizowanych profilach wiertniczych mają miąższość wynoszącą od 36,5 m w otworze Puławy IG-3 do 140,5 m w otworze Czernic 1.

Utwory najstarszego paleogenu – danu (paleocenu dolnego) - reprezentowane są przez opoki, gezy, mułki wapniste i mułki o miąższościach nieprzekraczających 50 m. Stropowa powierzchnia danu jest erozyjna.

Wyżej leżące utwory wykształcone są w postaci: zielonych iłów, piasków z domieszką żwirku, niekiedy z glaukonitem, glin rzadziej margli, gez, opok. Utwory paleogenu i neogenu w części rowu lubelskiego zostały zerodowane, co stwierdzono m. in. w otworach wiertniczych Kock IG-1 i Opole Lubelskie IG-1 (poza obszarem „Ryki”).

Czwartorzęd

Utwory czwartorzędowe występują niemal na całym obszarze przetargowym „Ryki”. Ich miąższość jest niewielka i w analizowanych otworach wynosi zwykle ok. 40 m. Najmniejszą miąższość odnotowano w otworach Dęblin 4 i Baranów 1 (25 m), a największą w Przytocznie IG-1 (58,5 m). Osady czwartorzędowe to piaski i żwiry.

2.7. HYDROGEOLOGIA – WODY PODZIEMNE

Obszar przetargowy „Ryki” położony jest w subregionie hydrogeologicznym środkowej Wisły nizinnym (Paczyński, 1995; Paczyński i Sadurski, 2007). Wody podziemne na obszarze przetargowym występują w utworach: czwartorzędowych, czwartorzędowo-paleogeńskich, czwartorzędowo-kredowych, paleogeńsko-kredowych i kredowych (Fig. 2.10). Wody podziemne wykazują łączność hydrauliczną między utworami różnego wieku, stąd obecność złożonych zbiorowisk wód podziemnych. Charakter użytkowy mają najczęściej połączone zbiorowiska wód podziemnych tworzące złożone systemy a największe znaczenie użytkowe mają wody piętra kredowego oraz oligoceńskiego.

Poziom czwartorzędowy

Wody podziemne poziomu czwartorzędowego występują w obrębie utworów doliny Wisły i Wieprza (także utwory dolin kopalnych) oraz na obszarze wysoczyzny plejstoceńskiej. W obrębie dolin rzecznych występują piaski różnoziarniste z domieszką żwirów i otoczaków pochodzenia rzecznego i rzeczno-lodowcowego. Miąższość poziomu wynosi od kliku do kilkudziesięciu metrów. Zwierciadło występuje na głębo-

kości od 1 do 6 m i ma charakter swobodny. Na obszarze wysoczyzny wody podziemne związane są z piaskami wodnolodowcowymi o miąższości od 5 do 12 m. Głębokość położenia zwierciadła wynosi od kilku do 30–40 m i ma charakter napięty, a lokalnie swobodny. Zasilanie poziomu następuje na podstawie bezpośredniej infiltracji opadów, a w przypadku głęboko wciętych dolin kopalnych – poprzez ascenzyjne przesączanie z poziomu niższego.

Poziom paleogeński (oligoceński)

Poziom oligoceński występuje w centralnej części obszaru „Ryki" w rejonie miejscowości Ryki i Baranów. Głównym poziomem wodonośnym są drobnoziarniste piaski oligoceńskie, o miąższości od 6,5 do 15 m. Głębokość do zwierciadła wody podziemnej wynosi od 40 m do ok. 130 m. Zwierciadło wód jest napięte i stabilizuje się na głębokości kilku – kilkunastu metrów, współkształtnie do morfologii terenu oraz na podobnej głębokości do zwierciadła wód piętra czwartorzędowego, co świadczy o istnieniu więzy hydraulicznej między tymi poziomami. Zasilanie wód odbywa się głównie poprzez przesączanie z wyżej leżących poziomów czwartorzędowych i mioceńskich. W rejonie arkusza Baranów *Mapy hydrogeologicznej Polski* (MhP) wody podziemne pojawiają się także w piaskach drobnoziarnistych i pylastych miocenu, nie mają jednak one ciągłego rozprzestrzenienia i nie mają dobrych parametrów hydrogeologicznych, stąd nie mają znaczenia użytkowego.

Poziom kredowy

Poziom kredowy występuje praktycznie na całym obszarze przetargowym „Ryki" w spękanych utworach kredy górnej, złożonych z wapieni, margli, gez, mułowców i piaskowców. Warunki występowania wód są bardzo zróżnicowane, zależne od wykształcenia litologicznego utworów wodonośnych oraz stopnia zaangażowania tektonicznego i wynikającej z niego szczelinowatości. Miąższość poziomu wodonośnego wynosi ok. 100 m w obrębie doliny Wisły i Wieprza, a pod wysoczyzną plejstoceńską ok. 50 m. W obrębie doliny Wisły i Wieprza strop zawodnionych utworów kredowych występuje na głębokości od kilku do 40 m, natomiast w obrębie wysoczyzny na głębokości 15–100 m. Zasilanie wód poziomu kredowego odbywa się głównie poprzez wyżej leżące osady czwartorzędu i paleogenu, a także w obrębie okien hydrogeologicznych.

Na obszarze przetargowym „Ryki" zostały udokumentowane zasoby zwykłych wód podziemnych w ramach trzech opracowań. Centralna część obszaru została udokumentowana w ramach opracowania pt. „Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych piętra górnokredowo-paleoceńskiego, trzeciorzędowego i czwartorzędowego zlewni Wieprza" (Pietruszka i in., 2000).

Północna część obszaru przetargowego „Ryki" obejmuje fragment udokumentowany w ramach „Dokumentacji hydrogeologicznej regionu mazowieckiego centralnej części niecki mazowieckiej, zawierającej weryfikację zasobów dyspozycyjnych trzeciorzędowego poziomu wodonośnego" (Kazimierski i in., 1998).

Niewielki fragment obszaru na południe od Wisły został objęty udokumentowaniem zasobów w ramach „Dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Kamiennej i Iłżanki" (Oficjalska i in., 2011).

Na obszarze przetargowym „Ryki" zostały także udokumentowane trzy Główne Zbiorniki Wód Podziemnych. Zajmują one prawie 60% obszaru przetargowego.

GZWP nr 406 Niecka lubelska obejmuje największy fragment obszaru przetargowego „Ryki" na południe od rzeki Wieprz i na wschód od Wisły. Jest to zbiornik wieku kredowego, o typie ośrodka porowo-szczelinowym, udokumentowany w 2008 r. w ramach opracowania „Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia obszaru ochronnego zbiornika wód podziemnych Niecka Lubelska (GZWP nr 406)" (Czerwińska-Tomczyk i in., 2008).

GZWP nr 405 Niecka radomska obejmuje fragment obszaru na zachód od Wisły. Jest to zbiornik porowo- szczelinowy o wieku kredowym. Został udokumentowany w 2011 r. w ramach opracowania „Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 405 – niecka radomska" (Szczerbicka i in., 2011).

GZWP nr 222 Dolina środkowej Wisły zajmuje niedużą zachodnią część obszaru „Ryki". Jest to zbiornik porowy wieku czwartorzędowego udokumentowany w 1996 r. w ramach „Dokumentacji określającej warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych zbiornika wód podziemnych w utworach czwartorzędowych GZWP 222 Dolina Środkowej Wisły" (Oficjalska i in., 1996).

Na obszarze przetargowym „Ryki" nie są zlokalizowane strefy ochrony pośredniej ujęć wody.

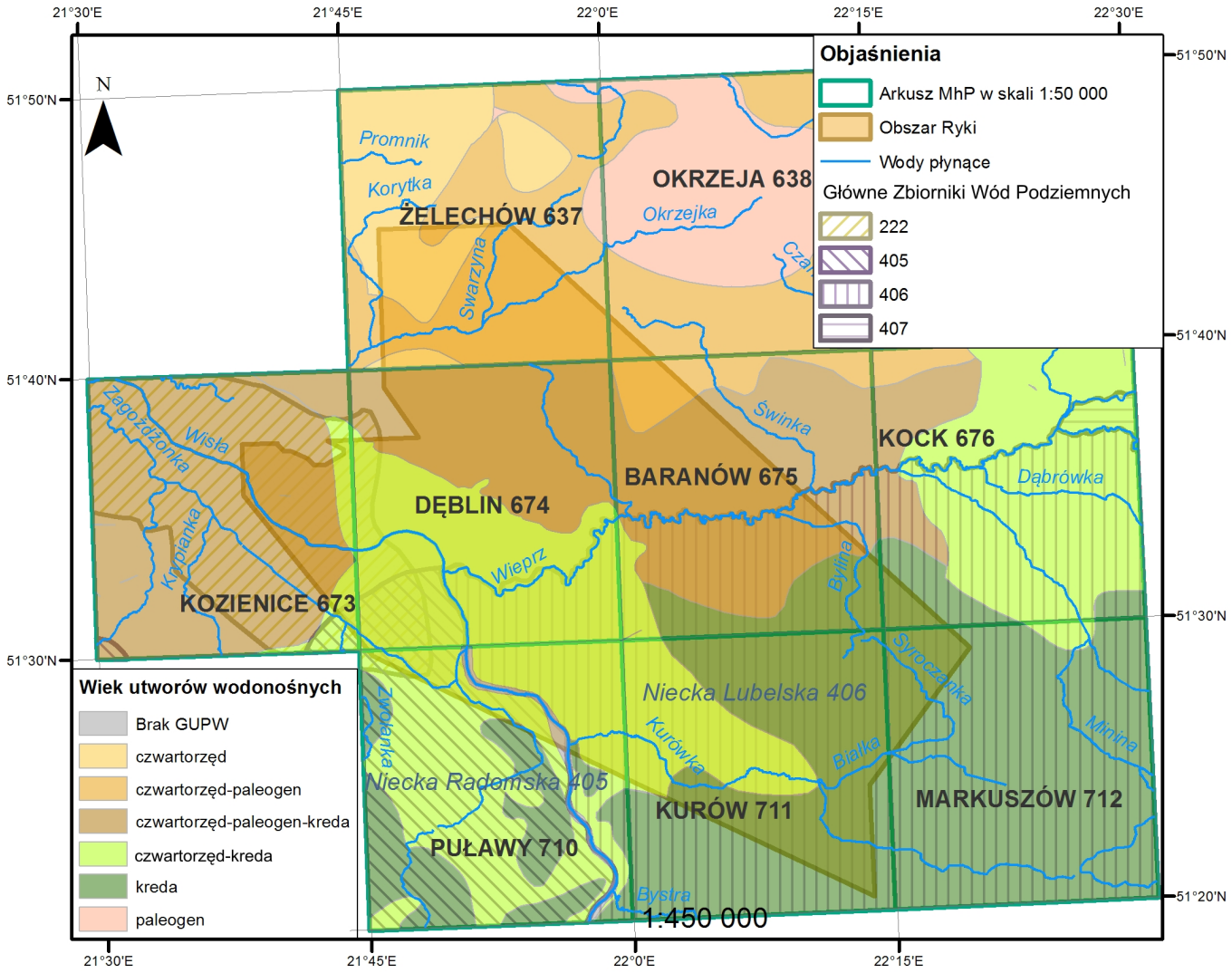


Fig. 2.10. Porowatości i przepuszczalności piaskowców z otworów wiertniczych usytuowanych w pobliżu granicy obszaru przetargowego „Ryki”.

3. SYSTEM NAFTOWY

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

Według Kotarby i in., (2005d) baseny typu *pull-apart* (Pitman i Andrews, 1985), do których zaliczamy rów lubelski obejmujący obszar przetargowy „Ryki", podporządkowane są następującym prawidłowościom (Perrodon, 1992):

- duża subsydencja podłoża i szybkie tempo sedymentacji oraz lokalnie zwiększone wartości strumienia cieplnego,
- duża różnorodność typów skał zbiornikowych i ich znaczne rozproszenie,
- migracja głównie pionowa, wykorzystująca aktywne strefy uskokowe,
- pułapki w strefach przyuskokowych, na elementach wyniesionych tektonicznie i w obrębie sfałdowanych antyklin,
- rozproszenie mediów złożowych, często w wyniku nadciśnień w przypadku obecności dobrego uszczelnienia.

System naftowy utworów młodszego paleozoiku rowu lubelskiego cechuje się rozdzielnością procesów generacyjnych w utworach dewonu i karbonu z jednej, a wspólnymi procesami migracyjno-akumulacyjnymi waryscyjskiego kompleksu strukturalnego z drugiej strony (Kotarba i in., 2005d). Analiza procesów składających się na system naftowy może być zatem ujęta w tym samym modelu czasowo-przestrzennym.

3.1. SKAŁY MACIERZYSTE

Na obszarze przetargowym „Ryki" wyznaczono położenie skał macierzystych w obrębie ogniwa werbkowickiego, zubowickiego i formacji bychawskiej dewonu górnego. Z wielu opracowanych schematów stratygraficznych dla utworów karbonu wykorzystano najnowszy podział stratygraficzno-naftowy karbonu według Miłaczewskiego i in. (2005). Zastosowany schemat stratygraficzny utworów karbonu rowu lubelskiego opiera się na analizie sekwencji depozycyjnych i ich granic wykonanej przez Waksmundzką (2005). Wydzielono cztery kompleksy litologiczno-stratygraficzne w utworach karbonu: I – górnowizeński kompleks morsko-paraliczny, II – dolnonamurski kompleks paraliczny, III – środkowo namurski–dolnowestfalski kompleks paraliczny, IV – środkowo- i górnowestfalski kompleks terygeniczny. W obrębie tych kompleksów znajdują się nie tylko poziomy skał macierzystych, ale również pozostałe elementy systemu naftowego, jak skała zbiornikowa i uszczelniająca.

Charakterystyka skał macierzystych została wykonana w oparciu o wyniki opracowania Kotarby i in. (2005b). Sugerowano się wynikami analizy geochemicznej próbek pobranych z utworów dewonu i karbonu z otworów: Dęblin 7, Rycice 2, Stężyca 1, Stężyca 2, Stężyca 3K, Stężyca 4, Stężyca 7, Stężyca 8. Materiałem badawczym były głównie skały węglanowe, iłowce i mułowce, a w przypadku utworów karbońskich dodatkowo łupki węgliste i węgle.

3.1.1. DEWON

Utwory dewonu – ogniwo werbkowickie (formacja modryńska)

Ogniwo werbkowickie zostało opróbowane jedynie w otworze Stężyca 1, skąd pobrano 16 próbek z rdzenia wiertniczego.

W utworach ogniwa werbkowickiego występuje mieszany kerogen III/II typu, ze znaczącym udziałem lądowej substancji organicznej (gazotwórczy kerogen III typu), o czym świadczy korelacja wskaźnika wodorowego z temperaturą T_{max} (Kotarba i in., 2005b). Zawartość węgla organicznego TOC określa się jako bardzo niską, często nie przekraczającą 0,2% wag., przy średniej wartości 0,61% wag. Rezydualny potencjał węglowodorowy jest zmienny i waha się od 75 do 351 mg HC/g TOC – najwyższe wartości, powyżej 200 mg HC/g TOC występują w rejonie Stężycy 1. Średni potencjał genetyczny jest niski i wynosi 1,68 mg HC/g skały. Stopień dojrzałości substancji organicznej zawartej w ogniwie werbkowickim odpowiada oknu ropnemu.

Utwory dewonu – ogniwo zubowickie (formacja modryńska)

Ogniwo zubowickie zostało opróbowane jedynie w otworze Stężyca 1, skąd pobrano 62 próbki z rdzenia wiertniczego.

W utworach ogniwa zubowickiego występuje ropotwórczy kerogen II typu, z nieznacznym udziałem lądowej substancji organicznej (gazotwórczy kerogen III typu) (Kotarba i in., 2005b). Średnia zawartość węgla organicznego TOC jest niska i wynosi 0,39% wag., często nie przekraczając wartości 0,2% wag. Potencjał węglowodorowy jest niski i przeważnie nie przekracza 200 mg HC/g TOC. Średni potencjał genetyczny jest bardzo niski i wynosi 0,86 mg HC/g skały. Stopień dojrzałości substancji organicznej zawartej w ogniwie zubowickim odpowiada oknu ropnemu.

Utwory dewonu – formacja bychawska

Formacja bychawska została opróbowana w otworach Stężyca 1 i Stężyca 2, skąd pobrano łącznie 55 próbek z rdzenia wiertniczego.

W utworach formacji bychawskiej występuje mieszany kerogen II/III typu z nieznacznym udziałem lądowej substancji organicznej (gazotwórczy kerogen III typu) (Kotarba i in., 2005b). Średnia zawartość węgla organicznego TOC jest niska i wynosi 0,59%, ale w profilu dominują wartości jeszcze niższe, w zakresie 0,2–0,6% wag. W regionalnym obrazie rozkładu średniej zawartości TOC w utworach tej formacji stwierdzono lokalne podwyższenie zawartości materii organicznej w okolicy Stężycy 1 – do około 0,47% wag. Ponadto można się spodziewać wkładek o zawartości węgla organicznego powyżej 5% wag. Potencjał węglowodorowy wynosi 262 mg HC/g TOC, natomiast potencjał genetyczny jest przeciętny i wynosi średnio 2,78 mg HC/g skały. Stopień dojrzałości substancji organicznej zawartej w formacji bychawskiej odpowiada oknu ropnemu.

Podsumowanie skał macierzystych dewonu

Utwory dewonu ogniwa werbkowickiego, zubowickiego i formacji bychawskiej na obszarze przetargowym „Ryki” charakteryzują się słabymi parametrami macierzystości (Tab. 3.1). W utworach tych występuje niewielka zawartość węgla organicznego TOC (średnio nie przekracza 0,61% wag.). Jest to w przewadze materia organiczna II typu, odpowiadająca głównie za generowanie ropy naftowej, ale można również zaobserwować wkładki substancji organicznej II/III lub III/II typu. Dojrzałość substancji organicznej we wszystkich poziomach macierzystych dewonu odpowiada oknu ropnemu. Miąższość sumaryczna odpowiednio dla ogniwa werbkowickiego, zubowickiego i formacji bychawskiej wynosi odpowiednio 25, 60 i 160 m.

Tab. 3.1. Charakterystyka geochemiczna i potencjał węglowodorowy utworów dewonu dla obszaru przetargowego „Ryki” (na podstawie Kotarby i in., 2005b). **TOC** – całkowita zawartość węgla organicznego; **S2** – rezydualny potencjał genetyczny; $\mathbf{T_{max}}$ – temperatura maksimum piku S2; **PI** – wskaźnik produkcyjności; **HI** – wskaźnik wodorowy (potencjał generacyjny); **OI** – wskaźnik tlenowy. W tabeli podano wartości średnie, a w nawiasach znajdują się wartości minimalne i maksymalne.

	Ogniwo werbkowickie	Ogniwo zubowickie	Formacja bychawska
TOC (% wag.)	0,61 (0,03–3,84)	0,39 (0,03–3,99)	0,59 (0,04–9,56)
T_{max} (0C)	439 (432–447)	439,32 (430–447)	440,18 (432–447)
S2 (mg HC/g skały)	1,68 (0,11–13,5)	0,86 (0,10–8,84)	2,78 (0,32–75,54)
PI	0,32 (0,11–0,57)	0,42 (0,07–0,89)	0,08 (0,01–0,19)
HI (mg HC/g TOC)	150 (75–351)	163 (73–372)	262 (82–779)
OI (mg CO_2/g TOC)	42 (2–107)	58 (3–309)	110 (2–337)
Typ kerogenu	II/III ropotwórczy	II/III ropotwórczy	II/III ropotwórczy
Stopień dojrzałości	dojrzały	dojrzały	dojrzały
Potencjał węglowodorowy	słaby	słaby	słaby
Miąższość sumaryczna skał macierzystych na przykładzie profili otworu Stężyca 1 (m)	25	60	160

3.1.2. KARBON

Utwory karbonu – kompleks I

Utwory kompleksu I karbonu zostały opróbowane w otworach Rycice 2, Stężyca 1, Stężyca 2, Stężyca 3K, Stężyca 4 i Stężyca 7.

W utworach kompleksu I karbonu występuje gazotwórczy kerogen III typu z niewielkimi domieszkami ropotwórczego kerogenu II typu. Średnia zawartość węgla organicznego TOC jest zmienna. Obok interwałów ubogich w materię organiczną, stwierdzono odcinki o zawartości węgla organicznego od 10 do 20% wag., a także łupki węgliste i soczewki węgli kamiennych w profilach odwiertów Stężyca 1, Stężyca 2 i Stężyca 7 (Kotarba i in., 2005b). Średnia zawartość węgla organicznego wynosi 4,45% wag. Najwyższą (>7% wag.) średnią zawartość TOC stwierdzono w profilu Stężyca 7. Potencjał genetyczny jest zmienny, średnio wynosi 15,5 mg HC/g skały. Dla skał z rozproszoną materią organiczną osiąga wartości >80 mg HC/g skały, a dla łupków węglistych i węgli nawet >200 mg HC/g skały. Potencjał węglowodorowy średnio wynosi 184 mg HC/g TOC. Ekstremalnie wysokimi wartościami tego wskaźnika, 785 i 800 mg HC/g TOC, charakteryzują się próbki łupka węglistego pobrane z odwiertu Stężyca 2, wartości takie sugerują obecność kerogenu I typu. Stopień dojrzałości substancji organicznej zawartej w kompleksie I karbonu odpowiada oknu ropnemu.

Utwory karbonu – kompleks II

Utwory kompleksu II karbonu zostały opróbowane w otworach Rycice 2, Stężyca 1, Stężyca 2, Stężyca 3K i Stężyca 7.

W utworach kompleksu II karbonu występuje gazotwórczy kerogen III typu z niewielkimi domieszkami ropotwórczego kerogenu II typu. Średnia zawartość węgla organicznego TOC jest zmienna. Obok odcinków ubogich w materię organiczną stwierdzono poziomy ilaste o zawartości węgla organicznego powyżej 10% wag., m.in. w profilach odwiertów Rycice 2 i Stężyca 2 (Kotarba i in., 2005b). Średnia zawartość węgla organicznego wynosi 2,09% wag. Potencjał genetyczny jest zmienny, średnio wynosi 4,08 mg HC/g skały. Dla skał z rozproszoną materią organiczną osiąga on wartości >60 mg HC/g skały. Potencjał węglowodorowy jest przeciętny i średnio wynosi 141 mg HC/g TOC. Stopień dojrzałości substancji organicznej zawartej w kompleksie II karbonu odpowiada oknu ropnemu.

Utwory karbonu – kompleks III

Utwory kompleksu III karbonu zostały opróbowane w otworach Dęblin 7, Stężyca 1, Stężyca 2, Stężyca 3K, Stężyca 4,Stężyca 7 i Stężyca 8.

W utworach kompleksu III karbonu występuje gazotwórczy kerogen III typu z niewielkimi domieszkami ropotwórczego kerogenu II typu. Średnia zawartość węgla organicznego TOC jest zmienna. Obok poziomów ubogich w materię organiczną w profilach odwiertu Stężyca 1, Stężyca 2, Stężyca 4, i Stężyca 7 stwierdzono wkładki ilaste o zawartości węgla organicznego >10% wag. Średnia zawartość węgla organicznego wynosi 1,88% wag. Potencjał genetyczny badanych poziomów jest przeważnie niski, poniżej 2,5 mg HC/g skały, ale osiąga również wartości ponad 80 mg HC/g skały (Kotarba i in., 2005b). Potencjał genetyczny średnio wynosi 5,46 mg HC/g skały. Potencjał węglowodorowy jest przeciętny i średnio wynosi 133 mg HC/g TOC. Najwyższą wartość, ponad 600 mg HC/g TOC, stwierdzono w profilu odwiertu Stężyca 2. Stopień dojrzałości substancji organicznej zawartej w kompleksie III karbonu odpowiada oknu ropnemu.

Utwory karbonu – kompleks IV

Utwory kompleksu IV karbonu zostały opróbowane w otworach Dęblin 7, Stężyca 1, Stężyca 7 i Stężyca 8.

W utworach kompleksu IV karbonu występuje gazotwórczy kerogen III typu z niewielkimi domieszkami ropotwórczego kerogenu II typu. Średnia zawartość węgla organicznego TOC, podobnie jak w poprzednich kompleksach, jest zmienna. Obok interwałów ubogich w materię organiczną stwierdzono poziomy ilaste o zawartości węgla organicznego powyżej 10% wag., a także pokłady węgli kamiennych o zawartości TOC prawie 60% wag. (Kotarba i in., 2005b). Średnia zawartość węgla organicznego jest wysoka i wynosi 8,93% wag. Potencjał genetyczny badanych poziomów jest zmienny, dla skał z rozproszoną materią organiczną osiąga on wartości do >20 mg HC/g skały, dla łupka węglistego osiąga wartość 150 mg HC/g skały, a dla węgli nawet >150 mg HC/g skały. Potencjał węglowodorowy jest przeciętny i średnio wynosi 141 mg HC/g TOC. Stopień dojrzałości substancji organicznej zawartej w kompleksie IV karbonu odpowiada oknu ropnemu.

Podsumowanie skał macierzystych karbonu

Utwory kompleksów I, II, III i IV karbonu na obszarze przetargowym „Ryki", charakteryzują się dobrymi parametrami macierzystości (Tab. 3.2). W utworach tych występuje średnia zawartość węgla organicznego TOC w przedziale 2,09–8,93% wag., niemniej jednak występują również poziomy łupków węglowych czy węgiel o zawartości TOC powyżej 60% wag. W utworach tych występuje materia organiczna III typu, odpowiadająca głównie za generowanie gazu ziemnego, ale również można zaobserwować wkładki substancji organicznej II typu, a czasami i I typu. Dojrzałość substancji organicznej we wszystkich kompleksach macierzystych karbonu odpowiada oknu ropnemu.

Do perspektywicznych poziomów skał macierzystych na obszarze przetargowym „Ryki" można również zaliczyć utwory starszego paleozoiku (landower, wenlok) reprezentowane przez skały ilaste i mułowcowe. Formacja macierzysta starszego paleozoiku nie została nawiercona przez żaden otwór wiertniczy na analizowanym obszarze. Jednakże, poprzez analogię do innych, zwłaszcza wschodnich obszarów w basenie lubelskim, gdzie utwory starszego paleozoiku zostały rozpoznane, można spodziewać się, iż łupki landoweru charakteryzują się średnią zawartością węgla organicznego TOC do 3% wag. Ich średnia miąższość wynosi około 20–40 m. Zawartość węgla organicznego TOC w łupkach wenloku wynosi około1–1,7%

Tab. 3.2. Charakterystyka geochemiczna i potencjał węglowodorowy utworów karbonu dla obszaru przetargowego „Ryki" (na podstawie Kotarby i in., 2005b). **TOC** – całkowita zawartość węgla organicznego; **S2** – rezydualny potencjał genetyczny; **T_{max}** – temperatura maksimum piku S2; **PI** – wskaźnik produkcyjności; **HI** – wskaźnik wodorowy (potencjał generacyjny); **OI** – wskaźnik tlenowy; ***** – miąższość niemożliwa do określenia ze względu na słabe lub niereprezentatywne opróbowanie. W tabeli podano wartości średnie a w nawiasach znajdują się wartości minimalne i maksymalne.

	Kompleks I	Kompleks II	Kompleks III	Kompleks IV
TOC (% wag.)	4,45 (0,03–76,45)	2,09 (0,00–26,90)	1,88 (0,02–15,55)	8,93 (0,09–65,21)
T_{max} (0C)	433,80 (417–444)	434,10 (417–447)	432,73 (418–446)	429,57 (420–440)
S2 (mg HC/g skały)	15,50 (0,11–229,4)	4,08 (0,03–79,20)	5,46 (0,08–81,88)	26,75 (0,12–170,65)
PI	0,10 (0,02–0,81)	0,11 (0,00–0,98)	0,19 (0,01–0,97)	0,22 (0,01–0,37)
HI (mg HC/g TOC)	184 (38–800)	141 (13–585)	133 (28–610)	141 (23–351)
OI (mg CO_2/g TOC)	38 (3–342)	43 (0,10–431)	63 (2–294)	43 (2–494)
Typ kerogenu	III/II ropotwórczy	III/II ropotwórczy	III/II ropotwórczy	III/II ropotwórczy
Stopień dojrzałości	dojrzały	dojrzały	dojrzały	dojrzały
Potencjał węglowodorowy	średni	średni	dobry	dobry
Miąższość sumaryczna skał macierzystych na przykładzie profili otworu Stężyca 1 (m)	90	130	50	*

wag., natomiast ich średnia miąższość oscyluje wokół 90 m. Obydwie formacje cechują się zawartością kerogenu II typu oraz należy się spodziewać ich dojrzałości termicznej odpowiadającej oknu generowania gazu ziemnego. Skały łupkowe starszego paleozoiku w ostatnich latach stanowiły cel poszukiwawczy węglowodorów niekonwencjonalnych. Obszar przetargowy „Ryki” był jednym z potencjalnych obszarów objętych zainteresowaniem firm naftowych.

3.2. SKAŁY ZBIORNIKOWE

Na obszarze przetargowym „Ryki” wyznaczono położenie skał zbiornikowych w utworach węglanowych dewonu górnego oraz w piaskowcach przeławicających poszczególne macierzyste kompleksy karbonu.

Charakterystyka skał zbiornikowych została wykonana w oparciu o wyniki pracy Semyrki i in. (2005), w której przeprowadzono charakterystykę petrofizyczną kompleksów zbiornikowych dla obszaru rowu lubelskiego. Wykonane opracowanie ma charakter regionalny (rów lubelski) i nie zostało ograniczone wyłącznie do obszaru przetargowego „Ryki”. Sugerowano się wynikami analizy petrofizycznej metodami nasycenia i porozymetrii oraz metodami geofizycznego wydzielenia litostratygraficznych poziomów korelacyjnych.

Parametry zbiornikowe utworów dewonu

Badania porowatości efektywnej utworów dewonu (Tab. 3.3) wykazały, że utwory te charakteryzują się złymi lub bardzo złymi parametrami zbiornikowymi, dla których porowatość efektywna nie przekracza 5%. Szczególnie złymi własnościami zbiornikowymi charakteryzują się kompleksy węglanowe, w których porowatość wskazuje powszechnie rozkłady logarytmiczne z wybitną dominacją wartości bliskich 0%, i w rezultacie w żadnym ogniwie węglanowym porowatość średnia nie osiąga 3% (Semyrka i in., 2005). Lepszymi własnościami zbiornikowymi charakteryzują się utwory klastyczne dewonu dolnego. W formacji sycyńskiej, czarnoleskiej i zwoleńskiej średnia porowatość przekracza 3%. W odróżnieniu od pozostałych kompleksów dewońskich subpopulacja formacji czarnoleskiej zawiera znaczną, ok. 15% reprezentację klas porowatości wyższych niż 10%. Analizy przepuszczalności efektywnej (Tab. 3.4) potwierdzają, że utwory klastyczne i węglanowe dewonu na obszarze rowu lubelskiego są słabymi skałami zbiornikowymi. Stwierdzenie to dotyczy szczególnie skał węglanowych, dla których obliczone przepuszczalności średnie nie osiągają, poza częściowo klastyczną formacją telatyńską, 1 mD. Podobnie jak w przypadku porowatości, również przepuszczalność jest nieco lepsza w utworach klastycznych dewonu dolnego. Formacja sycyńska, czarnoleska i zwoleńska posiadają najlepsze wyniki przepuszczalności (>7 mD).

Parametry zbiornikowe utworów karbonu

Badania porowatości efektywnej utworów karbonu (Tab. 3.5) wykazały, że utwory te charakteryzują się dwudzielnością profilu karbonu pod względem własności zbiornikowych. Skały należące do kompleksów I i II charakteryzują się słabą porowatością średnią (2,62% i 4,35%), natomiast młodsze utwory wykazują średnią porowatość aż 8,97% w kompleksie III i 8,88% w kompleksie IV. Porowatość utworów karbonu w porównaniu do utworów dewonu jest zdecydowanie lepsza. Wyższe wartości porowatości (3% wyższe wartości od średnich) obserwuje się w kompleksach piaskowców karbonu (Tab. 3.6).

Analizy przepuszczalności efektywnej (Tab. 3.7) potwierdzają dwudzielność profilu karbonu. Starsze utwory zaliczone do kompleksu I i II wykazują zdecydowanie słabsze średnie przepuszczalności, zarówno arytmetyczne, jak i geometryczne, niż utwory zaliczone do kompleksów III i IV (odpowiednio 3,56 i 2,0 mD). Zestawione wartości przepuszczalności potwierdzają również zdecydowanie lepsze właściwości zbiornikowe skał karbonu niż dewonu. Wkładki piaskowców w kompleksach karbonu charakteryzują się zdecydowanie wyższymi wartościami przepuszczalności efektywnej (Tab. 3.8). Według Semyrki i in. (2005) najsłabsze własności zbiornikowe mają piaskowce kompleksu I (średnia geometryczna 0,19 mD), a najwyższe – piaskowce kompleksu III (średnia geometryczna 7,75 mD) i piaskowce kompleksu IV (średnia geometryczna 7,24 mD).

Podsumowanie skał zbiornikowych dewonu i karbonu

Według Semyrki i in. (2005) analizy statystyczne wykonane na podstawie laboratoryjnych oznaczeń parametrów zbiornikowych opróbowanych jednostek stratygraficznych w profilach karbonu i dewonu pozwalają wysnuć następujące wnioski:

- węglanowe utworu dewonu wszystkich przeanalizowanych subpopulacji charakteryzują się bardzo słabymi parametrami zbiornikowymi porowej przestrzeni filtracji;
- klastyczne skały dewonu dolnego wykazują podwyższone wielkości wskaźników porowatości i przepuszczalności efektywnej, ale są to skały zbiornikowe niskiej klasy pojemności;
- przeanalizowane kompleksy karbońskie są zdecydowanie lepszym potencjalnym zbiornikiem porowym niż jednostki dewońskie; wykazują lepsze porowatości i przepuszczalności efektywne;
- spośród przeanalizowanych statystycznie kompleksów, najbardziej perspektywiczne porowatości i przepuszczalności efektywne cechują utwory kompleksu III i IV;
- utwory kompleksów III i IV nie wykazują tendencji do spadku porowatości w funkcji głębokości;
- piaszczyste utwory budujące kompleksy III i IV wykazują wysoki stopień zależności pomiędzy porowatością i przepuszczalnością, co pozwala wnioskować, że w przewarstwieniach skał piaszczystych nie doszło do zniszczenia przestrzeni porowej w wyniku procesów diagenetycznych.

Regionalna ocena potencjalnych skał zbiornikowych wskazuje na niską pojemność tych skał, nieprzekraczającą klasy niskiej pojemności dla ropy i średniej pojemności dla gazu w karbonie i niskiej pojemności dla ropy i gazu w dewonie (Kotarba i in., 2005c).

Tab. 3.3. Podstawowe statystyki opisowe porowatości efektywnej w utworach dewonu Lubelszczyzny (Semyrka i in., 2005).

Porowatość efektywna (%)																
	Fm. sycyńska	Fm. czamoleska	Fm. zwoleńska	Fm. telatyńska	Ogniwo przewodowskie	Ogniwo machnowskie	Ogniwo żniatyńskie	Ogniwo mirczańskie	Ogniwo pełczańskie	Ogniwo rachańskie	Ogniwo lipowieckie	Ogniwo werbkowickie	Ogniwo zubowickie	Fm. bychawska	Fm. firlejska	Fm. hulczańska
Ilość	48	122	296	109	6	36	17	10	8	16	21	459	581	108	138	4
Śr.	3,07	7,27	3,07	2,28	2,53	0,60	1,35	1,53	0,99	0,96	0,95	1,20	0,82	0,99	0,88	1,46
Maks.	18,90	19,00	22,20	17,11	6,28	3,10	6,69	4,97	3,10	3,47	3,36	19,00	10,79	7,70	6,30	3,16
Min.	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Odch. stand.	3,42	4,56	3,43	3,19	2,42	0,67	1,57	1,58	0,94	1,15	0,94	1,84	1,29	1,68	1,08	1,46
Med.	2,18	6,35	1,87	1,02	2,44	0,40	0,99	1,13	0,90	0,54	0,90	0,60	0,31	0,25	0,60	1,34

Tab. 3.4. Podstawowe statystyki opisowe przepuszczalności efektywnej w utworach dewonu Lubelszczyzny (Semyrka i in., 2005).

Przepuszczalność efektywna (mD)																
	Fm. sycyńska	Fm. czamoleska	Fm. zwoleńska	Fm. telatyńska	Ogniwo przewodowskie	Ogniwo machnowskie	Ogniwo żniatyńskie	Ogniwo mirczańskie	Ogniwo pełczańskie	Ogniwo rachańskie	Ogniwo lipowieckie	Ogniwo werbkowickie	Ogniwo zubowickie	Fm. bychawska	Fm. firlejska	Fm. hulczańska
Ilość	32	98	224	88	4	13	9	5	6	9	11	251	384	27	18	3
Śr.	15,55	7,89	11,35	1,26	0,50	0,50	0,71	0,50	0,50	0,50	0,50	0,73	0,31	0,37	0,08	0,00
Maks.	260,00	78,00	1340,00	39,99	0,50	0,50	1,49	0,50	0,50	0,50	0,50	68,00	55,00	9,50	0,40	0,00
Min.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Odch. stand.	59,10	17,31	98,35	5,23	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	60,3	3,11	1,82	0,12	7,00
Med.	0,50	0,50	0,10	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00
Śr. geom.	0,55	0,73	0,05	0,01	0,50	0,50	0,63	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tab. 3.5. Podstawowe statystyki opisowe porowatości efektywnej utworów budujących kompleksy stratygraficzne karbonu Lubelszczyzny (Semyrka i in., 2005).

Porowatość efektywna (%)				
	Kompleks I	**Kompleks II**	**Kompleks III**	**Kompleks IV**
Ilość pomiarów	158	254	347	181
Średnia	2,62	4,35	8,97	8,88
Maksimum	23,61	15,40	23,56	25,00
Minimum	0,00	0,00	0,20	0,30
Odchylenie standardowe	3,82	3,72	5,22	7,01
Mediana	1,5	2,9	10,01	5,20

Tab. 3.6. Podstawowe statystyki opisowe porowatości efektywnej piaskowców wchodzących w skład kompleksów stratygraficznych karbonu Lubelszczyzny (Semyrka i in., 2005)

Porowatość efektywna (%)				
	Kompleks I	**Kompleks II**	**Kompleks III**	**Kompleks IV**
Ilość pomiarów	25	109	252	100
Średnia	5,38	6,32	11,18	12,89
Maksimum	23,61	15,40	23,56	25,00
Minimum	0,00	0,00	0,93	1,20
Odchylenie standardowe	7,83	3,49	4,23	6,76
Mediana	0,80	5,80	11,70	13,75

3.3. SKAŁY USZCZELNIAJĄCE

Na obszarze przetargowym „Ryki” poziom skał uszczelniających wyznaczono w obrębie marglisto-ilastych utworów formacji bychawskiej dewonu oraz poziomów ilasto- mułowcowych pomiędzy kompleksami I–IV karbonu (głównie II i III). Ponadto poziomy zbiornikowe skał dewonu i karbonu przykryte są mniej lub bardziej miąższą (ponad 1000 m) pokrywą osadową utworów karbonu i młodszych utworów mezozoiku i kenozoiku.

Wykształcenie litologiczne utworów dewońskich – ilasto-mułowcowe, węglanowe, margliste, miejscami ewaporatowe – powoduje, że utwory te cechują się niestety słabymi właściwościami filtracyjnymi, stąd też w profilu dewonu łatwiej o poziomy uszczelniające niż zbiornikowe (Kotarba i in., 2005c). Za regionalne uszczelnienie uważa się utwory margliste formacji niedrzwickiej i mułowce formacji hulczańskiej. W przypadku utworów karbonu występowanie przewarstwiających się wzajemnie kompleksów mułowców, piaskowców i iłowców traktuje się jako występowanie mieszanego systemu skała macierzysta-zbiornikowa-uszczelniająca.

Na obszarze rowu lubelskiego zaznacza się luka stratygraficzna (bretońska), która trwała przez turnej oraz wczesny i środkowy wizen. Erozja mająca miejsce w tym czasie doprowadziła do usunięcia utworów górnego dewonu i częściowo środkowego. Takie zjawisko mogło doprowadzić do usunięcia warstw ekranujących i zniszczenia złoża. W przypadku osadów dewońskich i deformacji fazy bretońskiej nie musiało tak być, o czym świadczy występowanie złoża Glinnik (na południowy wschód od obszaru przetargowego „Ryki”) pod bretońską powierzchnią niezgodności w utworach formacji hulczańskiej (Kotarba i in., 2005c). Podsumowując, niezgodność bretońska mogła prowadzić do utworzeni 32a i ekranowania pułapek węglowodorów w dewonie. Przebudowa strukturalna i erozja miały miejsce również pod koniec karbonu i trwała do triasu. Również i to zdarzenie mogło doprowadzić do rozformowania złóż i likwidacji uszczelnienia, jednakże zachowanie się złoża Stężyca (zlokalizowane przy granicy obszaru przetargowego „Ryki”) w utworach karbonu potwierdza, że zniszczenie złoża nie miało miejsca.

Wszystkie powyżej wymienione cechy świadczą o dobrym ekranowaniu perspektywicznych skał zbiornikowych przez kompleksy uszczelniające.

3.4. SKAŁY NADKŁADU

Do skał nadkładu systemu naftowego dewonu i karbonu na obszarze przetargowym „Ryki” należą utwory mezozoiku (trias, jura środkowa, jura górna, kreda) oraz kenozoiku. Miąższość skał nadkładu wzrasta z południowo-wschodniej części obszaru „Ryki” (około 1150 m w rejonie Puław) ku północnemu zachodowi (około 1500 m w rejonie złoża Stężyca).

3.5. WIEK I MECHANIZM UTWORZENIA PUŁAPKI

Czas i mechanizm formowania się strukturalnych pułapek naftowych w utworach dewonu jest związany z bretońską fazą przebudowy strukturalnej obszaru rowu lubelskiego. Formo-

Tab. 3.7. Podstawowe statystyki opisowe przepuszczalności efektywnej utworów budujących kompleksy stratygraficzne karbonu Lubelszczyzny (Semyrka i in., 2005).

Przepuszczalność efektywna (mD)				
	Kompleks I	**Kompleks II**	**Kompleks III**	**Kompleks IV**
Ilość pomiarów	43	87	205	114
Średnia	0,68	3,79	40,94	191,67
Maksimum	10,10	109,30	450,00	6450,00
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00
Odchylenie standardowe	1,79	15,27	79,24	702,73
Mediana	0,10	0,50	5,90	0,83
Średnia geometryczna	0,08	1,18	3,56	2,00

Tab. 3.8. Podstawowe statystyki opisowe przepuszczalności efektywnej piaskowców wchodzących w skład kompleksów stratygraficznych karbonu Lubelszczyzny (Semyrka i in., 2005)

Przepuszczalność efektywna (mD)				
	Kompleks I	**Kompleks II**	**Kompleks III**	**Kompleks IV**
Ilość pomiarów	5	52	168	76
Średnia	3,97	6,15	48,08	286,83
Maksimum	10,10	109,30	450,00	6750,00
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00
Odchylenie standardowe	4,25	19,47	82,82	846,46
Mediana	4,00	0,10	12,95	15,60
Średnia geometryczna	0,19	0,23	7,75	7,24

wanie się pułapek strukturalnych w karbonie jest związane z deformacjami synwaryscyjskimi (faza asturyjska), natomiast formowanie pułapek stratygraficznych przypada na czas sedymentacji utworów karbonu.

3.6. WIELKOŚĆ I KSZTAŁT PUŁAPKI

Złoża węglowodorów na obszarze rowu lubelskiego występują w pułapkach strukturalnych, stratygraficznych lub strukturalno-stratygraficznych. Często są to złoża związane z kilkoma horyzontami zbiornikowymi (złoża wielohoryzontowe). Bliższa analiza tych złóż wskazuje, że wszystkie one występują w obrębie wydłużonych struktur antyklinalnych, często przyuskokowych, o przybliżonym kierunku NW-SE, a więc zgodnym z ogólną rozciągłością jednostek regionalnych (Kotarba i in., 2005c). Na obszarze przetargowym „Ryki" występowanie złóż węglowodorów jest związane z występowaniem ciągu antyklinalnego (wyniesienie centralne rowu lubelskiego) od obszaru Magnuszewa na północnym-zachodzie przez antykliny Stężycy, Dęblina, rejon Abramowa, Nasutowa i Glinnika, kończąc na antyklinach Ciecierzyna i Mełgwi na południowym wschodzie. Związane z tą strefą antykliny z reguły występują w powiązaniu przestrzennym i genetycznym z uskokami odwróconymi o różnej wergencji, przecinającymi cały kompleks dewońsko-karboński (Kotarba i in., 2005c). W strefie tej występuje szereg głębokich uskoków, które mogły stanowić ścieżki migracji dla węglowodorów w obrębie kompleksu dewon-karbon, ale również z głębszych części basenu starszego paleozoiku (nie można wykluczyć migracji węglowodorów ze skał starszego paleozoiku).

3.7. WIEK I MECHANIZM GENERACJI, MIGRACJI I AKUMULACJI WĘGLOWODORÓW

Zastosowanie numerycznych modelowań systemów naftowych ma na celu przeprowadzenie rekonstrukcji procesów i mechanizmów generowania, migracji i akumulacji węglowodorów. Podstawą modelowań procesów generowania jest modelowanie paleotermiczne, które polega na modelowaniu dojrzałości termicznej skał, zwłaszcza macierzystych. Takie modelowania są przeprowadzane głównie w wersji 1D 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 2D (przekrój geologiczny), natomiast modelowania 3D integrują wszystkie wyżej wymienione procesy w postaci przestrzennej. Dokładna metodyka modelowań

systemów naftowych została przedstawiona w pracach m.in. Botora i Kosakowskiego (2000), Highley i in. (2006) i Al-Hajeriego i in. (2009).

Na obszarze przetargowym „Ryki” występują liczne otwory wiertnicze nawiercające perspektywiczne utwory dewonu i karbonu. Do tej pory dla analizowanego obszaru przetargowego, obejmującego północną część rowu lubelskiego, wykonano liczne modelowania systemów naftowych, które zostały przedstawione w pracach m.in. Burzewskiego i in. (1998), Botora i in. (2002), Karnkowskiego (2003) oraz przede wszystkim Kosakowskiego i in. (2005). Na podstawie wspomnianych publikacji została opracowana syntetyczna analiza generacji, migracji i akumulacji węglowodorów w utworach młodszego paleozoiku na obszarze przetargowym „Ryki”.

Na podstawie modelowań dojrzałości termicznej (Fig. 3.1 i 3.2) skały macierzyste dewonu oraz kompleksu I karbonu obecnie znajdują się w głównej fazie generowania/występowania ropy naftowej (0,7–1,0% R_o). Skały macierzyste kompleksów II, III i IV karbonu obecnie występują w oknie odpowiadającemu wczesnej fazie generowania ropy naftowej (0,5–0,7% R_o). Wczesna faza dojrzałości termicznej w zależności od zróżnicowanych warunków paleotermicznych na analizowanym obszarze została osiągnięta przez skały macierzyste dewonu na przełomie namuru i westfalu, kiedy skały zostały pogrążone na głębokość <1500 m, osiągając temperaturę >80°C. Główna faza generowania ropy naftowej w tych utworach nastąpiła z końcem westfalu, gdy skały zostały pogrążone na głębokość >2500 m, a temperatura kompleksu wzrosła do >120°C. Skały macierzyste karbonu I, II i III kompleksu osiągnęły wczesną fazę dojrzałości w westfalu przy pogrążeniu na głębokość <1600 m i temperaturze >90°C. Wypiętrzenie i erozja późnokarbońska (powestfalska) zahamowała czasowo dalszy wzrost dojrzałości termicznej utworów karbonu. Dopiero depozycja utworów mezozoiku przyczyniła się do dalszego pogrzebania, a tym samym zwiększenia głębokości i temperatury. Kompleks I osiągnął dojrzałość termiczną na poziomie generowania ropy naftowej dopiero w paleogenie, kiedy skały zostały pogrążone na głębokość <2700 m, przy temperaturze >120°C. Skały macierzyste kompleksów II, III i IV pozostały we wczesnej fazie generowania węglowodorów.

Pułapki strukturalne w utworach dewonu zostały uformowane podczas strukturalnej przebudowy obszaru w fazie bretońskiej, natomiast migracja węglowodorów trwała do końca westfalu (koniec wypiętrzenia i erozji powestfalskiej). Migracja węglowodorów odbywała się pionowymi ścieżkami migracji z wykorzystaniem systemu dyslokacyjnego dewonu i karbonu. Czas formowania się pułapek w utworach karbonu szacuje się na okres sedymentacji i deformacji synwaryscyjskich. Osiągnięta przez skały macierzyste karbonu tylko wczesna faza dojrzałości termicznej wyklucza proces migracji węglowodorów z tych utworów. Nie można również wykluczyć dopływu węglowodorów z utworów starszego paleozoiku do złóż w dewonie i karbonie (Klimuszko, 2002).

Modelowania systemu naftowego na obszarze przetargowym „Ryki” potwierdzają potencjał generacyjno-akumulacyjny węglowodorów (ropa naftowa/gaz ziemny) skał młodszego paleozoiku (dewon górny, karbon) na tym obszarze. Istotnym elementem również potwierdzającym (dokumentującym) potencjał węglowodorowy tego obszaru jest występowanie złoża Stężyca, znajdującego się w bezpośrednim sąsiedztwie obszaru przetargowego.

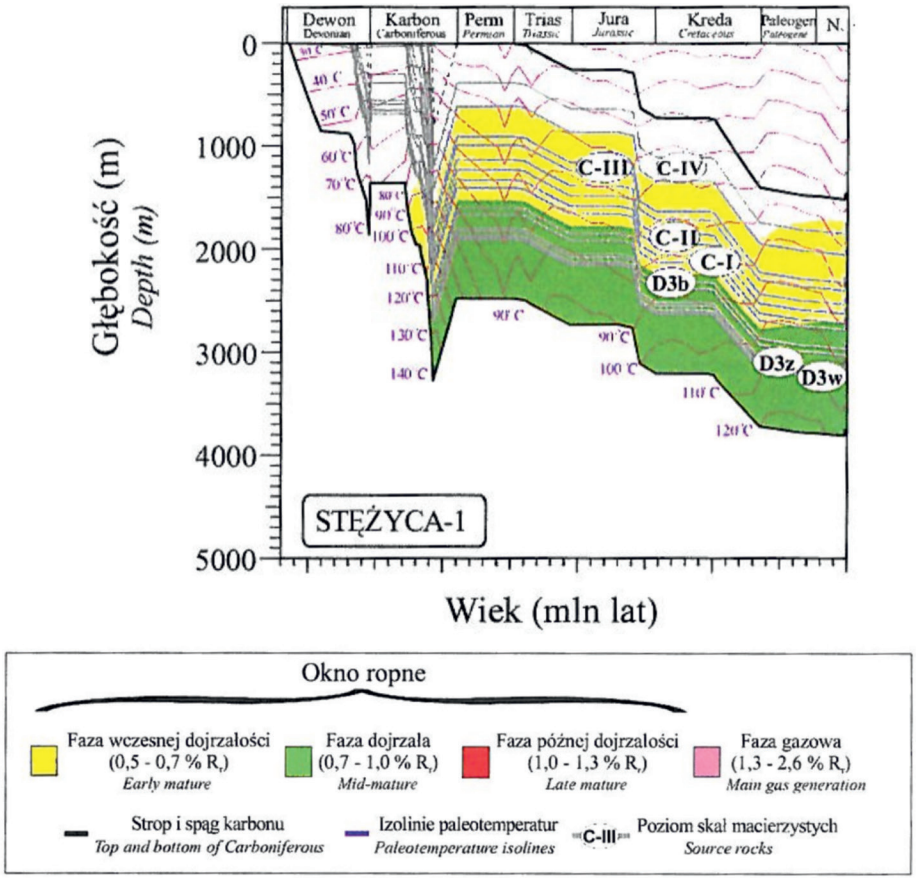


Fig. 3.1. Model 1D historii pogrążania i dojrzałości termicznej dla otworu Stężyca 1 (Kosakowski i in., 2005).

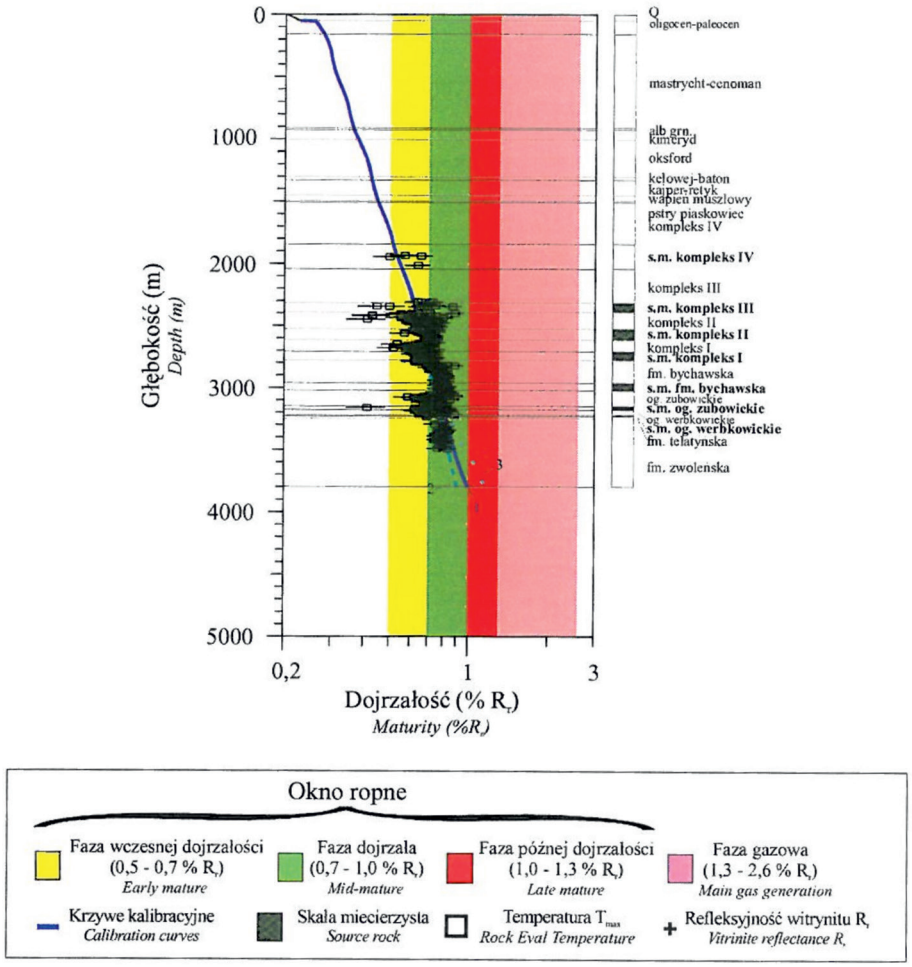


Fig. 3.2. Krzywa kalibracyjna dojrzałości termicznej dla kompleksów macierzystych dewonu i karbonu w profilach geologicznych odwiertów północnej części rowu lubelskiego (segment stężycki; Kosakowski i in., 2005).

3.8. PARAMETRY ROPY/GAZU

Parametry węglowodorów (ropa/gaz) występujących na obszarze przetargowym „Ryki" zostały opracowane na podstawie wyników analiz geochemicznych węglowodorów wykonanych przez Kotarbę i in. (2005a) dla złoża Stężyca. Należy podkreślić, że objawy węglowodorów obserwowano w wielu otworach wiertniczych we wszystkich kompleksach dewonu i karbonu. Objawy te występowały w rdzeniach, płuczce wiertniczej i płynach złożowych.

Dla określenia składu cząsteczkowego gazu ziemnego akumulowanego w utworach dewonu i karbonu wykorzystano 3 próbki gazu pobrane z utworów karbonu w otworach Stężyca 1,Stężyca 3K i Stężyca 5 K (Tab. 3.9).

Szacowany skład gazu ziemnego na obszarze przetargowym „Ryki" to gaz wysokometanowy, gazolinowy, raczej z niewielką zawartością azotu.

Dla charakterystyki geochemicznej ropy naftowej akumulowanej w utworach karbonu wykorzystano próbki ropy naftowej pobranej z kompleksów I, II, III i IV karbonu z otworów: Stężyca 1, Stężyca 2, Stężyca 3K, Stężyca 5K, Stężyca 6K i Stężyca 7 (Tab. 3.10).

Szacuje się, że ropa naftowa występująca na obszarze przetargowym „Ryki" ma właściwości fizykochemiczne odpowiadające ropie lekkiej, niskosiarkowej, małożywicznej, o dużej zawartości węglowodorów nasyconych.

Tab. 3.9. Wyniki analiz składu cząsteczkowego gazów akumulowanych w utworach karbonu i dewonu dla obszaru przetargowego „Ryki" (Kotarba i in., 2005a).

	Stężyca 1	Stężyca 3K	Stężyca 5K
Składnik	**(% obj.)**		
CH_4	89,5	89,5	52,7
C_2H_6	3,55	4,02	13,08
C_3H_8	2,03	1,89	13,96
iC_4H_{10}	0,346	0,273	2,925
nC_4H_{10}	0,533	0,572	7,415
C_5H_{12}	0,426	0,370	5,162
C_6H_{14}	0,321	0,196	2,495
H_2	n.a	0	0
CO_2	0,26	0,10	0,33
Ar	n.a	0,040	n.a
He	n.a	0,10	0,00
N_2	2,9	3,0	1,9
O_2	0,24	0,08	0,00
Razem	100	100	100

Tab. 3.10. Zestawienie uśrednionych wyników analiz gęstości, zawartości siarki oraz składu grupowego i izotopowego rop naftowych akumulowanych w utworach karbonu dla obszaru przetargowego „Ryki” (na podstawie Kotarby i in., 2005a).

Kompleks karbonu	Gęstość (g/cm³)		Siarka	Frakcje				Nas/ aro	δ¹³C (nas)	δ¹³C (ropa)	δ¹³C (aro)	δ¹³C (żyw)	δ¹³C (asf)
	(g/cm³)	⁰API	(% wag.)	(% wag.)					(‰)	(‰)	(‰)	(‰)	(‰)
				nas	aro	żyw	asf						
I	0,821	52,03	0,07	84,73	10,36	4,4	0,7	6,15	-27,6	-27,6	-25,9	-25,5	
II	0,851	33,86	0,10	77,66	16,13	5,06	0,53	5,06	-28,4	-28	-26,9	-26,4	27,1
III	0,766	52,72	0,036	79,95	15,65	7,31	0,35	12,33	-27,9	-27,7	-27,4	-27,1	-26,6
IV	0,750	56,08	0,028	91,68	3,32	4,84	0,82	14,7	-28,7	-28,7	-27,2	-28,2	

3.9. PODSUMOWANIE

System naftowy obszaru przetargowego „Ryki” (Fig. 3.3) reprezentują perspektywiczne utwory ropo- i gazonośne dewonu i karbonu. Do skał macierzystych zalicza się utwory ogniwa zubowickiego, werbkowickiego i formacji bychawskiej dewonu górnego oraz kompleksy I, II, III i IV karbonu. Skały zbiornikowe tworzą utwory węglanowe dewonu górnego oraz piaskowce przeławicające poszczególne macierzyste kompleksy karbonu. Skały uszczelniające reprezentują marglisto-ilaste utwory formacji bychawskiej dewonu oraz poziomy ilasto-mułowcowe pomiędzy kompleksami I–IV karbonu (głównie II i III). Do skał nadkładu należy zaliczyć utwory mezozoiku (trias, jura środkowa, jura górna, kreda) oraz kenozoiku. Czas i mechanizm formowania się strukturalnych pułapek naftowych w utworach dewonu związany jest z bretońską fazą przebudowy strukturalnej obszaru rowu lubelskiego. Formowanie się pułapek strukturalnych w karbonie związane jest z deformacjami synwaryscyjskimi (faza asturyjska), natomiast formowanie pułapek stratygraficznych przypadało na czas sedymentacji utworów karbonu. Generowanie węglowodorów ze skał macierzystych dewonu górnego miało miejsce od namuru do końca westfalu, ze wznowieniem w późnej kredzie. Natomiast skały macierzyste karbonu osiągnęły tylko wczesną (wstępną) fazę generowania węglowodorów. Migracja węglowodorów czasowo odpowiadała generowaniu węglowodorów i trwała do końca karbonu.

Obszar przetargowy „Ryki” jest perspektywiczny pod względem występowania zwłaszcza złóż ropy naftowej, ale również gazu ziemnego. Niemniej jednak, ze względu na słabe właściwości skał macierzystych i niską pojemność skał zbiornikowych, można spodziewać się niewielkich rozmiarów złóż węglowodorów.

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

W bliskim sąsiedztwie obszaru przetargowego „Ryki” znajdują się czynne złoża węglowodorów (Fig. 4.1):

– ekspl. złoże ropy naftowej i gazu ziemnego Glinnik (NR 5316; Fig. 4.2 – 4.4);

– ekspl. złoże gazu ziemnego i ropy naftowej Stężyca (GZ 8233; Fig. 4.5 – 4.7).

W dalszej części rozdziału przedstawiono ich ogólną charakterystykę geologiczno-złożową.

4.1. ZŁOŻE ROPY NAFTOWEJ I GAZU ZIEMNEGO GLINNIK

Położenie administracyjne:
województwo – lubelskie
powiat – lubartowski
gmina –Kamionka
powiat – lubelski
gmina – Garbów

Powierzchnia całkowita złoża: 58,09 ha
Głębokość zalegania: 2293,50 – 2299,50 m p.p.m.
Stratygrafia: dewon górny – famen
Koncesja na wydobywanie: 8/2001 z dnia 6 lipca 2001 roku wydana przez Ministra Środowiska
Użytkownik złoża: Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. w Warszawie
Data rozpoczęcia eksploatacji: 1991 r.
Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Lublin
Nr MIDAS: 5316

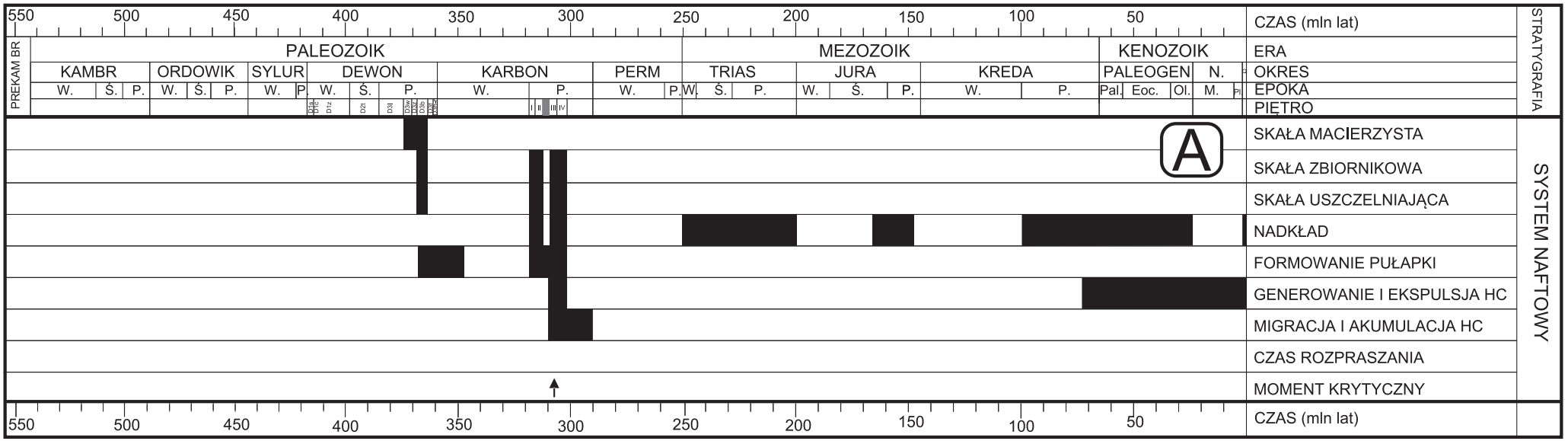
Dokumentacje NAG PIG-PIB:

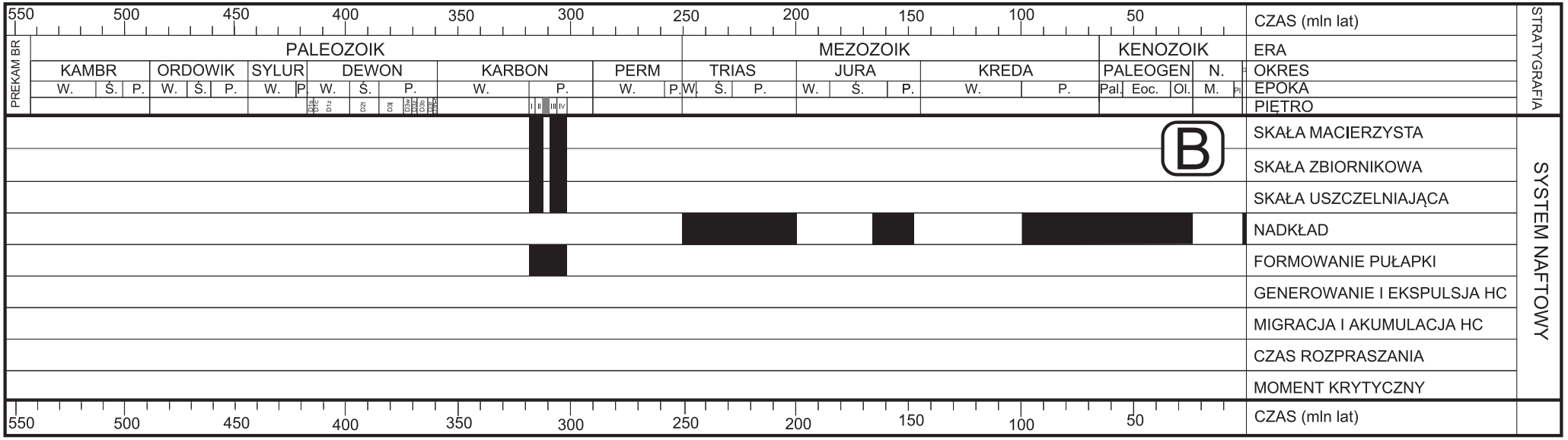
1. Nocoń, W. 1995. Dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej Glinnik. Inw. 247/96, CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Ministra Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 8 stycznia 1996 roku, znak: KZK/2/6536/95.
2. Rzeźnik, M. 2012. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża ropy naftowej Glinnik. Inw. 972/2013, CAG PIG,, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Ministra Środowiska z dnia 19 marca 2013 roku, znak: DG/kzk-4741-8137/2/10831/13/MW.
3. **Zasoby:**
   Wydobywalne zasoby bilansowe w 2016 roku:
   – 0,59 mln m³ gazu ziemnego w kat. A+B
   – 7,38 mln m³ ropy naftowej w kat. A+B
   Zasoby przemysłowe w 2016 roku:
   – 0,43 mln m³ gazu ziemnego
   – 4,76 mln m³ ropy naftowej
   Wydobycie w 2016 roku:
   – 0,05 mln m³ gazu ziemnego
   – 0,28 mln m³ ropy naftowej

Budowa złoża:

Akumulacje ropy naftowej i towarzyszącego jej gazu ziemnego na złożu Glinnik występują w centralnej części rowu lubelskiego, w strefie ciągu strukturalnego Dęblin-Abramów-Minkowice, w stropie piaskowców górnego dewonu (famenu), i są związane ze strukturą antyklinalną o osi SEE-NWW. Skałę zbiornikową stanowią spękane drobnoziarniste piaskowce kwarcowe z wkładkami piaskowców mułowcowych formacji bychaw-

→ **Fig. 3.3.** System naftowy (A) dewonu i (B) karbonu dla obszaru przetargowego „Ryki” (Kotarba i in., 2005d).


550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
CZAS (mln lat)
STRATYGRAFIA
PREKAM BR
PALEOZOIK
MEZOZOIK
KENOZOIK
ERA
KAMBR
ORDOWIK
SYLUR
DEWON
KARBON
PERM
TRIAS
JURA
KREDA
PALEOGEN
N.
OKRES
W.
Ś.
P.
Pal.
Eoc.
Ol.
M.
Pl.
EPOKA
PIĘTRO
A
SKAŁA MACIERZYSTA
SKAŁA ZBIORNIKOWA
SKAŁA USZCZELNIAJĄCA
NADKŁAD
FORMOWANIE PUŁAPKI
GENEROWANIE I EKSPULSJA HC
MIGRACJA I AKUMULACJA HC
CZAS ROZPRASZANIA
MOMENT KRYTYCZNY
SYSTEM NAFTOWY
CZAS (mln lat)


550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
CZAS (mln lat)
STRATYGRAFIA
PREKAM BR
PALEOZOIK
MEZOZOIK
KENOZOIK
ERA
KAMBR
ORDOWIK
SYLUR
DEWON
KARBON
PERM
TRIAS
JURA
KREDA
PALEOGEN
N.
OKRES
W.
Ś.
P.
Pal.
Eoc.
Ol.
M.
Pl.
EPOKA
PIĘTRO
B
SKAŁA MACIERZYSTA
SKAŁA ZBIORNIKOWA
SKAŁA USZCZELNIAJĄCA
NADKŁAD
FORMOWANIE PUŁAPKI
GENEROWANIE I EKSPULSJA HC
MIGRACJA I AKUMULACJA HC
CZAS ROZPRASZANIA
MOMENT KRYTYCZNY
SYSTEM NAFTOWY
CZAS (mln lat)

skiej (Fig. 4.4). Pułapkę stanowi przydyslokacyjny spłaszczony element antyklinalny zalegający na obniżonym bloku tektonicznym. Seria złożowa zalega bezpośrednio pod powierzchnią niezgodności erozyjnej dewon-karbon. Od stropu uszczelnienie złoża stanowią ilasto-mułowcowe osady karbonu dolnego-wizenu, a od spągu zasięg jego wyznaczają kontur wód podścielających, jak również zmiana cech zbiornikowych kompleksu skał piaskowcowych występujących w formie przewarstwień wśród osadów iłowcowo-mułowcowych. Rejon złoża Glinnik należy do strefy o utrudnionym reżimie wymiany wód, a nawet całkowitej ich izolacji, a co za tym idzie hydrogeologicznej szczelności. Warunki energetyczne można określić jako mieszane: z dominującym udziałem ekspansji gazu rozpuszczonego w ropie, jak również sprężystości cieczy i skał złożowych oraz naporu wód podścielających. Własności fizyczne skały zbiornikowej określono na podstawie badań laboratoryjnych próbek rdzeni i na podstawie pomiarów geofizyki wiertniczej. Porowatość skał w odwiertach Glinnik 1 i Glinnik 4, na podstawie badań laboratoryjnych próbek rdzeni określono w przedziale od 1,67 do 5,97%, a w odwiercie Glinnik 3 na podstawie pomiarów geofizyki wiertniczej oceniono na 9,2%. Średnia wartość porowatości dla złoża wynosi 5,6%. Przepuszczalność serii złożowej, którą obliczono na podstawie interpretacji krzywej odbudowy ciśnienia dennego odwiertu Glinnik-3 (w układzie Hornera), wynosi 1,059 mD. Na niską przepuszczalność formacji nakłada się jej szczelinowatość.

Otwory udostępniające (stan na 2017 rok):

Nazwa otworu	Głębokość spągu [m p.p.t.]	Stratygrafia na dnie
GLINNIK 1	2402	dewon górny
GLINNIK 3	2325	dewon
GLINNIK 4	2450	dewon górny

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

Tab. 4.1. Parametry złoża ropy naftowej Glinnik oraz parametry jakościowe kopaliny (MIDAS, 2017; Rzeźnik, 2012).

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie aktualne	–	–	2,53	MPa	
ciśnienie złożowe pierwotne	–	–	21,220	MPa	
głębokość położenia wody podścielającej	–	–	-2146,50	m	określono na podstawie prób złożowych w otworze Glinnik-3
głębokość położenia wody podścielającej	–	–		m	
porowatość	1,700	13,000	5,600	%	
przepuszczalność	–	–	1,059	mD	
stopień mineralizacji wody złożowej	96,000	126,000	–	g/l	
temperatura złoża	–	–	68,900	st.C	
typ chemiczny wody złożowej	–	–	–	–	chlorkowo-sodowy
warunki produkowania	–	–	–	–	gaz rozpuszczony w ropie, grawitacyjnie
współczynnik nasycenia węglowodorami	–	–	0,550	.	
wydajność aktualna	–	–	1,100	t/d	
wydajność początkowa	4,000	6,000	5,000	t/d	
wykładnik gazowy	19,000	181,000	85,000	m^3/t	
wykładnik wodny	0,000	422,000	97,000	kg/m^3	
ciężar właściwy ropy	0,812	0,845	0,828	g/cm^3	
zawartość Hg	–	–	–	$\mu g/nm^3$	nie występuje
zawartość siarki	0,060	0,360	–	%	
wartość opałowa	41,430	67,010	51,800	MJ/Nm^3	
zawartość C_2H_6	7,761	33,700	16,491	% obj.	
zawartość CH_4	35,054	83,620	66,239	% obj.	
zawartość dwutlenku węgla	0,007	0,281	0,166	% obj.	
zawartość He	–	0,093	0,033	% obj.	wartość minimalna – ślady
zawartość N_2	0,376	2,750	1,217	% obj.	
zawartość siarkowodoru	–	–	–	% obj.	nie występuje
zawartość węglowodorów ciężkich C3+	139,330	712,040	379,610	g/Nm^3	

→ **Fig. 4.1.** Złoża węglowodorów w sąsiedztwie obszaru przetargowego „Ryki".

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

RYKI

0 1,25 2,5 5 7,5 10 12,5 km

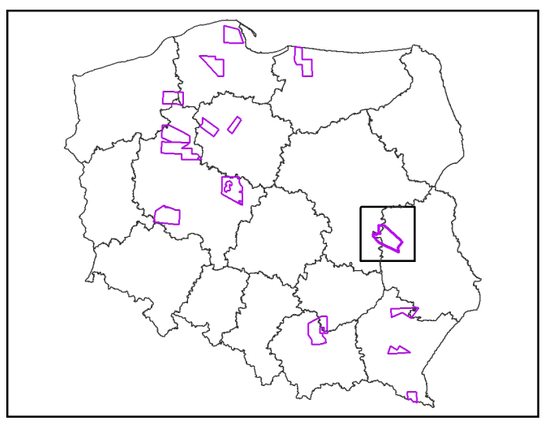
Układ współrzędnych: PL-1992

Objaśnienia

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

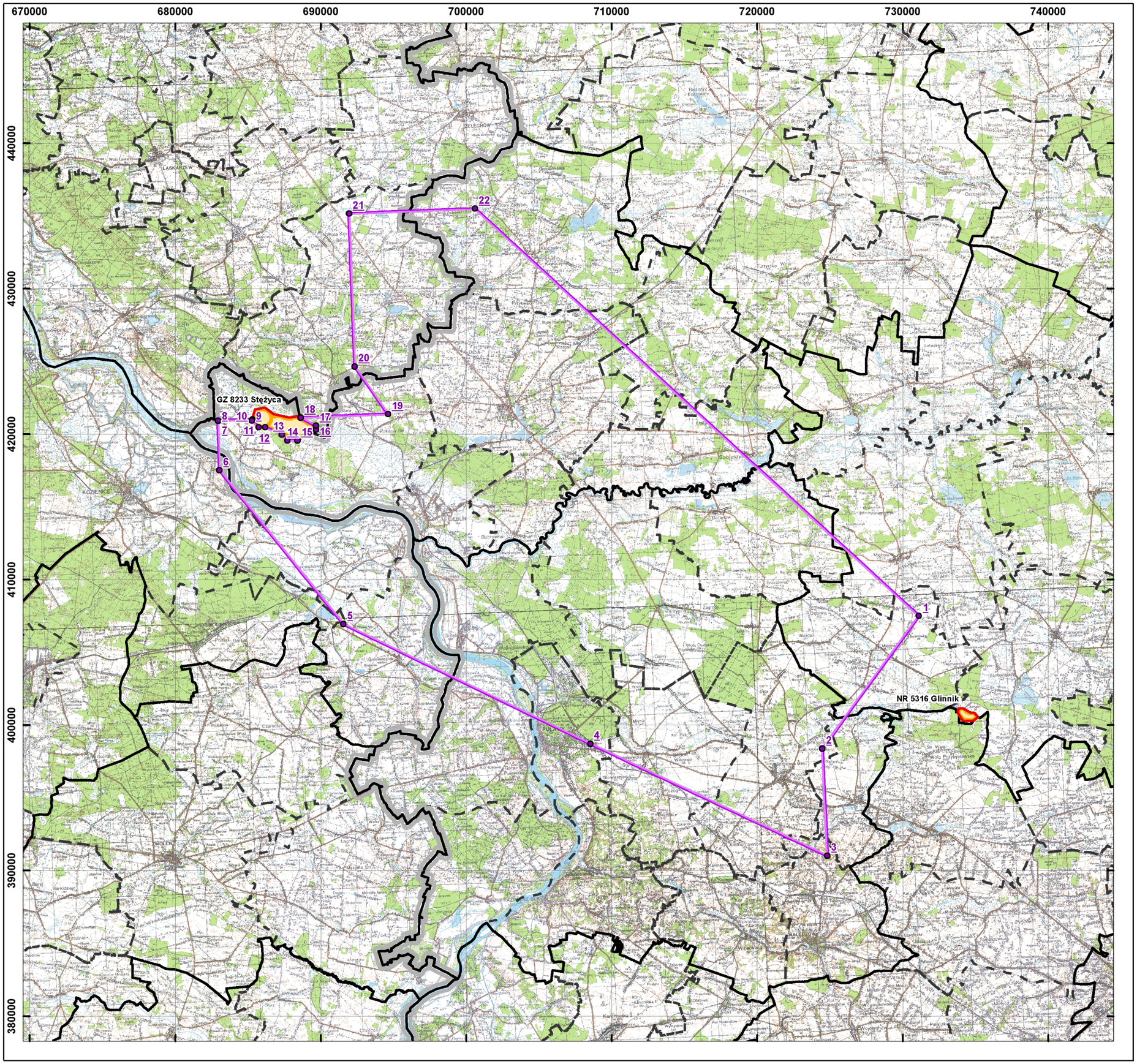
Współrzędne punktów wyznaczających granice obszaru Ryki
układ współrzędnych PL-1992

Nr punktu	X	Y
1	407494,46	731105,39
2	398381,37	724478,08
3	391027,02	724815,79
4	398721,51	708533,60
5	406938,85	691560,89
6	417513,16	683035,52
7	420895,35	682945,76
8	420925,35	682944,96
9	421010,20	685294,80
10	420923,26	685271,71
11	420469,35	685725,44
12	420460,44	686189,02
13	419968,31	687320,49
14	419554,49	687716,99
15	419553,99	688409,45
16	420317,35	689664,43
17	420580,60	689659,36
18	421133,16	688618,60
19	421361,48	694639,27
20	424645,99	692342,61
21	435143,76	691942,04
22	435481,97	700604,25



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

Copyright by PIG-PIB, Warszawa 2017



Tab. 4.2. Historia wydobycia ropy naftowej w złożu Glinnik (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę).

Kopalina	główna – T; towarzysząca - N	Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie z zasobów bilansowych w tys. ton	Wydobycie z zasobów pozabilansowych w tys. ton
ropa naftowa	T	16/12/31	0,28	
ropa naftowa	T	15/12/31	0,34	
ropa naftowa	T	14/12/31	0,34	
ropa naftowa	T	13/12/31	0,28	
ropa naftowa	T	12/12/31	0,38	
ropa naftowa	T	11/12/31		0,27
ropa naftowa	T	10/12/31		0,40
ropa naftowa	T	09/12/31		0,52
ropa naftowa	T	08/12/31		0,26
ropa naftowa	T	07/12/31		0,31
ropa naftowa	T	06/12/31		0,22
ropa naftowa	T	05/12/31		0,25
ropa naftowa	T	04/12/31		0,16
ropa naftowa	T	03/12/31		0,26
ropa naftowa	T	02/12/31		0,50
ropa naftowa	T	01/12/31	0,36	
ropa naftowa	T	00/12/31	0,24	
ropa naftowa	T	99/12/31	0,72	
ropa naftowa	T	98/12/31	0,70	
ropa naftowa	T	97/12/31	0,50	
ropa naftowa	T	96/12/31	0,75	
ropa naftowa	T	95/12/31	0,17	

Tab. 4.3. Historia wydobycia gazu ziemnego w złożu Glinnik (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę).

Kopalina	główna – T; towarzysząca - N	Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie z zasobów bilansowych w mln m^3	Wydobycie z zasobów pozabilansowych w mln m^3
gaz ziemny	N	16/12/31	0,05	
gaz ziemny	N	15/12/31	0,05	
gaz ziemny	N	14/12/31	0,04	
gaz ziemny	N	13/12/31	0,04	
gaz ziemny	N	12/12/31	0,05	
gaz ziemny	N	11/12/31	–	0,04
gaz ziemny	N	10/12/31	–	0,05
gaz ziemny	N	09/12/31	–	0,08
gaz ziemny	N	08/12/31	–	0,03
gaz ziemny	N	07/12/31	–	0,04
gaz ziemny	N	06/12/31	–	0,01
gaz ziemny	N	05/12/31	–	0,02
gaz ziemny	N	04/12/31	–	–
gaz ziemny	N	03/12/31	–	0,03
gaz ziemny	N	02/12/31	–	0,02
gaz ziemny	N	01/12/31	0,01	
gaz ziemny	N	00/12/31	0,02	
gaz ziemny	N	99/12/31	0,06	
gaz ziemny	N	98/12/31	0,06	
gaz ziemny	N	97/12/31	0,06	
gaz ziemny	N	96/12/31	0,05	
gaz ziemny	N	95/12/31	0,01	

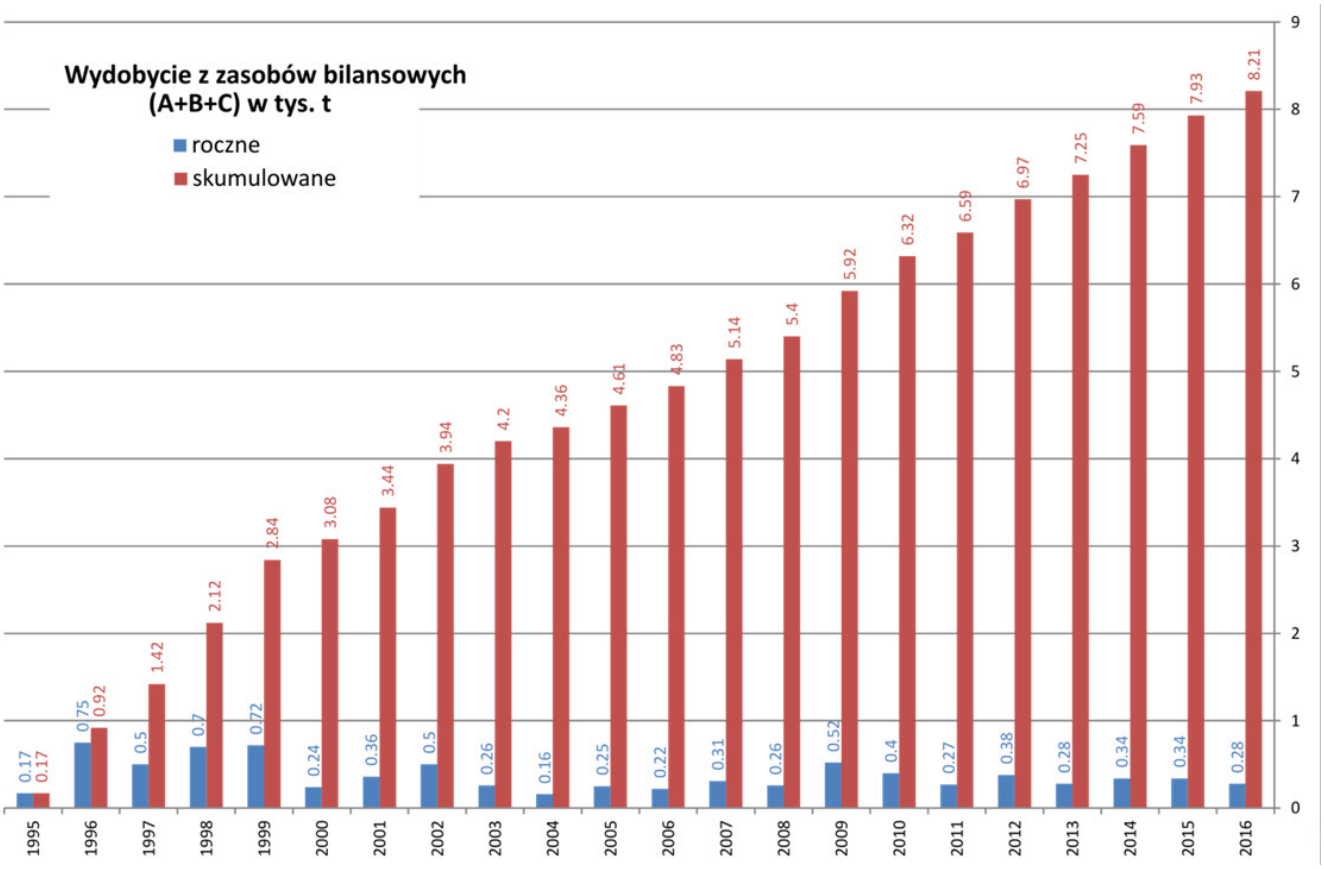


Fig. 4.2. Wykres wydobycia ropy naftowej w złożu Glinnik (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę).

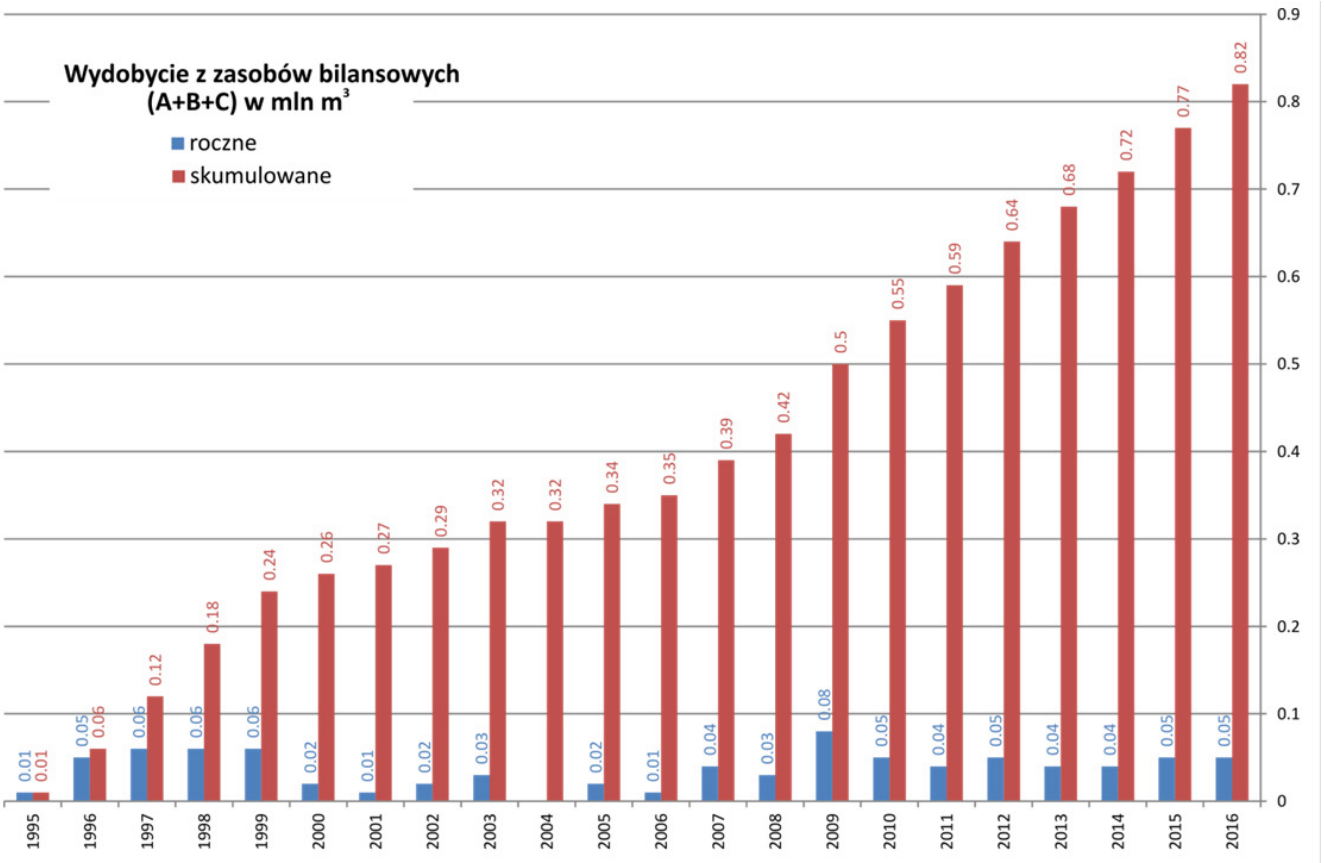


Fig. 4.3. Wykres wydobycia gazu ziemnego w złożu Glinnik (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę)

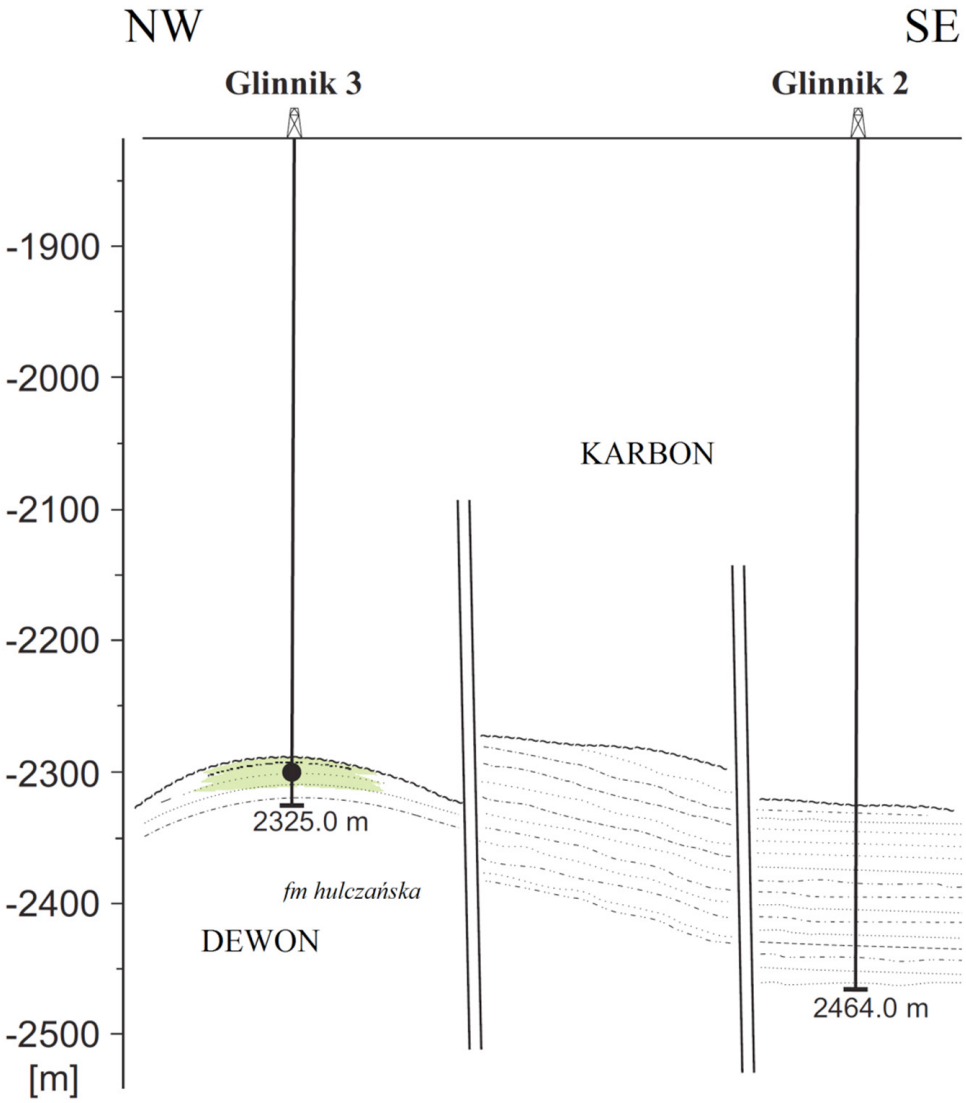


Fig. 4.4. Przekrój geologiczny przez złoże Glinnik (na podstawie Radkovets i in., 2017).

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

4.2. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO I ROPY NAFTOWEJ STĘŻYCA

Położenie administracyjne:
województwo – lubelskie
powiat – rycki
gmina – Stężyca
województwo – mazowieckie
powiat – garwoliński
gmina – Trojanów

Powierzchnia całkowita złoża: 473,33 ha
Głębokość zalegania: 1908,40 – 2674,00 m p.p.m.
Stratygrafia: karbon górny
Koncesja na wydobywanie: 1/2001 z dnia 5 stycznia 2001 roku wydana przez Ministra Środowiska
Użytkownik złoża: Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. w Warszawie
Data rozpoczęcia eksploatacji: 2002 r.
Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Lublin
Nr MIDAS: 8233

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

1. Dzięgielowski, J. 1998. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego i ropy naftowej Stężyca w miejsc. Pawłowice, Długowola, gm. Stężyca, Trojanów, woj. lubelskie. Inw. 737/99, CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Ministra Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 15 kwietnia 1999 roku.
2. Dzięgielowski, J. 2002. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego i ropy naftowej „Stężyca” w kat. B+C w miejsc. Długowola, Pawłowice i Piotrowice. Inw. 1894/2002, CAG PIG, Warszawa. Przyjęty bez zastrzeżeń zawiadomieniem Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2002 roku, znak: DG/kzk/EZD/7414/2002.

Zasoby:
Wydobywalne zasoby bilansowe w 2016 roku:
– 228,63 mln m^3 gazu ziemnego w kat. A+B
– 173,19 mln m^3 gazu ziemnego w kat. C
– 86,62 mln m^3 ropy naftowej w kat. C
Zasoby przemysłowe w 2016 roku:
– 105,36 mln m^3 gazu ziemnego
– 8,10 mln m^3 ropy naftowej
Wydobycie w 2016 roku:
– 0,50 mln m^3 gazu ziemnego
– 0,20 mln m^3 ropy naftowej

Budowa złoża:
Złoże gazu ziemnego i ropy naftowej Stężyca (Fig. 4.7) jest położone w NW części basenu lubelskiego, w obrębie ciągu strukturalnego Abramów–Dęblin–Maciejowice (Helcel-Weil i Dzięgielowski, 2003). Pierwszy i zarazem główny horyzont złożowy gazu ziemnego – I2 – jest zlokalizowany w osadach karbonu górnego (westfal, formacja dęblińska). Budują go piaszczyste osady aluwialne środowisk korytowych oraz drobniejsze frakcje pozakorytowe. W otworze Stężyca 3K występują piaskowce korytowe nasycone ropą naftową – horyzonty złożowy I2B (2378,0 – 2382,0 m) i H2 (2424,5–2461,5 m). Kolejne warstwy piaskowców korytowych nasyconych gazem ziemnym odkryto w otworze Stężyca 5K – horyzont L. Ich miąższość waha się od 5 do 17 m. W otworze Stężyca 7 udokumentowano złoże ropy naftowej w piaskowcach korytowych dolnego namuru A (formacja terebińska, horyzont korelacyjny D2).

Parametry złoża i parametry jakościowe kopalin: dane zestawiono w Tab. 4.4, 4.5 i 4.6.

Tab. 4.4. Parametry złoża ropy naftowej Stężyca oraz parametry jakościowe kopaliny (MIDAS, 2017; Dzięgielowski, 2002).

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie aktualne	–	–	23,460	MPa	horyzont I2B, IX 1999
ciśnienie aktualne	–	–	23,460	MPa	horyzont D2, X 2001
ciśnienie złożowe pierwotne	–	–	25,680	MPa	horyzont D2
ciśnienie złożowe pierwotne	–	–	24,070	MPa	horyzont I2B
głębokość położenia wody podścielającej	–	–	–2 218,00	m	horyzont I2B
głębokość położenia wody podścielającej	–	–	–	m	horyzont D2, nie ustalono
przepuszczalność	–	–	32,760	mD	horyzont I2B
przepuszczalność	–	–	10,340	mD	oznaczono w czasie testu, horyzont D2
stopień mineralizacji wody złożowej	–	–	196,040	g/l	
temperatura złoża	–	–	334,580	K	horyzont I2B
temperatura złoża	–	–	344,450	K	horyzont D2
typ chemiczny wody złożowej	–	–	–	–	chlorkowo-wapniowa
warunki produkowania	–	–	–	–	samoczynny
współczynnik nasycenia węglowodorami	–	–	0,160	–	horyzont D2
współczynnik nasycenia węglowodorami	–	–	0,450	–	horyzont I2B
wydajność dozwolona Vdozw.	–	–	217,000	Nm^3/min	horyzont I2B, wartość szacunkowa
wydajność dozwolona Vdozw.	–	–	43,000	Nm^3/min	horyzont D2
wykładnik gazowy	–	–	229,900	m^3/m^3	horyzont I2B
wykładnik gazowy	–	–	140,100	m^3/m^3	horyzont D2
zapiaszczenie	–	–	78,090	%	horyzont I2B
zapiaszczenie	–	–	80,220	%	horyzont D2

Tab. 4.5. Parametry złoża gazu ziemnego towarzyszącego ropie naftowej Stężyca oraz parametry jakościowe kopaliny (MIDAS, 2017; Dzięgielowski, 2002).

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie aktualne	–	–	23,830	MPa	
ciśnienie złożowe pierwotne	–	–	23,860	MPa	
głębokość położenia wody podścielającej	–	–	–2 218,00	m	horyzont I2B
porowatość	–	–	10,640	%	horyzont I2B
przepuszczalność	–	–	20,460	mD	horyzont I2B
stopień mineralizacji wody złożowej	–	–	196,040	g/l	
temperatura złoża	–	–	334,200	K	
typ chemiczny wody złożowej	–	–	–	–	chlorkowo-wapniowa
warunki produkowania	–	–	–	–	samoczynny
współczynnik nasycenia węglowodorami	–	–	0,360	%	horyzont I2B
wydajność absolutna Vabs	–	–	161,000	Nm^3/min	sierpień 2001
wydajność dozwolona Vdozw.	–	–	43,000	Nm^3/min	
wykładnik wodny	–	–	0,000	g/Nm^3	
zapiaszczenie	–	–	79,680	%	horyzont I2B

Tab. 4.6. Parametry złoża gazu ziemnego Stężyca oraz parametry jakościowe kopaliny (MIDAS, 2017; Dzięgielowski, 2002).

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie złożowe pierwotne	–	–	23,942	MPa	horyzont I2A
ciśnienie złożowe pierwotne	–	–	18,901	MPa	horyzont L2B
ciśnienie złożowe pierwotne	–	–	19,574	MPa	horyzont L2C
głębokość położenia wody podścielającej	–	–	–1 810,00	m	horyzont L2C
głębokość położenia wody podścielającej	–	–	–1 776,00	m	horyzont L2B
głębokość położenia wody podścielającej	–	–	–2 218,00	m	horyzont I2A
głębokość położenia wody podścielającej	–	–	–1 748,00	m	horyzont L2A
porowatość	–	–	12,170	%	horyzont I2A
porowatość	–	–	13,870	%	horyzont L2C
porowatość	–	–	16,350	%	horyzont L2A
porowatość	–	–	16,790	%	horyzont L2B
przepuszczalność	–	–	11,960	mD	horyzont L2C
przepuszczalność	–	–	11,330	mD	horyzont L2B
przepuszczalność	–	–	39,710	mD	horyzont I2A
przepuszczalność	–	–	12,230	mD	horyzont L2A
stopień mineralizacji wody złożowej	–	–	197,150	g/l	horyzont I2A
stopień mineralizacji wody złożowej	–	–	153,330	g/l	horyzont L2B
stopień mineralizacji wody złożowej	–	–	135,480	g/l	horyzont L2C

Tab. 4.6. c.d.

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
temperatura złoża	–	–	322,520	K	horyzont L2B
temperatura złoża	–	–	323,310	K	horyzont L2A
temperatura złoża	–	–	323,100	K	horyzont L2C
temperatura złoża	–	–	333,790	K	horyzont I2A
typ chemiczny wody złożowej	–	–			chlorkowo-sodowa, horyzont L2B, L2C, I2A
typ chemiczny wody złożowej	–	–			brak danych, horyzont L2A
warunki produkowania	–	–			samoczynne
współczynnik nasycenia węglowodorami	–	–	0,450	–	horyzont L2A
współczynnik nasycenia węglowodorami	–	–	0,560	–	horyzont L2B
współczynnik nasycenia węglowodorami	–	–	0,590	–	horyzont L2C
współczynnik nasycenia węglowodorami	–	–	0,320	–	horyzont I2A
wydajność absolutna Vabs	–	–	51,440	Nm^3/min	horyzont L2C
wydajność absolutna Vabs	–	–	65,420	Nm^3/min	horyzont L2B
wydajność absolutna Vabs	–	–	233,430	Nm^3/min	horyzont I2A
wydajność absolutna Vabs	–	–	201,910	Nm^3/min	horyzont L2A
wydajność dozwolona Vdozw.	–	–		Nm^3/min	horyzont L2A
wydajność dozwolona Vdozw.	–	–		Nm^3/min	horyzont I2A, wartość szacunkowa
wydajność dozwolona Vdozw.	–	–		Nm^3/min	horyzont L2B, horyzont L2C – nie określono
wykładnik wodny	–	–	15,000	g/Nm^3	horyzont L2A
wykładnik wodny	–	–	39,000	g/Nm^3	horyzont L2C
wykładnik wodny	–	–	40,900	g/Nm^3	horyzont L2B
wykładnik wodny	–	–	0,000	g/Nm^3	horyzont I2A
zapiaszczenie	–	–	75,630	%	horyzont L2B
zapiaszczenie	–	–	81,780	%	horyzont I2A
zapiaszczenie	–	–	75,370	%	horyzont L2C
zapiaszczenie	–	–	67,950	%	horyzont L2A

Otwory udostępniające:

Nazwa otworu	Głębokość spągu [m p.p.t.]	Stratygrafia na dnie
PAPROTNIA 1	2730	karbon górny
STĘŻYCA 1	3724	dewon dolny
STĘŻYCA 2	2820	dewon górny
STĘŻYCA 3K	2910	dewon górny
STĘŻYCA 5K	2505	karbon
STĘŻYCA 6K	2448	karbon górny
STĘŻYCA 7	2700	karbon
STĘŻYCA 8	2395	karbon
STĘŻYCA 9	2400	karbon

Historia produkcji: dane zestawiono w Tab. 4.7 i 4.8 oraz na Fig. 4.5 i 4.6.

Tab. 4.7. Historia wydobycia gazu ziemnego w złożu Stężyca (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę).

Kopalina	główna – T; towarzysząca - N	Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie z zasobów bilansowych w mln m^3
gaz ziemny	T	16/12/31	0,50
gaz ziemny	T	15/12/31	0,55
gaz ziemny	T	14/12/31	0,16
gaz ziemny	N	14/12/31	0,53
gaz ziemny	T	13/12/31	0,78
gaz ziemny	N	13/12/31	0,56
gaz ziemny	T	12/12/31	2,35
gaz ziemny	N	12/12/31	0,30
gaz ziemny	T	11/12/31	3,89
gaz ziemny	T	10/12/31	1,16
gaz ziemny	T	09/12/31	2,47
gaz ziemny	T	08/12/31	6,01
gaz ziemny	T	07/12/31	18,00
gaz ziemny	T	06/12/31	59,63
gaz ziemny	T	05/12/31	82,85
gaz ziemny	T	04/12/31	92,37
gaz ziemny	T	03/12/31	102,02
gaz ziemny	T	02/12/31	31,25

Tab. 4.8. Historia wydobycia ropy naftowej w złożu Stężyca (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę).

Kopalina	główna – T; towarzysząca - N	Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie z zasobów Wydobycie z zasobów bilansowych w tys. ton
ropa naftowa	T	16/12/31	0,20
ropa naftowa	T	15/12/31	0,24
ropa naftowa	T	14/12/31	0,34
ropa naftowa	T	13/12/31	0,80
ropa naftowa	T	12/12/31	0,32

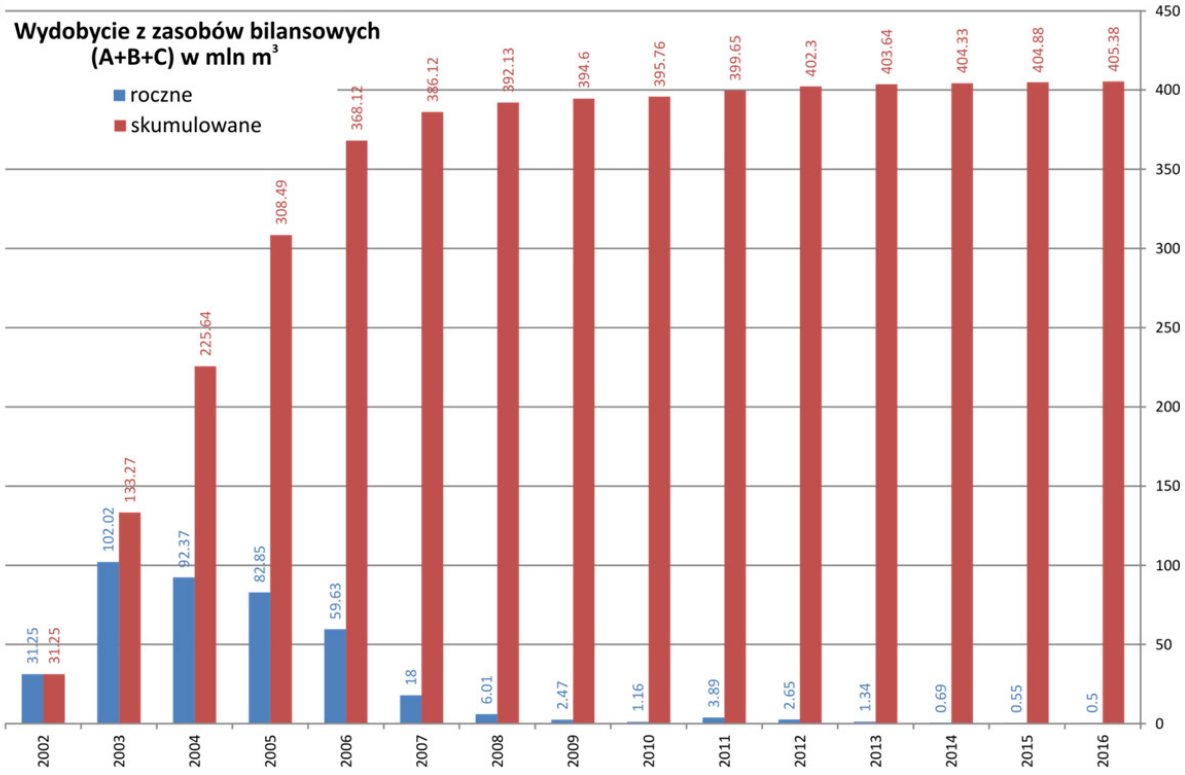


Fig. 4.5. Wykres wydobycia gazu ziemnego w złożu Stężyca (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę).

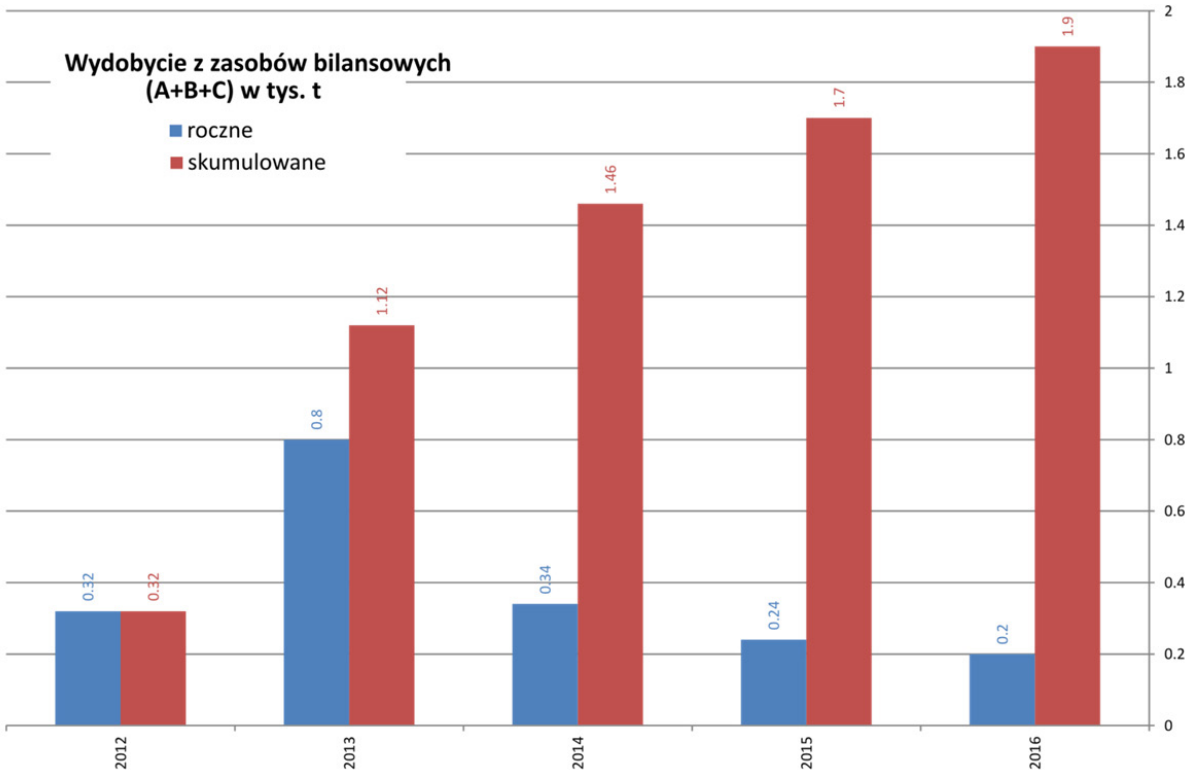


Fig. 4.6. Wykres wydobycia ropy naftowej w złożu Stężyca (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę).

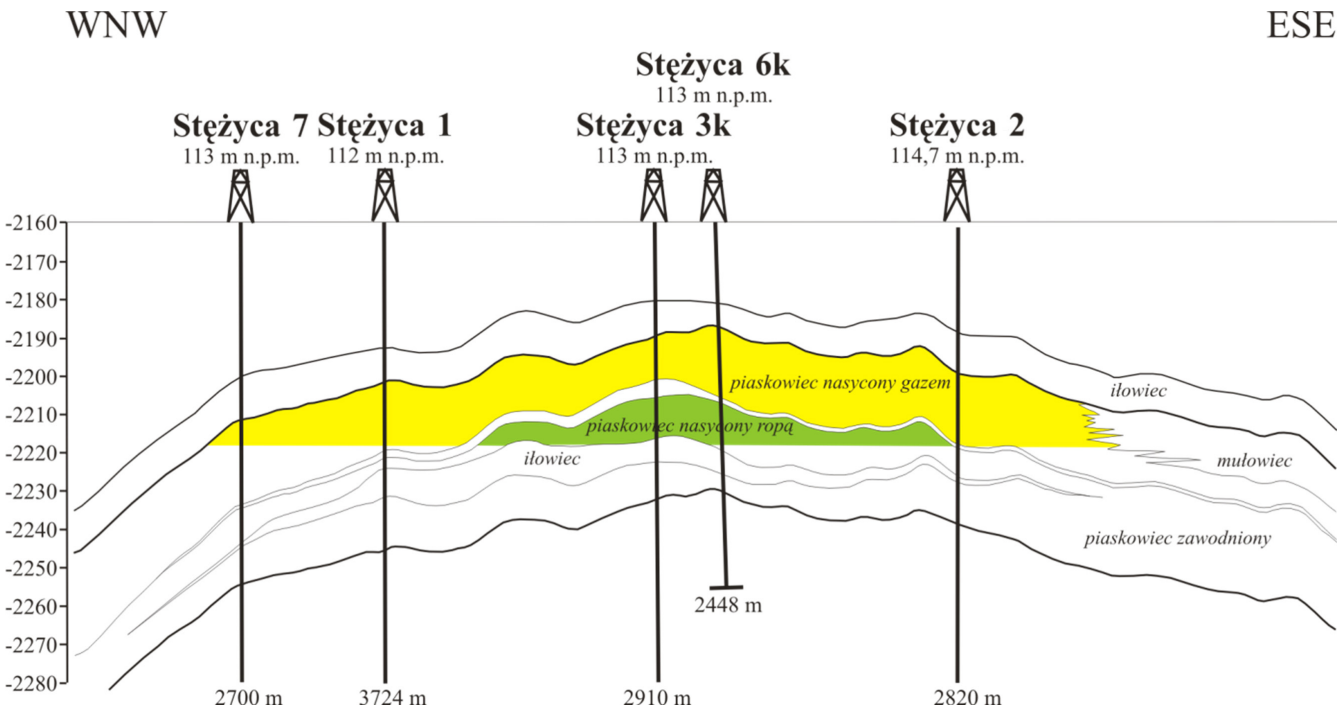


Fig. 4.7. Przekrój geologiczny przez złoże Stężyca według Dzięgielowskiego (2002).

5. OTWORY WIERTNICZE

5.1. INFORMACJE OGÓLNE

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

Nazwa otworu	Głębokość [m p.p.t.]	Stratygrafia na dnie	Nazwa otworu	Głębokość [m p.p.t.]	Stratygrafia na dnie
ABRAMÓW 1	4825,8	dewon środkowy	GNIEWOSZÓW 1K	3636,0	dewon
ABRAMÓW 3	2240,0	karbon	PRZYTOCZNO IG-1	2091,5	karbon
BARANÓW 1	3022,0	famen	PUŁAWY IG-3	2226,0	karbon
CZERNIC 1	3152,0	famen	STĘŻYCA 1	3724,0	dewon dolny
CZERNIC 277-2	3000,0	brak danych	STĘŻYCA 2	2820,0	famen
DĘBLIN 2	3232,5	famen	STĘŻYCA 3K	2910,0	dewon górny
DĘBLIN 3	2368,0	karbon	STĘŻYCA 4	2849,0	famen
DĘBLIN 4	3000,0	karbon	STĘŻYCA 5K	2505,0	karbon
DĘBLIN 5	2652,0	karbon	STĘŻYCA 6K	2448,0	karbon
DĘBLIN 6	2879,0	famen	STĘŻYCA 7	2700,0	karbon
DĘBLIN 7	2684,5	serpuchow	STĘŻYCA 8	2395,0	karbon
DĘBLIN 8	2928,1	famen	STĘŻYCA 9	2400,0	karbon
DĘBLIN 9	3003,0	famen	ŻYRZYN IG-1	2555,4	karbon
DĘBLIN 10	3004,0	famen			

W następnych podrozdziałach przedstawiono ich ogólną charakterystykę.

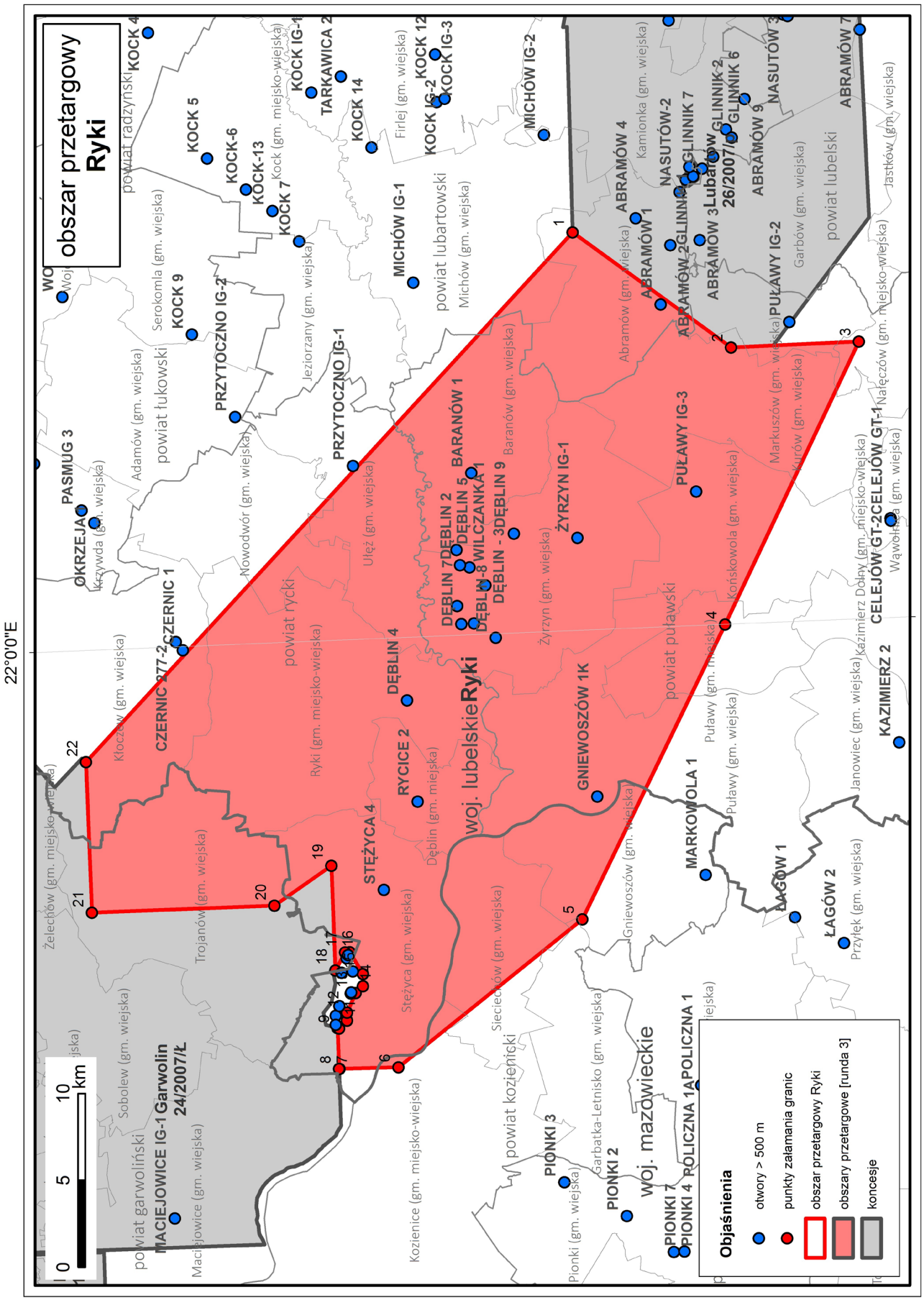


Fig. 5.1. Głębokie otwory wiertnicze na obszarze przetargowym „Ryki" i w jego bliskim sąsiedztwie.

5.2. ABRAMÓW 1

Głębokość otworu: 4825,8 m
Rok zakończenia wiercenia: 1970
Rdzenie: 1406,0–1412,0 m, 1521,5–1527,5 m, 1611,0–1617,0 m, 1700,4–1706,4 m, 1802,0-1808,0 m, 1858,8–1864,8 m, 1908,5–1914,5 m, 1964,1–1970,1 m, 2007,3–2013,8 m, 2063,2–2069,2 m, 2115,2–2119,2 m, 2235,6–2241,6 m; 41 skrzynek; NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertn. w Hołownie

Stratygrafia:

0,0	35,0	czwartorzęd
35,0	105,0	neogen – paleogen
105,0	665,0	koniak
665,0	776,0	turon
665,0	795,0	cenoman
795,0	807,5	alb
807,5	837,0	kimeryd
837,0	1058,5	oksford
1058,5	1073,0	kelowej – baton górny
1073,0	1640,0	baszkir – moskow *(formacja lubelska)*
1640,0	2063,5	baszkir *(formacja Dęblina)*
2063,5	2468,0	baszkir – wizen *(formacja Terebina)*
2468,0	2580,0	wizen *(formacja Huczwy)*
2580,0	4225,0	famen
2580,0	3500,0	*formacja firlejska*
3500,0	4225,0	*formacja bychawska*
4225,0	4639,0	fran
4225,0	4450,0	*formacja modryńska, ogniwo zubowickie*
4450,0	4639,0	*formacja modryńska, ogniwo werbkowickie*
4639,0	4647,5	dewon środkowy *(formacja telatyńska)*
4647,5	4811,0	dewon górny, fran *(formacja modryńska, ogniwo werbkowickie)*
4811,0	4825,8	żywet *(formacja telatyńska)*

Wyniki badań laboratoryjnych:
W dokumentacji wynikowej znajdują się rezultaty badań laboratoryjnych 19 próbek rdzenia (Żytkowski, 1971). Badania fizykochemiczne obejmowały porowatość, przepuszczalność (5 próbek), gęstość objętościową, zasolenie, zawartość bituminów, liczbę kwasową, luminescencję rdzenia i własności ekstraktu. W Tab. 5.1 przedstawiono zbiorcze wyniki badań parametrów petrofizycznych. Wykonano ponadto dwie analizy wody złożowej z utworów karbonu oraz analizę mikrofaunistyczną 49 próbek w interwałach 2063,2 – 2518,6 m, 2310,7 – 3849,9 m, 3026 – 4180 m i 4099,3 – 4725 m. W 3 próbkach skał z dewonu górnego i środkowego (głęb. 4513,0 – 4725,0 m) przeprowadzono mikroskopową analizę petrograficzną. Pomierzono lub oszacowano gęstość objętościową i stratygraficzną w 67 interwałach obejmujących prawie cały nawiercony profil stratygraficzny (do głęb. 4725 m) (Szostak i Blus, 1971).

Wyniki geofizyki otworowej:
Przechowywana w NAG PIG-PIB dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Abramów 1 (Żytkowski, 1971) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań i interwałów w CBDG dostępne są pliki LAS):

- mPO: mikroprofilowania oporności A1”M1”N: 765 – 1175 m, 1100 – 1855 m, 1800 – 2329 m, 2180 – 2385 m, 2370 – 2855 m, 2780 – 3388 m;
- mPO: mikroprofilowania oporności A2”N: 765 – 1175 m, 1100 – 1855 m, 1800 – 2329 m, 2180 – 2385 m, 2370 – 2855 m, 2780 – 3388 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 15,25 – 3389,75 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma SP-62: 20 – 1175 m, 1135 – 1855 m, 2196 – 3388 m, 2300 – 2855 m, 2350 – 4150 m, 4100 – 4370 m, 4200 – 4820 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma STP-N66: 1760 – 2385 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 600 – 1175 m, 1175 – 1500 m, 1850 – 2325 m, 2325 – 2850 m, 2850 – 3375 m, 3375 – 4150 m, 4125 – 4720 m, 4720 – 4810 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 17 – 3388,25 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma SP–62: 20 – 1175 m, 1135 – 1855 m, 2196 – 3388 m, 2350 – 4150 m, 4100 – 4370 m, 4200 – 4820 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma STP-N66: 1760 – 2385 m;
- PO: profilowanie oporności EL09: 27 – 599,75 m;
- PO: profilowanie oporności EN10: 26,5 – 1854,5 m;
- PO: profilowania oporności standardowe:
- PO: profilowania oporności standardowe A0.5M0.1N: 4355 – 4820 m;
- PO: profilowania oporności standardowe A1.0M0.1N: 3390 – 4025 m, 4355 – 4820 m;
- PO: profilowania oporności standardowe A2.0M0.5N: 3390 – 4025 m, 4355 – 4820 m;
- PO: profilowania oporności standardowe A4.0M0.5N: 3390 – 4025 m, 4355 – 4820 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B0.5A4.0B: 223,5 – 2385 m, 2370 – 2660 m, 2575 – 2868 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B5.7A0.4M: 27,5 – 598,5 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M0.5A0.1B: 223.5 – 2385 m, 725 – 1855 m, 770 – 1182 m, 1797 – 2330 m, 2370 – 2660 m, 2575 – 2868 m, 2825 – 3390 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M1.0A0.1B: 223.5 – 2385 m, 725 – 1855 m, 770 – 1182 m, 1797 – 2330 m, 2370 – 2660 m, 2575 – 2868 m, 2825 – 3390 m, 3330 – 4160 m;

Tab. 5.1. Zbiorcze wyniki najważniejszych badań petrofizycznych w otworze Abramów 1.

Próbki z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)
od	do			
2229,6	2235,6	*formacja Terebina*	11,02	45,0
2773,5	4721,0	*famen – fran*	0,0–1,31	0,0

- PO: profilowania oporności standardowe M12.0A1.0B: 770 – 1182 m, 825 – 1150 m, 2825 – 3390 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M2.0A0.5B: 223.5 – 2385 m, 1797 – 2330 m, 2370 – 2660 m, 2575 – 2868 m, 2825 – 3390 m, 3330 – 4160 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M2.5A0.25B: 725 – 1855 m, 770 – 1182 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M4.0A0.5B: 223,5 – 2385 m, 725 – 1855 m, 770 – 1182 m, 2370 – 2660 m, 2575 – 2868 m, 2825 – 3390 m, 3330 – 4160 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M8.0A1.0B: 223,5 – 2385 m, 725 – 1855 m, 770 – 1182 m, 2370 – 2660 m, 2575 – 2868 m, 2825 – 3390 m, 3330 – 4160 m, 3390 – 4025 m, 4355 – 4820 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 27.5 – 598.5 m, 223.5 – 2385 m, 725 – 1855 m, 770 – 1182 m, 1797 – 2330 m, 2370 – 2660 m, 2575 – 2868 m, 2825 – 3390 m, 3330 – 4160 m, 3390 – 4025 m, 4355 – 4820 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 0,25 – 2658,5 m, 5 – 595 m, 250 – 1175 m, 260 – 1830 m, 770 – 1182 m, 1100 – 1855 m, 1760 – 2385 m, 1800 – 2329 m, 2360 – 4373 m, 2370 – 2655 m, 2370 – 2855 m, 2825 – 3390 m, 3330 – 4160 m, 4355 – 4820 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas interpolowany podwojony Tx2: 20 – 3900 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas interpolowany TW: 20 – 3900 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW1: 1369 – 3919 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW2: 1344 – 3719 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW3: 1344 – 3794 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas uśredniony Tr_PO: 1344 – 3919 m;
- profilowanie prędkości średnich, gradient czasu interpol. DT_VSP: 20 – 3900 m.

W opracowaniu pomiarów geofizyki otworowej w dokumentacji wynikowej otworu Abramów 1 wyróżniono warstwy piaskowców karbońskich podejrzanych o nasycenie bituminami na głębokościach:

1. 1878 – 1890 m o przybliżonej porowatości 20,5%.
2. 2225 – 2235 m o przybliżonej porowatości 19,5%.

Ponadto wyróżniono również szereg podobnych warstw w utworach dewonu.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Obserwacje obecności węglowodorów prowadzono w rdzeniach i według wskazań aparatury gazowej. Objawy zestawiono w Tab. 5.2.

Próby złożowe w trakcie wiercenia:

Jednym z głównych celów opróbowania było zbadanie osadów kompleksu karbońsko-dewońskiego pod kątem ich właściwości kolektorskich. Analizy laboratoryjne solanek wykonano w Laboratorium Przedsiębiorstwa Poszukiwań Naftowych w Krakowie.

Poziom zbiornikowy 2225,0 – 2235,0 m (karbon – mułowce, iłowce, piaskowce)

Opróbowanie wykonano po zakończeniu wiercenia poprzez perforację rur 6⅝", przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-95 zapiętego na głębokości 2124,0 m. Otrzymano przypływ wody złożowej z filtratem płuczki o ciężarze właściwym 1,03 g/cm^3. Ciśnienie złożowe wynosiło 215 atm. Śladów bituminów nie stwierdzono. Podczas wiercenia w interwale 2229,0 – 2235,0 m zaobserwowano objawy gazu. Temperatura określona w złożu wynosiła 62°C, a przepuszczalność badanego poziomu około 73 mD.

Tab. 5.2. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia otworu Abramów 1 na podstawie dokumentacji wynikowej.

Głębokość (m)		Objawy
od	do	
2229,6	2235,6	słaby zapach bituminów, punktowe świecenie pod lampą Wooda
3073,6	3079,6	punktowa luminescencja, żółta
3136,6	3142,1	punktowa luminescencja, żółta
3194,0	3200,0	punktowa luminescencja, żółta
3263,6	3269,6	punktowa luminescencja, żółta
3317,4	3322,5	punktowa luminescencja, żółta
4707,0	4725,0	w gazie 0,5% CH_4
4789,0	4789,0	w gazie 1,5% CH_4

Solankę określono jako Cl–Na–Ca, Fe o mineralizacji (suchej pozostałości) 150,252 g/dm^3, gęstości 1,1027 g/cm^3 i odczynie pH = 6,3. Skład chemiczny solanki przedstawiono w Tab. 5.3.

Tab. 5.3. Skład chemiczny solanki z poziomu zbiornikowego 2235,0 – 2225,0 m (karbon) w otworze Abramów 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Żytkowski, 1971).

Składnik	Zawartość		
	(mg/dm^3)	(mval/dm^3)	(%mval)
Kationy			
$Na^+ + K^+$	42168,1	1833,3607	69,544
Ca_2^+	11343,6	566,0468	21,472
Mg_2^+	2830,7	232,7877	8,830
Fe_3^+	23,5	1,2623	0,048
NH_4^+	50,0	2,7716	0,106
Razem	56409,6	2636,2291	100,000
Aniony			
Cl^-	93358,3	2632,7694	99,870
HCO_{3-}	167,4	2,7000	0,102
SO_4^{2-}	222,6	0,4705	0,018
SiO_3^{2-}	211,0	0,2892	0,010
Razem	93559,3	2636,2291	100,000

Poziom zbiornikowy 1890,0 – 1872,0 m (karbon – mułowce, iłowce, piaskowce)

Opróbowanie wykonano po zakończeniu wiercenia przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-95, perforując kolumnę rur 6⅝". Otrzymano przypływ wody złożowej w ilości 3,69 m^3/h. Ciśnienie złożowe wynosiło 180 atm. Temperatura określona w złożu wynosiła 54°C. Śladów bituminów nie stwierdzono. Z piątego pasa nad próbnikiem pobrano próbę wody do badań.

Solankę określono jako Cl-Na, Fe o mineralizacji (suchej pozostałości) 56,035 g/dm^3, gęstości 1,0407 g/cm^3 i odczynie słabo zasadowym pH = 8. Skład chemiczny solanki przedstawiono w Tab. 5.4. Solanka ta jest około 3-krotnie słabiej zmineralizowana od solanki z poziomu 2235,0 – 2225,0 m. Różni się także zawartością poszczególnych jonów i podwyższonym pH, co wskazuje na rozcieńczenie próbki filtratem płuczki (Tab. 5.4).

Tab. 5.4. Skład chemiczny solanki z poziomu zbiornikowego 1890,0 – 1872,0 m (karbon) w otworze Abramów 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Żytkowski, 1971).

Składnik	Zawartość		
	(mg/dm^3)	(mval/dm^3)	(%mval)
Kationy			
$Na^+ + K^+$	19903,3	865,4727	91,048
Ca_2^+	1319,3	65,8332	6,926
Mg_2^+	184,6	15,1809	1,598
Fe_3^+	37,1	1,9928	0,210
NH_4^+	37,5	2,0787	0,218
Razem	21481,8	950,5583	100,000
Aniony			
Cl^-	32726,8	922,9187	97,092
HCO_{3-}	579,7	9,5033	1,000
SO_4^{2-}	794,3	16,5376	1,740
SiO_3^{2-}	60,8	1,5987	0,168
Razem	34161,6	950,5583	100,000

Podstawowe wyniki opróbowania pozostałych poziomów zbiornikowych w otworze Abramów 1 zestawiono w Tab. 5.5.

Tab. 5.5. Najważniejsze rezultaty prób złożowych w otworze Abramów 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Żytkowski, 1971).

Głębokość opróbowanego poziomu zbiornikowego (m)	Stratygrafia	Rodzaj przypływu
3191,0–3222,0	dewon górny, famen (formacja firlejska)	brak przypływu
3298,0–3321,0	dewon górny, famen (formacja firlejska)	brak przypływu
3330,0–3370,0	dewon górny, famen (formacja firlejska)	brak przypływu
3565,0–3592,0	dewon górny, famen (formacja bychawska)	brak przypływu
3622,0–3635,0	dewon górny, famen (formacja bychawska)	solanka + filtrat
3980,0–3982,0	dewon górny, famen (formacja bychawska)	brak przypływu

Inne prace wykonane na otworze:

Górecki, W., Zawisza, L., Papiernik, B., Zając, A., Gancarz, M., Machowski, W. 2010. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.1.21. Parametry złożowe istotne dla symulacji złożowych rozpływu i reaktywności CO_2 dla rejonu Lubelszczyzny [czerwiec 2010]. Inw. 5382/2013, CAG PIG, Warszawa.

Lubaś, J., Warnecki, M., Such, J., Kuśnierczyk, J., Biały, S. 2009. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.3.2 Oznaczenia parametrów petrofizycznych próbek skał zbiornikowych i uszczelniających - część 2 zadania obejmująca wykonanie 30-50 analiz PVT dla warunków złożowych występujących w rejonie Bełchatowa. Inw. 2384/2013, CAG PIG, Warszawa.

Rosowiecka, O. 2011. Opracowanie modelu rozkładu gęstości głównych jednostek geologicznych kraju. Inw. 3603/2014, 3604/2014, CAG PIG, Warszawa.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Szostak, I., Blus, R. 1971. Dokumentacja pomiarów ciężarów objętościowych i porowatości skał, rok 1970 [104 otwory wiertnicze]. Inw. 43782, Kat. ObO/1246, CAG PIG, Warszawa.

Żytkowski, A. 1971. Dokumentacja wynikowa otworu Abramów 1. Inw. 110504, CAG PIG, Warszawa.

5.3. ABRAMÓW 3

Głębokość otworu: 2240 m
Rok zakończenia wiercenia: 1970
Rdzenie: brak rdzeni w archiwum

Stratygrafia:

0,00	25,00	czwartorzęd
25,00	52,00	dan
52,00	410,00	mastrycht
410,00	641,00	kampan – koniak
641,00	781,00	turon – cenoman
781,00	792,50	alb górny
792,50	818,50	kimeryd
818,50	1 025,00	oksford
1 025,00	1 034,00	kelowej – baton górny
1 034,00	2 240,00	karbon

Wybrane wyniki badań skał:

Stopień przeobrażenia materii organicznej, określony na podstawie zdolności odbicia światła (refleksyjności) witrynitu, odpowiada głównej fazie generowania ropy naftowej przy pomierzonych średnich wartościach refleksyjności zmieniających się od 0,70 do 1,08% R_o (Tab. 5.6).

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Kulicka, R. 1971. Dokumentacja wynikowa otworu Abramów 3. Inw. 111073, CAG PIG, Warszawa.

5.4. BARANÓW 1

Głębokość otworu: 3022,0 m
Rok zakończenia wiercenia: 1980
Rdzenie: 2026,0–2044,0 m, 2052,0–2081,0 m, 2210,0–2339,0 m, 2373,0–2396,0 m, 2410,0–2446,0 m, 2500,0–2506,0 m, 2553,0–2573,0 m, 2579,0–2584,0 m, 2691,0–2697,0 m, 2778,0–2781,0 m; 211 skrzynek; NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertn. w Hołownie

Stratygrafia:

0,0	25,0	czwartorzęd
25,0	130,0	neogen – paleogen
130,0	809,0	kreda górna, mastrycht – cenoman
809,0	825,0	kreda dolna, alb
825,0	1133,0	jura górna, kimeryd – jura środkowa, baton górny
1133,0	2768,0	karbon
2768,0	3022,0	dewon górny, famen *(formacje hulczańska i firlejska)*

Wyniki badań laboratoryjnych:

W dokumentacji wynikowej znajdują się rezultaty badań laboratoryjnych 478 próbek rdzenia (Kruczak i in., 1981). Badania fizykochemiczne obejmowały ciężar objętościowy, porowatość, przepuszczalność w trzech kierunkach, zasolenie, zawartość bituminów, zawartość węgla organicznego, a ponadto w próbkach o podwyższonej zawartości bituminów – skład grupowy bituminów wyekstrahowanych z rdzenia. W Tab. 5.7 przedstawiono zbiorcze wyniki badań parametrów petrofizycznych. Wykonano ponadto dwie analizy wody złożowej, jedną analizę płuczki i jedną analizę gazu. W 53 próbkach skał z karbonu i górnego dewonu (głęb. 1165,0 – 3020,0 m)

Tab. 5.6. Wyniki analizy bituminów w otworze Abramów 3 (wg danych Izabelli Grotek).

Głębokość (m)	Wiek	Formacja	Litologia	Wit. (%)	Iner. (%)	Lip. (%)	AOM (%)	Corg. (%)	Ro (%)
1039,2	namur	*Dęblina*	mułowce	70	10	10	10	1,20	0,71
1106,0			łupki, węgle	85	5	10		0,90	0,73
1158,9			mułowce	80		20		0,50	0,73
1268,2			łupki, węgle	80	10	10		6,50	0,70
1336,3			łupki, węgle	60	10	30		17,00	0,74
1555,6			mułowce	60	10	20	10	1,10	0,71
1614,0			łupki, węgle	60	5	35		20,00	0,74
1892,5			iłowce	70	10	10	10	0,90	0,75
2086,6		*Terebina*	mułowce	75	15	10		1,10	0,79
2347,0			mułowce	75	15	5	10	0,70	1,08

Tab. 5.7. Zbiorcze wyniki najważniejszych badań petrofizycznych w otworze Baranów 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Kruczak i in, 1981).

Próbki z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność pozioma (mD)	Przepuszczalność pionowa (mD)
od	do				
1165,45	2041,55	karbon, westfal	0,0–20,02	0–1596	0–1996
2042,55	2691,45	karbon, namur	0,06–14,99	0–887	0,05–887
2778,45	3021,45	dewon górny, famen	0,27–1,47	0–0,85	0–0,85

przeprowadzono mikroskopową analizę petrograficzną. Analizę rentgenostrukturalną wykonano dla 119 próbek z głęb. 1165,0 – 3020,0 m; w 87 próbkach z głęb. 1183,0 – 3022,0 m wykonano badania w elektronowym mikroskopie skaningowym.

Utwory karbonu w otworze Baranów 1 zawierają średnio 1,54% węgla organicznego, który występuje bardzo nierównomiernie. Minimalna ilość węgla organicznego w tych utworach wynosi 0,01%, natomiast maksymalna – 29,70%, co znaczy, że w utworach występują wkładki węgliste. Zawartość bituminów wydzielonych z tych utworów jest również bardzo zróżnicowana: średnio wynosi 0,032%, ale waha się od 0,002 do 0,412%. Udział węglowodorów w bituminach jest bardzo zróżnicowany i waha się od 9 do 60%. Bituminy mają charakter syngenetycznych z osadem i są słabo przeobrażone. Podwyższona ilość bituminów wydzielonych z tych osadów pochodzą głównie z wkładek węglistych. Utwory górnego dewonu zawierają małą ilość (śr. 0,5%) węgla organicznego; minimalna ilość to 0,20%, a maksymalna – 0,80%. Zawartość bituminów wydzielonych z tych utworów jest zróżnicowana, średnio wynosi 0,064%, a waha się od 0,006 do 0,273%.

Udział węglowodorów w bituminach jest również zróżnicowany, waha się od 22 do 67%. Podwyższona ilość bituminów jest epigenetyczna z osadem.

Wyniki geofizyki otworowej:

Przechowywane w NAG PIG-PIB dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Baranów 1 (Kruczak i in., 1981) i dokumentacja pomiarów średnich prędkości (Walasek, 1981) zawierają wyniki badań geofizyki wiertniczej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań i interwałów w CBDG dostępne są pliki LAS):

- mPSr: mikroprofilowanie średnicy otworu SKS-4: 2170 – 2270 m, 2450 – 2570 m;
- PAdt: profilowanie akustyczne czasu interwałowego: 293 – 3016 m;
- PAdt: profilowanie akustyczne czasu interwałowego SPAK: 295 – 3014 m;
- PAt1: profilowanie czasu akustycznego T1 SPAK: 295 – 3014 m;
- PAt2: profilowanie czasu akustycznego T2 SPAK: 295 – 3014 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 0 – 3015 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma SP-62: 0 – 1743 m, 1600 – 2386 m, 1680 – 1894 m, 1800 – 1975 m, 1925 – 2075 m, 2000 – 2268 m, 2300 – 3015 m, 2330 – 2570 m;
- PGaz: profilowanie gazowe: 1894 – 1984 m, 1984 – 2276 m, 2276 – 2579 m, 2579 – 3022 m;
- PGaz: profilowanie gazowe obiegowe: 1875 – 1984 m, 1984 – 2267 m, 2276 – 2360 m;
- PGG: profilowanie gamma-gamma gęstościowe (GGDN) LSE-3: 32 – 296 m, 1100 – 1975 m, 1590 – 2386 m, 2300 – 3014 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25 – 290 m, 275 – 1740 m, 1725 – 1890 m, 1775 – 2075 m, 2025 – 2270 m, 2050 – 3015 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 0 – 3016 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma SP-62: 0 – 1743 m, 1600 – 2386 m, 1680 – 1894 m, 1800 – 1975 m, 1925 – 2075 m, 2000 – 2268 m, 2300 – 3015 m, 2330 – 2570 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 32 – 296 m, 295 – 1743 m, 1590 – 2396 m, 2000 – 2268 m, 2300 – 3014 m, 2330 – 2570 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B5.7A0.4M: 32 – 296 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M1.0A0.1B: 1925 – 2075 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M5.7A0.4B: 1680 – 1894 m, 1800 – 1975 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M8.0A1.0B: 1680 – 1894 m, 1800 – 1975 m, 1925 – 2075 m;
- PO: profilowanie oporności EL03: 28 – 3015 m;
- POst: profilowanie oporności sterowane: 295 – 3014 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 32 – 296 m, 295 – 1743 m, 1590 – 2396 m, 1680 – 1894 m, 1800 – 1975 m, 1925 – 2075 m, 2000 – 2268 m, 2300 – 3014 m, 2330 – 2570 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 29 – 3016 m, 32 – 296 m, 295 – 1743 m, 295 – 3014 m, 1100 – 1975 m, 2300 – 3014 m;
- PTn: prof. temp. przy nieust. równowadze term.: 2788 – 2997 m;
- PUW: Profilowanie upadu warstw UTRP-6: 250 – 3014 m;
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20 – 2120 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas interpolowany TW: 20 – 2120 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW1: 45 – 2115 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_

Tab. 5.8. Najważniejsze rezultaty prób złożowych w otworze Baranów 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Kruczak i in, 1981).

Głębokość opróbowanego poziomu zbiornikowego (m)	Stratygrafia	Rodzaj przypływu
1946,5–1984,0	karbon, westfal	brak przypływu
2044,5–2081,0	karbon, namur	solanka; 5,7 m^3/h
2247,0–2276,0	karbon, namur	solanka słabo zgazowana gazem palnym; 25 m^3/h

PW2: 45 – 2115 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas uśredniony Tr_PO: 45 – 2115 m;
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP b: 20 – 2120 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

W utworach górnego karbonu z głęb. 1973,0 – 1975,0 m stwierdzono zgazowanie płuczki gazem o zawartości do 3% CH_4 (profilowanie ciągłe) i do 5% CH_4 (profilowanie obiegowe). Na głęb. 2245 m próbnik złoża wykazał słabe zgazowanie solanki gazem palnym.

Próby złożowe w trakcie wiercenia:

Próby złożowe wykonano przy pomocy rurowego próbnika złoża typu KII-2M-146 w 3 poziomach zbiornikowych w utworach karbonu. Główne wyniki badań przedstawiono w Tab. 5.8.

Inne prace wykonane na otworze:

Górecki, W., Zawisza, L., Papiernik, B., Zając, A., Gancarz, M., Machowski, W. 2010. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.1.21. Parametry złożowe istotne dla symulacji złożowych rozpływu i reaktywności CO_2 dla rejonu Lubelszczyzny [czerwiec 2010]. Inw. 5382/2013, CAG PIG, Warszawa.

Kiersnowski, H., Poprawa, P. 2010. Rozpoznanie basenów węglowodorowych Polski pod kątem możliwości występowania i zasobów oraz możliwości koncesjonowania poszukiwań niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego - etap I. Inw. 2439/2011, CAG PIG, Warszawa.

Lubaś, J., Warnecki, M., Such, J., Kuśnierczyk, J., Biały S. 2009. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.3.2 Oznaczenia parametrów petrofizycznych próbek skał zbiornikowych i uszczelniających - część 2 zadania obejmująca wykonanie 30-50 analiz PVT dla warunków złożowych występujących w rejonie Bełchatowa. Inw. 2384/2013, CAG PIG, Warszawa.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Fuliński, M. 1982. Dokumentacja pomiarów gęstości objętościowej i porowatości otwartej skał, rok 1981 [44 otwory wiertnicze]. Inw. 45709 Kat. ObO/1823, CAG PIG, Warszawa.

Kruczak, E., Liwosz, A., Łęcka, M. 1981. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Baranów 1. Inw. 128334, CAG PIG, Warszawa.

Walasek, B. 1981. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Baranów 1. Kat. B14 VS, CAG PIG, Warszawa.

5.5. CZERNIC 1

Głębokość otworu: 3152 m
Rok zakończenia wiercenia: 1969
Rdzenie: brak rdzeni w archiwum

Stratygrafia:

0,00	47,00	czwartorzęd
47,00	136,00	paleogen, neogen
136,00	187,50	dan
187,50	746,00	mastrycht – koniak
746,00	831,00	turon
831,00	847,00	cenoman
847,00	850,00	alb górny
850,00	894,00	kimeryd
894,00	1 124,00	oksford
1 124,00	1 125,00	kelowej górny
1 125,00	1 126,00	kelowej dolny
1 126,00	1 133,00	baton górny
1 133,00	1 135,00	baton środkowy
1 135,00	1 190,00	retyk
1 190,00	1 242,00	noryk
1 242,00	2 364,00	karbon
1 242,00	1 600,00	*formacja magnuszewska*
1 600,00	1 870,00	*formacja lubelska*
1 870,00	2 195,00	*formacja Dęblina*
2 195,00	2 325,00	*formacja Terebina*
2 325,00	2 364,00	*formacja Huczwy*
2 364,00	3 152,00	famen
2 364,00	2 580,00	*formacja hulczańska*
2 580,00	2 885,00	*formacja firlejska*
2 885,00	3 152,00	*formacja bychawska*

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Królikowski, B, Żytkowski, A. 1971. Dokumentacja wynikowa otworu Czernic 1. Inw. 110676, CAG PIG, Warszawa.

5.6. CZERNIC 277-2

Głębokość otworu: 3000 m
Rok zakończenia wiercenia: 2002
Rdzenie: 15 – 3000 m, 51 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertn. w Halinowie
Stratygrafia i wyniki badań skał:

Dane te są własnością Inwestora i nie mogą zostać ujawnione w niniejszym opracowaniu.

5.7. DĘBLIN 2

Głębokość otworu: 3232,5 m
Rok zakończenia wiercenia: 1968
Rdzenie: Brak rdzeni w archiwum

Stratygrafia:

0,0	40,0	czwartorzęd
40,0	49,0	oligocen
49,0	100,0	paleocen dolny
100,0	698,0	mastrycht – koniak
698,0	801,0	turon
801,0	810,0	cenoman
810,0	834,0	alb
834,0	855,0	kimeryd
855,0	1093,0	oksford
1093,0	1134,0	kelowej – baton górny
1134,0	2880,0	karbon
2880,0	3232,5	famen *(formacja firlejska)*

Wyniki badań laboratoryjnych:

W dokumentacji wynikowej znajdują się rezultaty badań laboratoryjnych 31 próbek rdzenia (Królikowski, 1969a). Badania fizykochemiczne obejmowały ciężar objętościowy, porowatość, przepuszczalność, luminescencję rdzenia, zasolenie, zawartość bituminów, własności ekstraktu, a w części próbek ponadto nasycenie wodą i liczbę kwasową. W Tab. 5.9 przedstawiono zbiorcze wyniki badań parametrów petrofizycznych. Wykonano ponadto jedną analizę wody z przewodu nad próbnikiem, 2 analizy płuczki na zawartość bituminów i 3 analizy gazu z próbnika złoża.

Wyniki geofizyki otworowej:

Przechowywana w NAG PIG-PIB dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Dęblin 2 (Królikowski, 1969a) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej w następującym zakresie:

- mPElektr. mikroprofilowanie elektryczne A1”M1”N: 1080 – 1710 m;
- mPElektr. mikroprofilowanie elektryczne A2”M: 1080 – 1710 m;
- mPO: mikroprofilowania oporności A1”M1”N: 1705 – 1960 m, 1920 – 2300 m, 2200 – 2885 m;
- mPO: mikroprofilowania oporności A2”M: 695 – 1410 m, 1705 – 1960 m, 1920 – 2300 m, 2200 – 2885 m;
- mPO: mikroprofilowania oporności M1”A1”N: 695 – 1410 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma NGK: 1125 – 1720 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma SP-62: 5 – 1400 m, 1650 – 1965 m, 1950 – 2300 m, 2240 – 2880 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25 – 250 m, 250 – 1400 m, 1675 – 1950 m, 1900 – 2150 m, 2150 – 2300 m, 2300 – 2875 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma NGK: 1125 – 1720 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma SP-62: 5 – 1400 m, 1300 – 1965 m, 1950 – 2300 m, 2240 – 2880 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B0.5A4.0M: 1120 – 1710 m, 1705 – 1960 m, 1706 – 2160 m, 1925 – 2300 m, 2250 – 2875 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B5.7A0.4M: 30 – 260 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M0.5A0.1B: 257.5 – 1400 m, 1120 – 1710 m, 1495 – 1715 m, 1705 – 1960 m, 1706 – 2160 m, 1925 – 2300 m, 2250 – 2875 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M1.0A0.1B: 257.5 – 1400 m, 1120 – 1710 m, 1705 – 1960 m, 1706 – 2160 m, 1925 – 2300 m, 2250 – 2875 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M2.0A0.5B: 240 – 350 m, 700 – 1400 m, 1120 – 1710 m, 1705 – 1960 m, 1706 – 2160 m, 1925 – 2300 m, 2250 – 2875 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M4.0A0.5B: 1120 – 1710 m, 1705 – 1960 m, 1706 – 2160 m, 1715 – 2300 m, 2250 – 2875 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M4.48A1.62B: 30 – 260 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M5.28A0.81B: 30 – 260 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M5.28A0.82B: 257.5 – 1400 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M8.0A1.0B: 700 – 1400 m, 1120 – 1710 m, 1705 – 1960 m, 1706 – 2160 m, 1715 – 2300 m, 2250 – 2875 m;
- PO: profilowania oporności standardowe N0.12M0.75A-0.75M0.12N: 690 – 1160 m, 700 – 1400 m;
- POst: profilowanie oporności sterowane: 1705 – 2890 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 30 – 260 m, 240 – 350 m, 257.5 – 1400 m, 1120 – 1710 m, 1700 – 2300 m, 1705 – 1960 m, 1706 – 2160 m, 2250 – 2875 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 30 – 260 m, 250 – 1395 m, 750 – 2230 m, 1495 – 1715 m, 1705 – 1960 m, 1706 – 2160 m, 1920 – 2300 m, 2200 – 2825 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Obserwacje obecności węglowodorów prowadzono w rdzeniach. Na głęb. 2269,5 – 2276,1 m zaobserwowano pęcherzyki gazu i kroplowy wyciek ropy, a w interwale 2292,1 – 2297,5 m drobne brunatne plamy i krople ropy w szczelinach.

Próby złożowe w trakcie wiercenia:

Próby złożowe wykonano przy pomocy rurowego próbnika złoża typu K-II-146 oraz próbnika kablowego typu „IN Calikowski” w 2 poziomach zbiornikowych w utworach karbonu. Główne wyniki badań przedstawiono w Tab. 5.10.

Tab. 5.9. Zbiorcze wyniki najważniejszych badań petrofizycznych w otworze Dęblin 2 na podstawie dokumentacji wynikowej (Królikowski, 1969a).

Próbki z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)	Bituminy (% wag.)
od	do				
1183,0	2269,0	karbon	0,69–12,93	0–23,2	0,011–0,681
2276,1	2349,0	karbon	1,25–12,38	0–27,6	0,011–0,022

Tab. 5.10. Najważniejsze rezultaty prób złożowych w otworze Dęblin 2 na podstawie dokumentacji wynikowej (Królikowski, 1969a).

Głębokość opróbowanego poziomu zbiornikowego (m)	Stratygrafia	Rodzaj przypływu
2272,0	karbon	filtrat płuczkowy z b. słabymi śladami ropy
2261,0–2358,0	karbon	solanka zgazowana

Inne prace wykonane na otworze:

Górecki, W., Zawisza, L., Papiernik, B., Zając, A., Gancarz, M., Machowski, W. 2010. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.1.21. Parametry złożowe istotne dla symulacji złożowych rozpływu i reaktywności CO_2 dla rejonu Lubelszczyzny [czerwiec 2010]. Inw. 5382/2013, CAG PIG, Warszawa.

Lubaś, J., Warnecki, M., Such, J., Kuśnierczyk, J., Biały, S. 2009. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.3.2 Oznaczenia parametrów petrofizycznych próbek skał zbiornikowych i uszczelniających - część 2 zadania obejmująca wykonanie 30-50 analiz PVT dla warunków złożowych występujących w rejonie Bełchatowa. Inw. 2384/2013, CAG PIG, Warszawa.

Rosowiecka, O. 2011. Opracowanie modelu rozkładu gęstości głównych jednostek geologicznych kraju. Inw. 3603/2014, 3604/2014, CAG PIG, Warszawa.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Królikowski, B. 1969a. Dokumentacja wynikowa otworu: Dęblin 2. Inw. 100967, CAG PIG, Warszawa.

Szostak, I., Blus, R. 1971. Dokumentacja pomiarów ciężarów objętościowych i porowatości ska, rok 1971 [88 otworów wiertniczych]. Inw. 43960,ObO/1269, CAG PIG, Warszawa.

5.8. DĘBLIN 3

Głębokość otworu: 2368,0 m
Rok zakończenia wiercenia: 1971
Rdzenie: Brak rdzeni w archiwum

Stratygrafia:

0,0	40,0	czwartorzęd
40,0	66,0	neogen – paleogen
66,0	103,0	paleocen, dan
103,0	840,0	cenoman
840,0	860,0	alb
860,0	890,0	kimeryd
890,0	1123,0	oksford
1123,0	1174,0	kelowej – baton górny
1174,0	2368,0	karbon

Wyniki badań laboratoryjnych:

W dokumentacji wynikowej znajdują się rezultaty badań laboratoryjnych 12 próbek rdzenia (Karelus, 1971). Badania fizykochemiczne obejmowały ciężar objętościowy, porowatość, przepuszczalność liniową (3 próbki), zasolenie, zawartość bituminów i własności ekstraktu. W Tab. 5.11 przedstawiono zbiorcze wyniki badań parametrów petrofizycznych. Wykonano ponadto 2 analizy płuczki na zawartość bituminów i mikroskopową analizę petrograficzną jednej próbki.

Wyniki geofizyki otworowej:

Przechowywana w NAG PIG-PIB dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Dęblin 3 (Karelus, 1971) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań i interwałów w CBDG dostępny jest plik LAS):

- mPO: mikroprofilowania oporności: 475 – 1073 m, 475 – 1073 m, 985 – 1825 m, 2264 – 2324 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 20 – 2312 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma SP-62: 20 – 1073 m, 1000 – 2250 m, 2230 – 2312 m;
- PGaz: profilowanie gazowe AGKS-65: 2050 – 2360 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25 – 290 m, 250 – 1075 m, 1075 – 1825 m, 1775 – 2170 m, 2150 – 2250 m, 2250 – 2320 m, 2300 – 2360 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 20 – 2315,5 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma SP-62: 20 – 1073 m, 1000 – 2250 m, 2230 – 2312 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B0.5A4.0M: 1000 – 1842 m, 1650 – 2245 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B4.48A1.62M, B5.7A0.4M: 37 – 300 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M0.5A0.1B: 476 – 1076 m, 1000 – 1710 m, 1650 – 2245 m, 2263 – 2320 m, 2300 – 2360 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M1.0A0.1B: 476 – 1076 m, 1000 – 1710 m, 1650 – 2245 m, 2263 – 2320 m, 2300 – 2360 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M2.0A0.5B: 476 – 1076 m, 1000 – 1710 m, 1650 – 2245 m, 2263 – 2320 m, 2300 – 2360 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M4.0A0.5B: 476 – 1076 m, 1000 – 1710 m, 1650 – 2245 m, 1685 – 2170 m, 2050 – 2265 m, 2263 – 2320 m, 2300 – 2360 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M5.28A0.82B: 37 – 300 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M8.0A1.0B: 476 – 1076 m, 1000 – 1710 m, 1000 – 1842 m, 1650 – 2245 m, 1685 – 2170 m, 2050 – 2265 m, 2263 – 2320 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 37 – 300 m, 476 – 1076 m, 1000 – 1710 m, 1000 – 1842 m, 1650 – 2245 m, 1685 – 2170 m, 2050 – 2265 m, 2263 – 2320 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 37 – 300 m, 37 – 2311,5 m, 470 – 2250 m, 476 – 1076 m, 1000 – 1842 m, 2300 – 2360 m, 2263 – 2320 m;
- PTc: profilowanie temperatury po cementowaniu ETMI-57: 40 – 1845 m;
- PTg: profilowanie temperatury: 70 – 1850 m.

Tab. 5.11. Zbiorcze wyniki najważniejszych badań petrofizycznych w otworze Dęblin 3 na podstawie dokumentacji wynikowej (Karelus, 1971).

Próbki z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)	Bituminy (% wag.)
od	do				
1183,0	2269,0	karbon	0,69–12,93	0–23,2	0,011–0,681
2276,1	2349,0	karbon	1,25–12,38	0–27,6	0,011–0,022

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:
Obserwacje obecności węglowodorów prowadzono w rdzeniach i próbkach okruchowych (Tab. 5.12).

Próby złożowe w trakcie wiercenia:
Próby złożowe wykonano przy pomocy próbnika złoża typu KII-95 w jednym poziomie zbiornikowym w utworach karbonu. Główne wyniki badań przedstawiono w Tab. 5.13.

Tab. 5.12. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia otworu Dęblin 3 na podstawie dokumentacji wynikowej (Karelus, 1971).

Głębokość (m)		Objawy
od	do	
2255,0	2261,0	punktowa luminescencja pod lampą Wooda
2278,0	2282,0	nieliczne plamki ropy
2267,0	2273,0	punktowa luminescencja ciemnożółta
2282,0	2286,0	punktowa luminescencja plamek ropy, ciemnożółta
2292,0	2293,8	plamy półpłynnej ropy na spękaniu
2317,8	2321,0	punktowe plamy bituminów
2321,0	2325,0	punktowe plamy bituminów

Tab. 5.13. Najważniejsze rezultaty prób złożowych w otworze Dęblin 3 na podstawie dokumentacji wynikowej (Karelus, 1971).

Głębokość opróbowanego poziomu zbiornikowego (m)	Stratygrafia	Rodzaj przypływu
2263,5–2317,8	karbon	płuczka z punktowymi śladami ropy; 0,05 m^3/h
2263,5–2325,0	karbon	solanka; 1,2 m^3/h

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:
Blus, R., Szczypa, Z. 1973. Dokumentacja pomiarów ciężarów objętościowych i porowatości skał, rok 1972 [96 otworów wiertniczych]. Inw. 44269, ObO/1438, CAG PIG, Warszawa.
Karelus, U. 1971. Dokumentacja wynikowa otworu Dęblin 3. Inw. 113565, CAG PIG, Warszawa.

5.9. DĘBLIN 4

Głębokość otworu: 3000,0 m
Rok zakończenia wiercenia: 1969
Rdzenie: Brak rdzeni w archiwum

Stratygrafia:

0,0	25,0	czwartorzęd
25,0	93,5	neogen – paleogen
93,5	126,0	paleogen, dan
126,0	483,0	mastrycht
483,0	628,0	kampan
628,0	710,0	santon
710,0	745,0	koniak
745,0	843,0	turon
843,0	859,5	cenoman
859,5	875,0	alb
875,0	910,0	kimeryd
910,0	1186,0	oksford
1186,0	1265,0	kelowej – baton górny
1265,0	3000,0	karbon
1265,0	*1861,0*	*formacja magnuszewska*
1861,0	*2338,5*	*formacja lubelska*
2338,5	*2629,0*	*formacja Dęblina*
2629,0	*2973,0*	*formacja Terebina*
2973,0	*3000,0*	*formacja Huczwy*

Wyniki badań laboratoryjnych:
W dokumentacji wynikowej znajdują się rezultaty badań laboratoryjnych 2 próbek rdzenia (Kubiak, 1969). Badania fizykochemiczne obejmowały ciężar objętościowy, porowatość, przepuszczalność, zasolenie, zawartość bituminów i nasycenie wodą. W Tab. 5.14 przedstawiono zbiorcze wyniki badań parametrów petrofizycznych. Wykonano ponadto jedną analizę płuczki na zawartość bituminów i analizę jednej próbki gazu z degazacji płuczki.

Wyniki geofizyki otworowej:
Przechowywane w NAG PIG-PIB dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Dęblin 4 (Kubiak, 1969) i dokumentacja pomiarów średnich prędkości (Wasylkowski, 1969) zawierają wyniki badań geofizyki wiertniczej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań i interwałów w CBDG dostępne są pliki LAS):

- mPO: mikroprofilowania oporności: 1075 – 3000 m;
- mPO: mikroprofilowania oporności A1”M1”N: 1365 – 1745 m, 1625 – 1805 m, 1775 – 2240 m, 2175 – 3000 m;
- mPO: mikroprofilowania oporności A2”N: 1365 – 1745 m, 1625 – 1805 m, 1775 – 2240 m, 2175 – 3000 m;

Tab. 5.14. Zbiorcze wyniki najważniejszych badań petrofizycznych w otworze Dęblin 4 na podstawie dokumentacji wynikowej (Kubiak, 1969).

Próbki z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)	Bituminy (% wag.)
od	do				
1183,0	2269,0	karbon	5,76 i 6,25	0,0	0,015

- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 2 – 3000 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma SP-62: 2 – 1125 m, 1080 – 1500 m, 1400 – 1745 m, 1700 – 2240 m, 2183 – 2763 m, 2700 – 2996 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25 – 225 m, 225 – 975 m, 1125 – 1500 m, 1450 – 1740 m, 1750 – 1800 m, 1800 – 2225 m, 2250 – 2700 m, 2710 – 3000 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 2– 3002,5 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma SP-62: 2 – 1125 m, 1080 – 1500 m, 1400 – 1745 m, 1700 – 2240 m, 2183 – 2763 m, 2700 – 2996 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B0.5A4.0M: 1087,5 – 1497,5 m, 1395 – 1745 m, 1650 – 1805 m, 1775 – 2241 m, 2200 – 2750 m, 2710 – 3000 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B4.48A1.62M, B5.7A0.4M: 100 – 225 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M0.5A0.1B: 600 – 1125 m, 1087,5 – 1497,5 m, 1395 – 1745 m, 1640 – 1805 m, 1775 – 2241 m, 2200 – 2750 m, 2710 – 3000 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M1.0A0.1B: 600 – 1125 m, 1087.5 – 1497.5 m, 1395 – 1745 m, 1640 – 1805 m, 1775 – 2241 m, 2200 – 2750 m, 2710 – 3000 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M2.0A0.5B: 250 – 1125 m, 1087,5 - 1497,5 m, 1395 – 1745 m, 1455 – 1805 m, 1775 – 2241 m, 2200 – 2440 m, 2200 – 2750 m, 2710 – 3000 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M4.0A0.5B: 250 – 1125 m, 1087,5 – 1497,5 m, 1395 – 1745 m, 1610 – 1805 m, 1775 – 2241 m, 2200 – 2440 m, 2200 – 2750 m, 2710 – 3000 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M5.28A0.82B: 0 – 225 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M8.0A1.0B: 600 – 1125 m, 1087,5 - 1497,5 m, 1395 – 1745 m, 1625 – 1805 m, 1775 – 2241 m, 2200 – 2440 m, 2200 – 2750 m, 2710 – 3000 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 0 – 225 m, 250 – 1125 m, 1087,5 - 1497,5 m, 1395 – 1745 m, 1640 – 1805 m, 1775 – 2241 m, 2200 – 2440 m, 2200 – 2750 m, 2710 – 3000 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 0 – 225 m, 0,25 – 3007,5 m, 250 – 1125 m, 1085 – 1500 m, 1365 – 1745 m, 1650 – 1805 m, 1775 – 2240 m, 2183 – 2763 m, 2710 – 3000 m;
- PTc: profilowanie temperatury po cementowaniu T1S-40: 3 – 1075 m;
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20 – 2920 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas interpolowany TW: 20 – 2920 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW1: 135 – 2785 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW2: 85 – 2935 m;
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW3: 85 – 885 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas uśredniony Tr_PO: 85 – 2935 m;
- profilowanie prędkości średnich, gradient czasu interpol. DT_VSP: 20 – 2920 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Obserwacje obecności węglowodorów prowadzono w rdzeniach, w płuczce i za pomocą aparatury gazowej (Tab. 5.15). W rdzeniach objawów węglowodorów nie stwierdzono.

Tab. 5.15. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia otworu Dęblin 4 na podstawie dokumentacji wynikowej (Kubiak, 1969).

Głębokość (m)		Objawy
od	do	
1190,0	1194,0	zanik płuczki 14 m^3/dobę
1194,0	1196,0	zanik płuczki 11 m^3/dobę
1635,5	1683,0	0,01–0,05% CH_4
2087,0	2219,0	0,05–0,09% CH_4
2219,8	2248,0	0,05–0,08% CH_4
2248,0	2296,0	0,05–0,09% CH_4
2297,0	2502,0	0,05–0,14% CH_4
2560,0	2620,0	do 0,80% CH_4

Próby złożowe w trakcie wiercenia:

Prób złożowych próbnikiem złoża nie wykonano ze względu na złe własności płuczki.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Kubiak, R. 1969. Dokumentacja wynikowa otworu Dęblin 4, Inw. 110658, CAG PIG, Warszawa.

Szostak, I., Blus, R, 1971. Dokumentacja pomiarów ciężarów objętościowych i porowatości ska, rok 1971 [88 otworów wiertniczych]. Inw. 43960, ObO/1269, CAG PIG, Warszawa.

Wasylkowski, Z. 1969. Dokumentacja pomiarów średnich prędkości, odwiert: Dęblin 4. Kat. D38VS, CAG PIG, Warszawa.

5.10. DĘBLIN 5

Głębokość otworu: 2652,0 m
Rok zakończenia wiercenia: 1973
Rdzenie: Brak rdzeni w archiwum

Stratygrafia:

0,0	42,5	czwartorzęd
42,5	101,0	paleogen, dan
101,0	447,0	mastrycht
447,0	804,0	kampan – cenoman
804,0	830,0	alb
830,0	851,0	kimeryd
851,0	1081,0	oksford
1081,0	1120,0	kelowej – baton górny
1120,0	2652,0	karbon

Wyniki badań laboratoryjnych:

W dokumentacji wynikowej znajdują się rezultaty badań laboratoryjnych 96 próbek rdzenia (Piwońska i Weil, 1973). Badania fizykochemiczne obejmowały ciężar właściwy, porowatość, przepuszczalność, zasolenie i zawartość bituminów. W Tab. 5.16 przedstawiono zbiorcze wyniki badań parametrów petrofizycznych. Wykonano ponadto 15 analiz chemicznych wody i analizę jednej próbki ropy naftowej z powierzchni zbiorników płuczkowych.

Wyniki geofizyki otworowej:

Przechowywana w NAG PIG-PIB dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Dęblin 5 (Piwońska i Weil, 1973) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej w następującym zakresie:

Tab. 5.16. Zbiorcze wyniki najważniejszych badań petrofizycznych w otworze Dęblin 5 na podstawie dokumentacji wynikowej (Piwońska i Weil, 1973).

Próbki z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)	Bituminy (% wag.)
od	do				
1183,0	2269,0	karbon	5,76 i 6,25	0,0	0,015

- gPS: prof. gradientu potencjałów naturalnych: 1950 – 2095 m;
- mPO: mikroprofilowania oporności MDO-1: 1500 – 2010 m;
- mPSr: mikroprofilowanie średnicy otworu kawernomierzem: 1935 – 2085 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma SP-62: 5 – 1210 m, 1500 – 2010 m, 1935 – 2085 m, 1950 – 2268 m, 1950 – 2468 m, 2200 – 2300 m, 2297 – 2424 m, 2370 – 2420 m, 2400 – 2528 m, 2450 – 2520 m, 2455 – 2650 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25 – 515 m, 600 – 695 m, 650 – 1200 m, 1200 – 1550 m, 1550 – 1625 m, 1550 – 2010 m, 1975 – 2090 m, 2050 – 2270 m, 2250 – 2470 m, 2450 – 2525 m, 2525 – 2650 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma SP-62: 5 – 1210 m, 1160 – 1556 m, 1500 – 2010 m, 1935 – 2085 m, 1950 – 2268 m, 1950 – 2468 m, 2370 – 2420 m, 2400 – 2528 m, 2455 – 2650 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B0.5A4.0M: 1160 – 1556 m, 1500 – 2210 m, 1950 – 2269 m, 1950 – 2468 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B20.0A2.0M: 1950 – 2468 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B5.7A0.4M: 36 – 516 m, 450 – 675 m, 1490 – 2266 m, 1500 – 2210 m, 1950 – 2269 m, 2447 – 2477 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M0.5A0.1B: 490 – 1210 m, 1160 – 1556 m, 1500 – 2210 m, 1950 – 2095 m, 1950 – 2269 m, 1950 – 2468 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M1.0A0.1B: 490 – 1210 m, 492 – 696 m, 1160 – 1556 m, 1500 – 2210 m, 1950 – 2095 m, 1950 – 2269 m, 1950 – 2468 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M2.0A0.5B: 490 – 1210 m, 1160 – 1556 m, 1500 – 2210 m, 1950 – 2095 m, 1950 – 2269 m, 1950 – 2468 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M2.5A0.25B: 2300 – 2468 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M4.0A0.5B: 488 – 686 m, 490 – 1210 m, 492 – 696 m, 1160 – 1556 m, 1500 – 2210 m, 1950 – 2095 m, 1950 – 2269 m, 1950 – 2468 m, 2200 – 2465 m, 2450 – 2470 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M4.48A1.62B: 36 – 516 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M5.28A0.81B: 36 – 516 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M8.0A1.0B: 490 – 1210 m, 1160 – 1556 m, 1500 – 2210 m, 1950 – 2095 m, 1950 – 2269 m, 1950 – 2468 m;
- POg: profilowanie oporności sondą gradientową B0.5A-4.0M: 2445 – 2650 m;
- POg: profilowanie oporności sondą gradientową M0.25N2.0A2.0N0.25M: 2444 – 2530 m;
- POg: profilowanie oporności sondą gradientową M0.5A-0.1B: 2445 – 2650 m;
- POg: prof. oporności sondą gradientową M1.0A0.1B: 2444 – 2530 m, 2445 – 2650 m;
- POg: prof. oporności sondą gradientową M2.0A0.5B: 2445 – 2650 m;
- POg: prof. oporności sondą gradientową M4.0A0.5B: 2444 – 2530 m, 2445 – 2650 m;
- POg: prof. oporności sondą gradientową M8.0A1.0B: 2445 – 2650 m;
- POg: prof. oporności sondą gradientową N0.12M0.75A-0.75M0.12N: 2444 – 2530 m;
- POp: prof. oporności sondą potencjałową B10.0A1.0M: 1380 – 2080 m, 2000 – 2013 m;
- POp: prof. oporności sondą potencjałową B20.0A2.0M: 1380 – 2080 m, 2000 – 2013 m;
- POp: prof. oporności sondą potencjałową B5.7A0.4M: 1915 – 2080 m, 2000 – 2013 m;
- POp: prof. oporności sondą potencjałową M4.0A0.5B: 2000 – 2013 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 36 – 516 m, 490 – 1210 m, 492 – 696 m, 1160 – 1556 m, 1380 – 2080 m, 1490 – 2266 m, 1500 – 2210 m, 1950 – 2095 m, 1950 – 2269 m, 1950 – 2468 m, 2000 – 2013 m, 2200 – 2465 m, 2444 – 2530 m, 2445 – 2650 m, 2450 – 2470 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI) SKS-4: 36 – 516 m, 1500 – 2010 m, 2444 – 2530 m, 2445 – 2650 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Obserwacje obecności węglowodorów prowadzono w rdzeniach i próbkach okruchowych, w płuczce i za pomocą aparatury gazowej (Tab. 5.17). W płuczce objawów węglowodorów nie stwierdzono.

Tab. 5.17. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia otworu Dęblin 5 na podstawie dokumentacji wynikowej (Piwońska i Weil, 1973).

Głębokość (m)		Objawy
od	do	
2300,8	2306,3	punktowa luminescencja barwy żółtej
2306,3	2310,4	punktowa luminescencja barwy żółtej
2400,5	2403,0	punktowa luminescencja barwy seledynowej, silny zapach bituminów
2403,0	2416,0	podwyższona zawartość węglowodorów ciężkich
2448,0	2471,4	podwyższona zawartość węglowodorów ciężkich
2458,2	2463,2	oznaki gazu, ślady ropy, luminescencja żółto-seledynowa
2471,0	2478,0	luminescencja
2506,0	2528,5	podwyższona zawartość węglowodorów ciężkich

Próby złożowe w trakcie wiercenia:

Próby złożowe wykonano przy pomocy próbników złoża typu KII-95 i KII-2-146 w 10 poziomach zbiornikowych w utwo-

rach jury i karbonu. Główne wyniki badań przedstawiono w Tab. 5.18.

Tab. 5.18. Najważniejsze rezultaty prób złożowych w otworze Dęblin 5 na podstawie dokumentacji wynikowej (Piwońska i Weil, 1973).

Głębokość opróbowanego poziomu zbiornikowego (m)	Stratygrafia	Rodzaj przypływu
900,0–1960,0	*jura górna, kimeryd – karbon*	solanka
1923,0–2471,0	*karbon*	solanka
2096,0–2160,0	*karbon*	solanka; 13,5 m^3/h
2261,0–2271,0	*karbon*	solanka zgazowana; 1,3 m^3/h
2254,0– 2259,0	*karbon*	solanka; 1,6 m^3/h
2290,0–2318,0	*karbon*	solanka zgazowana; 6,4 m^3/h
2390,0–2398,0	*karbon*	brak przypływu
2403,0–2408,0	*karbon*	brak przypływu
2443,0–2471,0	*karbon*	brak przypływu
2455,0–2460,0	*karbon*	brak przypływu

Inne prace wykonane na otworze:

Górecki, W., Zawisza, L., Papiernik, B., Zając, A., Gancarz, M., Machowski, W. 2010. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.1.21. Parametry złożowe istotne dla symulacji złożowych rozpływu i reaktywności CO_2 dla rejonu Lubelszczyzny [czerwiec 2010]. Inw. 5382/2013, CAG PIG, Warszawa.

Lubaś, J., Warnecki, M., Such, J., Kuśnierczyk, J., Biały, S. 2009. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania – zad. 1.3.2 Oznaczenia parametrów petrofizycznych próbek skał zbiornikowych i uszczelniających - część 2 zadania obejmująca wykonanie 30–50 analiz PVT dla warunków złożowych występujących w rejonie Bełchatowa. Inw. 2384/2013, CAG PIG, Warszawa.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Piwońska, J., Weil, W. 1973. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Dęblin5. Inw. 118107, CAG PIG, Warszawa.

5.11. DĘBLIN 6

Głębokość otworu: 2879,0 m
Rok zakończenia wiercenia: 1969
Rdzenie: Brak rdzeni w archiwum
Stratygrafia:

0,0	46,0	czwartorzęd
46,0	105,5	neogen – paleogen
105,5	442,0	mastrycht
442,0	691,0	kampan – koniak
691,0	810,0	cenoman
810,0	828,0	alb
828,0	864,0	kimeryd
864,0	1102,0	oksford
1102,0	1140,0	kelowej – baton górny
1140,0	2826,0	karbon
2826,0	2879,0	dewon *(formacja firlejska)*

Wyniki badań laboratoryjnych:

W dokumentacji wynikowej znajdują się rezultaty badań laboratoryjnych 4 próbek rdzenia (Ładecka, 1969). Badania fizykochemiczne obejmowały ciężar objętościowy, porowatość, przepuszczalność, zasolenie, luminescencję, liczbę kwasową, zawartość bituminów i własności ekstraktu. W Tab. 5.19 przedstawiono zbiorcze wyniki badań parametrów petrofizycznych. Wykonano ponadto jedną analizę płuczki na zawartość bituminów, 2 analizy gazu z degazacji filtratu płuczkowego i analizę petrograficzną 4 próbek skał karbonu.

Wyniki geofizyki otworowej:

Przechowywana w NAG PIG-PIB dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Dęblin 6 (Ładecka, 1969) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej w następującym zakresie:

- mPO: mikroprofilowania oporności A1”M1”N: 600 – 1330 m, 1250 – 1798 m, 1735 – 2200 m, 2250 – 2500 m, 2438 – 2873 m;
- mPO: mikroprofilowania oporności A2”N: 600 – 1330 m, 1250 – 1798 m, 1735 – 2200 m, 2250 – 2500 m, 2438 – 2873 m;
- PAc: pomiar akustyczny stanu zacementowania rur okładzinowych SPG-3: 139 – 2246 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma SP-62: 20 – 1800 m, 1735 – 2200 m, 2165 – 2500 m, 2438 – 2873 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25 – 1325 m, 1325 – 1798 m, 1750 – 2200 m, 2500 – 2870 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma SP-62: 20 – 1800 m, 1735 – 2200 m, 2165 – 2500 m, 2438 – 2873 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B0.5A4.0M: 1175 – 1790 m, 1723 – 2200 m, 2150 – 2240 m, 2246 – 2498 m, 2437 – 2876 m;

Tab. 5.19. Zbiorcze wyniki najważniejszych badań petrofizycznych w otworze Dęblin 6 na podstawie dokumentacji wynikowej (Ładecka, 1969).

Próbki z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)	Bituminy (% wag.)
od	do				
2636,4	2815,0	*karbon*	1,43–2,94	0,0	0,018–0,021
2857,8	2862,8	*dewon (formacja firlejska)*	0,64	0,0	0,016

- PO: profilowania oporności standardowe M0.5A0.1B: 600 – 1260 m, 1175 – 1790 m, 1723 – 2200 m, 2150 – 2240 m, 2246 – 2498 m, 2437 – 2876 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M1.0A0.1B: 600 – 1335 m, 1175 – 1790 m, 1723 – 2200 m, 2150 – 2240 m, 2246 – 2498 m, 2437 – 2876 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M2.0A0.5B: 255 – 1335 m, 1260 – 1790 m, 1723 – 2200 m, 2150 – 2240 m, 2246 – 2498 m, 2437 – 2876 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M4.0A0.5B: 255 – 1335 m, 1175 – 1790 m, 1723 – 2200 m, 2150 – 2240 m, 2246 – 2498 m, 2437 – 2876 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M8.0A1.0B: 600 – 1335 m, 1275 – 1790 m, 1723 – 2200 m, 2150 – 2240 m, 2246 – 2498 m, 2437 – 2876 m;
- POst: profilowanie oporności sterowane: 1152 – 2200 m, 2250 – 2500 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 255 – 1260 m, 1175 – 1790 m, 1723 – 2200 m, 2150 – 2240 m, 2246 – 2498 m, 2437 – 2876 m, 2484 – 2664 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 250 – 1330 m, 256 – 2200 m, 1735 – 2200 m, 2150 – 2240 m, 2245 – 2764 m, 2250 – 2495 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Obserwacje obecności węglowodorów prowadzono w rdzeniach (Tab. 5.20).

Tab. 5.20. Objawy węglowodorów w otworze Dęblin 6 na podstawie dokumentacji wynikowej (Ładecka, 1969).

Głębokość (m)		Objawy
od	do	
2261,5	2267,0	punktowe ślady bituminów, luminescencja barwy fioletowo-żółtej
2491,0	2491,0	punktowe ślady ropy, nasycenie ropą

Próby złożowe w trakcie wiercenia:

Próby złożowe wykonano przy pomocy próbników rurowych złoża typu Johnston i KII-2-146 w jednym poziomie zbiornikowym w utworach karbonu (głęb. 2488,2 – 2502,0 m). Przypływu nie stwierdzono (brak objawów na głowicy).

Inne prace wykonane na otworze:

Górecki, W., Zawisza, L., Papiernik, B., Zając, A., Gancarz, M., Machowski, W. 2010. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.1.21. Parametry złożowe istotne dla symulacji złożowych rozpływu i reaktywności CO_2 dla rejonu Lubelszczyzny [czerwiec 2010]. Inw. 5382/2013, CAG PIG, Warszawa.

Rosowiecka, O. 2011. Opracowanie modelu rozkładu gęstości głównych jednostek geologicznych kraju. Inw. 3603/2014, 3604/2014, CAG PIG, Warszawa.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Ładecka, U. 1969. Dokumentacja wynikowa otworu Dęblin 6. Inw. 100417, CAG PIG, Warszawa.

Szostak, I., Blus, R. 1971. Dokumentacja pomiarów ciężarów objętościowych i porowatości skał, rok 1971 [88 otworów wiertniczych]. Inw. 43960, Kat. ObO/1269, CAG PIG, Warszawa.

5.12. DĘBLIN 7

Głębokość otworu: 2684,5 m
Rok zakończenia wiercenia: 1968
Rdzenie: 2297,0–2308,0 m, 2323,5–2353,5 m, 2361,5–2383,5 m, 2387,0–2399,0 m, 2403,5–2406,6 m, 2409,0–2443,0 m, 2460,4–2539,0 m, 2545,0–2554,0 m, 2556,5–2604,0 m; 169 skrzynek; NAG PIG-PIB Archiwum Rdzeni wiertniczych w Iwicznej

Stratygrafia:

0,0	30,0	czwartorzęd
30,0	91,0	neogen – paleogen
91,0	442,0	mastrycht
442,0	526,0	kampan
526,0	691,0	santon – koniak
691,0	803,0	turon
803,0	820,0	cenoman –alb
820,0	842,0	alb
842,0	875,0	kimeryd
875,0	1120,0	oksford
1120,0	1156,0	kelowej – baton górny
1156,0	1667,0	moskow
1167,0	2530,0	baszkir
2530,0	2684,5	serpuchow

Wyniki badań laboratoryjnych:

W dokumentacji wynikowej znajdują się rezultaty badań laboratoryjnych 85 próbek rdzenia (Królikowski, 1969b). Badania fizykochemiczne obejmowały ciężar objętościowy, porowatość, przepuszczalność, zasolenie, luminescencję, zawartość bituminów i własności ekstraktu, a ponadto w części próbek – nasycenie wodą i liczbę kwasową. W Tab. 5.21 przedstawiono zbiorcze wyniki badań parametrów petrofizycznych. Wykonano ponadto polowe analizy 17 próbek wody na zawartość chlorków, pełną analizę chemiczną 7 próbek wody, 3 analizy płuczki na zawartość bituminów, 4 analizy gazu z degazacji płuczki i 4 analizy ropy

Tab. 5.21. Zbiorcze wyniki najważniejszych badań petrofizycznych w otworze Dęblin 7 na podstawie dokumentacji wynikowej (Królikowski, 1969b).

Próbki z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)	Bituminy (% wag.)
od	do				
809,0	1540,0	*kreda górna, cenoman – karbon górny, moskow*	3,2–16,5	0,0–35,7	0,010–0,030
1872,0	2308,0	*karbon górny, baszkir*	0,59–13,66	0,0–93,6	0,009–1,107
2318,0	2406,6	*karbon górny, baszkir*	0,41–14,41	0,0–101,1	0,009–0,672
2467,7	2483,5	*karbon górny, baszkir*	3,72–11,35	0,0–11,6	0,052–0,865

naftowej uzyskanej po perforacji, analizę petrograficzną 9 próbek skał kredy, jury i karbonu oraz analizę paleontologiczną w utworach karbonu. W dwóch próbkach z utworów karbonu oznaczono całkowitą zawartość węgla organicznego aparaturą RockEval i w jednej próbce refleksyjność witrynitu (Kiersnowski i Poprawa, 2010).

Wyniki geofizyki otworowej:

Przechowywana w NAG PIG-PIB dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Dęblin 7 (Królikowski, 1969b) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej w następującym zakresie:

- mPO: mikroprofilowania oporności A1"M1"N: 253 – 872 m, 1535 – 2440 m, 1540 – 2665 m, 1540 – 2305 m;
- mPO: mikroprofilowania oporności A2"N: 253 – 872 m, 1535 – 2440 m, 1540 – 2665 m, 1540 – 2305 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 6 – 867 m, 600 – 1510 m, 1196 – 2603 m, 2260 – 2390 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma SP-62: 1350 – 2307 m, 2185 – 2448 m, 2211 – 2268 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25 – 250 m, 250 – 875 m, 1475 – 2300 m, 1500 – 1900 m, 2300 – 2425 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 6 – 867 m, 600 – 1510 m, 1196 – 2603 m, 2260 – 2390 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma SP-62: 1350 – 2307 m, 2185 – 2448 m, 2211 – 2268 m;
- PO: profilowania oporności standardowe A0.25M0.1N, A0.5M0.1N, A1.0M0.1N, A2.0M0.5N, A4.0M0.5N, A8.0M1.0N: 253 – 872 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B0.5A4.0M: 1535 – 2440 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B4.48A1.62M: 15 – 254 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B5.7A0.4M: 15 – 254 m, 1540 – 2305 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M0.5A0.1B: 750 – 1510 m, 1535 – 2440 m, 1540 – 2665 m, 1540 – 2305 m, 1540 – 2600 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M1.0A0.1B: 750 – 1510 m, 1535 – 2440 m, 1540 – 2665 m, 1540 – 2305 m, 1540 – 2600 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M2.0A0.5B: 750 – 1510 m, 1535 – 2440 m, 1540 – 2665 m, 1540 – 2305 m, 1540 – 2600 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M4.0A0.5B: 750 – 1510 m, 1535 – 2440 m, 1540 – 2665 m, 1540 – 2305 m, 1540 – 2600 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M5.28A0.81B: 15 – 254 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M8.0A0.5B: 750 – 1510 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M8.0A1.0B: 1535 – 2440 m, 1540 – 2665 m, 1540 – 2305 m, 1540 – 2600 m;
- PO: profilowania oporności standardowe N8.5M0.5A: 253 – 872 m;
- POst: profilowanie oporności sterowane: 1540 – 2665 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 15 – 254 m, 253 – 872 m, 725 – 1510 m, 725 – 1510 m, 1535 – 2440 m, 1540 – 2665 m, 1540 – 2305 m, 1540 – 2600 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 15 – 254 m, 253 – 872 m, 725 – 1510 m, 1535 – 2575 m, 1540 – 2665 m, 1540 – 2305 m, 2185 – 2448 m;
- PTc: profilowanie temperatury po cementowaniu termometr: 25 – 2546 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Obserwacje obecności węglowodorów prowadzono w rdzeniu, płuczce i za pomocą profilowania gazowego (Tab. 5.22).

Tab. 5.22. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia otworu Dęblin 7 na podstawie dokumentacji wynikowej (Królikowski, 1969b).

Głębokość (m)		Objawy
od	do	
2262,5	2285,0	podwyższone tło wskazań profilowania gazowego, do 0,42% CH4
2279,0	2285,0	silny zapach bituminów, pojedyncze plamy bituminów, luminescencja barwy złocistej i brunatnej
2285,0	2297,0	punktowe ślady bituminów, luminescencja
2367,5	2383,5	zapach bituminów i punktowe ślady, miejscami nasycenie rdzenia bituminami, silna luminescencja
2403,5	2406,6	silne objawy ropy, pęcherzyki gazu
2279,0	2434,0	ślady ropy w zgazowanej płuczce
2467,7	2479,7	miejscami żółta luminescencja, na spękaniach pęcherzyki gazu, silny zapach bituminów
2479,7	2483,5	dość wyraźny zapach bituminów, luminescencja
2493,0	2498,4	silny zapach ropy, nasycenie ropą piaskowców, luminescencja żółta
2529,5	2535,5	ślady ropy w szczelinach, luminescencja
2556,5	2559,0	ślady ropy w szczelinach, luminescencja

Próby złożowe w trakcie wiercenia:

Próby złożowe wykonano przy pomocy próbnika złoża typu KII-2-146 w 8 poziomach w utworach karbonu. Główne wyniki badań przedstawiono w Tab. 5.23.

Tab. 5.23. Najważniejsze rezultaty prób złożowych w otworze Dęblin 7 na podstawie dokumentacji wynikowej (Królikowski, 1969b).

Głębokość opróbowanego poziomu zbiornikowego (m)	Stratygrafia	Rodzaj przypływu
1937,0–1941,0	karbon górny, baszkir	solanka
2262,0–2267,0		solanka z ropą naftową, 0,125 m^3/h
2279,0–2283,0		solanka z ropą naftową, 0,97 m^3/h
2269,0–2289,0		płyn zgazowany ze śladami ropy
2273,0– 2308,0		solanka ze śladami ropy
2373,0–2377,0		solanka, 0,32 m^3/h
2398,0–2407,0		solanka, 0,34 m^3/h
2470,0–2495,0		brak przypływu

Inne prace wykonane na otworze:

Górecki, W., Zawisza, L., Papiernik, B., Zając, A., Gancarz, M., Machowski, W. 2010. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.1.21. Parametry złożowe istotne dla symulacji złożowych rozpływu i reaktywności CO_2 dla rejonu Lubelszczyzny [czerwiec 2010]. Inw. 5382/2013, CAG PIG, Warszawa.

Kiersnowski, H., Poprawa, P. 2010. Rozpoznanie basenów węglowodorowych Polski pod kątem możliwości występowania i zasobów oraz możliwości koncesjonowania poszukiwań niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego - etap I. Inw. 2439/2011, CAG PIG, Warszawa.

Leśniak, G., Lubaś, J., Włodarczyk, M., Darłak, B., Stadtmuller, M., Ziemianin, K. 2010. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.1.14. Zebranie szczegółowych informacji geologicznych, geofizycznych, hydrogeologicznych, złożowych, geomechanicznych [czerwiec 2010]. Inw. 5231/2013, 5232/2013, CAG PIG, Warszawa.

Lubaś, J., Warnecki, M., Such, J., Kuśnierczyk, J., Biały, S. 2009. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.3.2 Oznaczenia parametrów petrofizycznych próbek skał zbiornikowych i uszczelniających - część 2 zadania obejmująca wykonanie 30-50 analiz PVT dla warunków złożowych występujących w rejonie Bełchatowa. Inw. 2384/2013, CAG PIG, Warszawa.

Poprawa, P. 2011. Cyfrowa baza danych dot. tematu: „Historia oraz geneza zdarzeń termicznych w basenie polskim i jego osadowym podłożu - ich znaczenie dla rekonstrukcji procesów generowania węglowodorów”. Inw. 2935/2011, CAG PIG, Warszawa.

Rosowiecka, O. 2011. Opracowanie modelu rozkładu gęstości głównych jednostek geologicznych kraju. Inw. 3603/2014, 3604/2014, CAG PIG, Warszawa.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Królikowski, B. 1969b. Dokumentacja wynikowa otworu Dęblin 7. Inw. 102407, CAG PIG, Warszawa.

Szostak, I., Blus, R. 1971. Dokumentacja pomiarów ciężarów objętościowych i porowatości ska, rok 1971 [88 otworów wiertniczych]. Inw. 43960, Kat. ObO/1269, CAG PIG, Warszawa.

5.13. DĘBLIN 8

Głębokość otworu: 2928,1 m
Rok zakończenia wiercenia: 1969
Rdzenie: brak rdzeni w archiwum

Stratygrafia:

0,0	46,0	czwartorzęd
46,0	101,0	neogen – paleogen
101,0	456,0	mastrycht
456,0	828,5	kampan – cenoman
828,5	850,0	alb
850,0	889,0	kimeryd
889,0	1126,0	oksford
1126,0	1168,0	kelowej – baton górny
1168,0	2905,0	karbon
1168,0	1765,0	*formacja magnuszewska*
1765,0	2145,0	*formacja lubelska*
2145,0	2458,0	*formacja Dęblina*
2458,0	2851,0	*formacja Terebina*
2851,0	2905,0	*formacja Huczwy*
2905,0	2928,1	*famen (formacja firlejska)*

Wyniki badań laboratoryjnych:

W dokumentacji wynikowej znajdują się rezultaty badań laboratoryjnych 9 próbek rdzenia (Żytkowski, 1970). Badania fizykochemiczne obejmowały ciężar objętościowy, porowatość, przepuszczalność, zasolenie, luminescencję, zawartość bituminów i własności ekstraktu, a ponadto w części próbek – liczbę kwasową. W Tab. 5.24 przedstawiono zbiorcze wyniki badań parametrów petrofizycznych. Wykonano ponadto analizę chemiczną 1 próbki wody i 1 próbki gazu z degazacji płynu.

Wyniki geofizyki otworowej:

Przechowywana w NAG PIG-PIB dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Dęblin 8 (Żytkowski, 1970) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań i interwałów w CBDG dostępne są pliki LAS):

Tab. 5.24. Zbiorcze wyniki najważniejszych badań petrofizycznych w otworze Dęblin 8 na podstawie dokumentacji wynikowej (Żytkowski, 1970).

Próbki z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)	Bituminy (% wag.)
od	do				
2165,6	2241,3	*karbon (formacja Dęblina)*	0,24–5,40	0,0	0,001–0,030

- mPO: mikroprofilowania oporności A1”M1”N: 595 – 1645 m, 2015 – 2900 m;
- mPO: mikroprofilowania oporności A2”N: 595 – 1645 m, 2015 – 2900 m;
- mPO: mikroprofilowania oporności: 1590 – 2072 m, 1998 – 2208 m;
- mPSr: mikroprofilowanie średnicy otworu: 2200 – 2415 m;
- PAc: pomiar akustyczny stanu zacementowania rur okładzinowych SA-80: 350 – 2210 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 14 – 2915 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma SP-62: 14 – 2072 m, 1998 – 2208 m, 2165 – 2350 m, 2305 – 2900 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25 – 250 m, 250 – 1648 m, 1600 – 2050 m, 2050 – 2200 m, 2550 – 2900 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 14 – 2915 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma SP-62: 14 – 2072 m, 1998 – 2208 m, 2165 – 2350 m, 2305 – 2900 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B0.5A4.0M: 1130 – 2205 m, 1590 – 2070 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B4.48A1.62M: 39 – 257 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B5.7A0.4M: 39 – 257 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M0.5A0.1B, M1.0A0.1B, M2.0A0.5B, M4.0A0.5B: 252 – 1646 m, 1130 – 2205 m, 1590 – 2070 m, 2210,7 – 2639 m, 2340 – 2911 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M5.28A0.82B: 39 – 257 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M8.0A1.0B: 252 – 1646 m, 1130 – 2205 m, 1590 – 2070 m, 2210,7 – 2639 m, 2340 – 2911 m;
- POst: profilowanie oporności sterowane: 2015 – 2900 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 39 – 257 m, 252 – 1646 m, 1130 – 2205 m, 1525 – 2070 m, 2210,7 – 2639 m, 2220 – 2405 m, 2340 – 2911 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 0,25 – 2915 m, 39 – 257 m, 250 – 2200 m, 252 – 1646 m, 1590 – 2072 m, 2015 – 2900 m, 2210,7 – 2639 m;
- PTc: profilowanie temperatury po cementowaniu termometr: 17 – 1970 m.

W opracowaniu pomiarów geofizyki otworowej w dokumentacji wynikowej otworu Dęblin 8 wyróżniono warstwy piaskowców karbońskich podejrzanych o nasycenie bituminami na głębokościach:

1. 1638-1645 m o przybliżonej porowatości 12,5%,
2. 1719-1722 m o przybliżonej porowatości 12,5%,
3. 2319-2360 m o przybliżonej porowatości 10,5%(?),
4. 2444-2446,5 m o przybliżonej porowatości 115%,
5. 2765-2770 m o przybliżonej porowatości 10%.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Obserwacje obecności węglowodorów prowadzono w rdzeniu, płuczce i za pomocą próbnika złoża. Objawów bituminów nie zaobserwowano.

Próby złożowe w trakcie wiercenia:

Prób złożowych metodą perforacji rur nie przeprowadzono. Opróbowanie interwałów 2206,9 – 2236,3 m i 2349,0 – 2361,0 m próbnikiem typu KII-2-146 dało przypływ filtratu i wody złożowej w ilości odpowiednio 25 i 4 m^3/h.

Inne prace wykonane na otworze:

Górecki, W., Zawisza, L., Papiernik, B., Zając, A., Gancarz, M., Machowski, W. 2010. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.1.21. Parametry złożowe istotne dla symulacji złożowych rozpływu i reaktywności CO_2 dla rejonu Lubelszczyzny [czerwiec 2010]. Inw. 5382/2013, CAG PIG, Warszawa.

Lubaś, J., Warnecki, M., Such, J., Kuśnierczyk, J., Biały, S. 2009. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.3.2 Oznaczenia parametrów petrofizycznych próbek skał zbiornikowych i uszczelniających - część 2 zadania obejmująca wykonanie 30-50 analiz PVT dla warunków złożowych występujących w rejonie Bełchatowa. Inw. 2384/2013, CAG PIG, Warszawa.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Żytkowski, A. 1970. Dokumentacja wynikowa otworu Dęblin-8. Inw. 106051, NAG PIG-PIB, Warszawa.

5.14. DĘBLIN 9

Głębokość otworu: 3003,0 m
Rok zakończenia wiercenia: 1968
Rdzenie: brak rdzeni w archiwum

Stratygrafia:

0,0	38,0	czwartorzęd
38,0	106,0	neogen – paleogen
106,0	828,0	kreda górna
828,0	855,0	alb górny
855,0	1105,0	kimeryd – oksford
1105,0	1117,0	kelowej
1117,0	1144,0	baton górny
1144,0	2915,0	karbon
2915,0	3003,0	famen

Wyniki badań laboratoryjnych:

W dokumentacji wynikowej zamieszczono wyniki analizy chemicznej 1 próbki gazu z degazacji filtratu płuczkowego z głęb. 2424 – 2431 m. Badań petrofizycznych rdzenia nie przeprowadzono (Kaliszuk, 1968).

Wyniki geofizyki otworowej:

Przechowywana w NAG PIG-PIB dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Dęblin 9 (Kaliszuk, 1968) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG dostępne są pliki LAS):

- mPO: mikroprofilowania oporności A1”M1”N: 750 – 1695 m, 1700 – 2025 m, 1940 – 2325 m, 2045 – 2380 m;
- mPO: mikroprofilowania oporności A2”M: 750 – 1695 m;
- mPO: mikroprofilowania oporności A2”N: 1700 – 2025 m, 1940 – 2325 m, 2045 – 2380 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma SP-60: 1966 – 2156 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma SP-62: 3 – 873 m, 5 – 1400 m, 1625 – 2034 m, 2100 – 2325 m, 2280 – 3003 m;

- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25 – 250 m, 250 – 850 m, 825 – 1395 m, 1375 – 1695 m, 1675 – 2025 m, 2025 – 2325 m, 2325 – 2900 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma SP-62: 3 – 873 m, 670 – 1400 m, 1295 – 2034 m, 1900 – 2110 m, 2100 – 2325 m, 2280 – 3003 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B0.5A4.0M: 1110 – 1695 m, 1700 – 2025 m, 1820 – 2155 m, 1950 – 2375 m, 2317 - 2905,5 m, 2797 – 3003 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B4.48A1.62M: 25,5 – 260 m, 247,5 – 877,5 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B5.7A0.4M: 25.5 – 260 m, 247,5 - 877,5 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M0.12N0.75A-0.75N0.12M: 775 – 1400 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M0.5A0.1B: 775 – 1400 m, 1110 – 1695 m, 1687,5 – 2155 m, 1700 – 2025 m, 1950 – 2375 m, 2317 - 2905,5 m, 2797 – 3003 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M1.0A0.1B: 775 – 1400 m, 1110 – 1695 m, 1685 – 2375 m, 1687.5 – 2155 m, 1700 – 2025 m, 2317 – 2905,5 m, 2797 – 3003 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M2.0A0.5B: 250 – 1695 m, 775 – 1400 m, 1687.5 – 2155 m, 1700 – 2025 m, 1950 – 2375 m, 2317 – 2905.5 m, 2797 – 3003 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M4.0A0.5B: 1110 – 1695 m, 1687,5 – 2155 m, 1700 – 2025 m, 1950 – 2375 m, 2317 – 2905,5 m, 2797 – 3003 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M5.28A0.82B: 25,5 – 260 m, 247.5 – 877,5 m, 775 – 1400 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M8.0A1.0B: 775 – 1400 m, 1110 – 1695 m, 1687,5 – 2155 m, 1700 – 2025 m, 1950 – 2375 m, 2317 – 2905,5 m, 2797 – 3003 m;
- POst: profilowanie oporności sterowane: 1690 – 2795 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 25.5 – 260 m, 247,5 – 877,5 m, 850 – 1695 m, 1680 – 2375 m, 1687,5 – 2155 m, 1700 – 2025 m, 1950 – 2375 m, 2317 – 2905.5 m, 2797 – 3003 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 25.5 – 260 m, 247,5 - 877,5 m, 250 – 1695 m, 1687.5 – 2155 m, 1690 – 2325 m, 1700 – 2025 m, 2195 – 2370 m, 2255 – 3003 m;
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20 – 2680 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas interpolowany TW: 20 – 2680 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW1: 91 – 2691 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW2: 91 – 2691 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW3: 91 – 2691 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas uśredniony Tr_PO: 91 – 2691 m;
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpolowany DT_VSP: 20 – 2680 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Obserwacje obecności węglowodorów prowadzono w rdzeniu. Objawów bituminów nie zaobserwowano. Na głęb. 831 – 848 m stwierdzono zapach siarkowodoru.

Próby złożowe w trakcie wiercenia:

Prób złożowych metodą perforacji rur nie przeprowadzono. Opróbowanie interwału 2424,0 – 2431,0 m próbnikiem kablowym typu IN „Calikowski” dało bardzo mały przypływ filtratu płuczkowego bez objawów bituminów.

Inne prace wykonane na otworze:

Rosowiecka, O. 2011. Opracowanie modelu rozkładu gęstości głównych jednostek geologicznych kraju. Inw. 3603/2014, 3604/2014, CAG PIG, Warszawa.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Blus, R., Szczypa, Z. 1973. Dokumentacja pomiarów ciężarów objętościowych i porowatości skał, rok 1972 [96 otworów wiertniczych]. Inw. 44269, ObO/1438, CAG PIG, Warszawa.

Kaliszuk, Z. 1968. Dokumentacja wynikowa otworu Dęblin 9. Inw. 92973, CAG PIG, Warszawa.

5.15. DĘBLIN 10

Głębokość otworu: 3004,0 m
Rok zakończenia wiercenia: 1980
Rdzenie: brak rdzeni w archiwum

Stratygrafia:

0,0	45,0	czwartorzęd
45,0	105,0	neogen – paleogen
105,0	857,0	mastrycht – alb
857,0	1176,0	jura górna – jura środkowa
1176,0	2928,5	karbon
2928,5	3004,0	famen *(formacja firlejska)*

Wyniki badań laboratoryjnych:

W dokumentacji wynikowej znajdują się rezultaty badań laboratoryjnych 626 próbek rdzenia (Kowalska-Łącka i Kruczak, 1981). Badania fizykochemiczne obejmowały ciężar objętościowy, porowatość, przepuszczalność w trzech kierunkach (392 próbki), zasolenie, zawartość bituminów, a ponadto w części próbek – skład grupy bituminów (44 próbki). W Tab. 5.25 przedstawiono zbiorcze wyniki badań parametrów petrofizycznych. Wykonano ponadto analizy 3 próbek gazu z solanki, analizę chemiczną 4 próbek wody i 3 próbek filtratu z płuczki. W 101 próbkach z utworów karbonu w interwale 2119,5–2851,0 m oznaczono całkowitą zawartość węgla organicznego aparaturą RockEval (0,0 do 57,3% wag. TOC) oraz w 7 próbkach refleksyjność witrynitu (0,68–0,74 R_o; Kiersnowski i Poprawa, 2010).

Tab. 5.25. Zbiorcze wyniki najważniejszych badań petrofizycznych w otworze Dęblin 10 na podstawie dokumentacji wynikowej (Kowalska-Łącka i Kruczak, 1981).

Próbki z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność pozioma (mD)	Przepuszczalność pionowa (mD)
od	do				
1216,3	2098,5	*karbon*	0,07–18,45	0–350 maks. 2366	0–330 maks. 1446
2118,0	2127,0	*karbon*	9,09–14,58	1,9–1076	2,3–1174
2251,4	2318,0	*karbon*	0,07–6,18	0,0–0,48	0,0–0,67
2318,0	2453,0	*karbon*	0,0–14,75	0–496	0–606
2453,0	2587,1	*karbon*	0,0–9,56	0–4,45	0–3,96
2995,3	3001,3	*famen*	0,0–0,42	–	–

Tab. 5.26. Wyniki analizy bituminów w otworze Dęblin 10 (wg danych Izabelli Grotek).

Głębokość (m)	Wiek	Formacja	Litologia	Wit. (%)	Iner. (%)	Lip. (%)	AOM (%)	Corg. (%)	Ro (%)
1287,5	wizen	lubelska	mułowce	50	10	40		1,10	0,59
1308,8			piaskowce, węgle	60	10	30		0,70	0,62
1815,5			piaskowce, węgle	60	20	20		0,50	0,68
2081,9	namur	Dęblina	piaskowce	60	10	30		0,70	0,72
2119,5			piaskowce, mułowce	60	10	30		1,00	0,68
2268,5			iłowce, mułowce	70	20	10		6,50	0,70
2352,4			piaskowce	50	20	30		7,00	0,69
2447,8			piaskowce	70	10	20		13,00	0,72
2561,2			iłowce	60	10	30		3,80	0,70
2845,0			iłowce	70	10	15	5	2,50	0,74

Tab. 5.27. Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia otworu Dęblin 10 na podstawie dokumentacji wynikowej (Kowalska-Łącka i Kruczak, 1981).

Głębokość (m)		Objawy
od	do	
2118,0	2127,0	w spękaniach ślady bituminów, luminescencja beżowo-pomarańczowa
2250,0	2258,0	do 3% CH_4
2258,0	2267,0	w profilowaniu obiegowym ok. 2% CH_4
2267,0	2285,0	w profilowaniu obiegowym ok. 1,5% CH_4
2334,0	2343,0	w spękaniach słaba luminescencja jasnożółta
2400,0	2409,0	nasycenie ropą naftową, na spękaniach ślady ropy, luminescencja jasnożółta, zapach lekkich frakcji węglowodorów
2454,0	2463,0	nasycenie ropą naftową, na spękaniach ślady ropy, silna luminescencja żółta
2528,0	2537,0	nasycenie ropą naftową, silna luminescencja żółta, zapach lekkich frakcji węglowodorów, pęcherzyki gazu
2537,0	2546,0	nasycenie ropą naftową, silna luminescencja żółta, zapach lekkich frakcji węglowodorów
2546,0	2553,0	wysięki ropno-gazowe, zapach benzyny, silna luminescencja żółta,
2572,0	2581,0	w spękaniach nieliczne ślady bituminów, luminescencja szarożółta

Stopień przeobrażenia materii organicznej, określony na podstawie zdolności odbicia światła (refleksyjności) witrynitu, odpowiada głównej fazie generowania ropy naftowej przy pomierzonych średnich wartościach refleksyjności zmieniających się od 0,59–0,72% R_o (Tab. 5.26).

Wyniki geofizyki otworowej:

Przechowywana w NAG PIG-PIB dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Dęblin 10 (Kowalska-Łącka i Kruczak, 1981) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej w następującym zakresie:

- mPO: mikroprofilowania oporności: 700 – 1724 m, 1650 – 2245 m, 2250 – 2298 m;
- mPO: mikroprofilowania oporności SPAK: 2246 – 2403 m;
- mPSr: mikroprofilowanie średnicy otworu: 2246 – 2298 m, 2500 – 2551 m;
- PAa1: profilowanie akustyczne amplitudy (A1) SPAK: 0 – 2127 m, 0 – 2246 m, 197 – 2069 m, 1650 – 2244 m, 2246 – 2298 m, 2246 – 2403 m;
- PAa2: profilowanie akustyczne amplitudy (A2) SPAK: 0 – 2127 m, 1650 – 2244 m, 2246 – 2298 m;
- PAdt: profilowanie akustyczne czasu interwałowego SPAK: 0 – 2127 m, 1650 – 2244 m, 2246 – 2298 m, 2246 – 2403 m, 2350 – 2680 m, 2625 – 3000 m;
- PAt1: profilowanie czasu akustycznego T1 SPAK: 0 – 2127 m, 0 – 2246 m, 197 – 2069 m, 1650 – 2244 m, 2246 – 2298 m, 2246 – 2403 m, 2350 – 2680 m, 2625 – 3000 m;
- PAt2: profilowanie czasu akustycznego T2 SPAK: 0 – 2127 m, 0 – 2246 m, 197 – 2069 m, 1650 – 2244 m, 2246 – 2298 m, 2350 – 2680 m, 2625 – 3000 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma SP-62: 0 – 1724 m, 1600 – 2125 m, 1650 – 2245 m, 2100 – 2298 m, 2100 – 2460 m, 2350 – 2680 m, 2625 – 3000 m;
- PGaz: profilowanie gazowe: 255 – 1725 m, 1727 – 2409 m, 2409 – 2646 m;
- PGG: profilowanie gamma-gamma gęstościowe (GGDN) GG: 1 – 248 m, 1150 – 2248 m;
- PGG: profilowanie gamma-gamma gęstościowe (GGDN) LSE-3: 2246 – 2298 m, 2246 – 2682 m, 2625 – 2998 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 25 – 225 m, 1700 – 2240 m, 2246 – 2298 m, 2275 – 2675 m, 2550 – 2995 m, 200 - 1720;
- PNG: profilowanie neutron-gamma SP-62: 0 – 1724 m, 1600 – 2125 m, 1650 – 2245 m, 2100 – 2298 m, 2100 – 2460 m, 2350 – 2680 m, 2625 – 3000 m;
- PO: profilowania oporności standardowe: 1 – 248 m, 198 – 1723 m, 1640 – 2244 m, 2100 – 2460 m, 2246 – 2298 m, 2246 – 2403 m, 2350 – 2676 m, 2625 – 2998 m;
- PO: profilowania oporności standardowe M2.5A0.25B: 1600 – 2125 m, 1605 – 2092 m;
- POst: profilowanie oporności sterowane: 200 – 1724 m, 1650 – 2245 m, 2250 – 2298 m, 2350 – 2680 m, 2625 – 3000 m;
- POst: profilowanie oporności sterowane SPAK: 2246 – 2403 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 1 – 248 m, 198 – 1723 m, 1600 – 2125 m, 1605 – 2092 m, 1640 – 2244 m, 2100 – 2460 m, 2246 – 2298 m, 2246 – 2403 m, 2350 – 2676 m, 2625 – 2998 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 1 – 248 m, 198 – 1723 m, 200 – 2248 m, 1600 – 2125 m, 1640 – 2244 m, 2246 – 2298 m, 2246 – 2403 m, 2350 – 2676 m, 2625 – 2998 m;
- PTn: profilowanie temperatury przy nieustalonej równowadze termicznej: 2897 – 2998 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Obserwacje obecności węglowodorów prowadzono w rdzeniu i według wskazań aparatury gazowej (Tab. 5.27).

Próby złożowe w trakcie wiercenia:

Jednym z głównych celów opróbowania było zbadanie własności zbiornikowych oraz ropo- i gazonośności piaskowców karbonu i stropowych części dewonu górnego. Analizy laboratoryjne solanek wykonano w Laboratorium Przedsiębiorstwa Poszukiwań Naftowych w Wołominie, a gazów w Laboratorium Instytutu Górnictwa Naftowego i Gazownictwa w Krośnie.

Poziom zbiornikowy 2107,5 – 2127,0 m (karbon – mułowce, piaskowce)

Opróbowanie wykonano w trakcie wiercenia przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-146. Podczas okresu przypływu, który wynosił 13,2 min, uzyskano 2831 litrów solanki lekko zgazowanej gazem palnym. Ciśnienie złożowe wynosiło około 190 atm. Pomimo uszkodzenia strefy przyodwiertowej przepuszczalność badanego poziomu określono jako dobrą. Porowatość badanych utworów na podstawie badań geofizycznych wynosi 16-18% (według badań laboratoryjnych dochodzi do 14,6%), a ich przepuszczalność 119 mD.

Solankę określono jako Cl-Na o mineralizacji (suchej pozostałości) 179,73 g/dm^3, gęstości 1,116 g/cm^3 i odczynie około 6 w skali pH. Skład chemiczny solanki przedstawiono w Tab. 5.28.

Tab. 5.28. Skład chemiczny solanki z poziomu zbiornikowego 2107,5 – 2127,0 m (karbon) w otworze Dęblin 10 na podstawie dokumentacji wynikowej (Kowalska-Łącka i Kruczak, 1981).

Składnik	Zawartość		
	(mg/dm^3)	(mval/dm^3)	(%mval)
Kationy			
$Na^+ + K^+$	48376	2103,579	66,704
Ca^{2+}	12525	625,000	19,820
Mg^{2+}	5168	425,000	13,476
Razem	66069	3153,579	100,00
Aniony			
Cl^-	111680	3150,601	99,906
HCO_3^-	169	2,770	0,088
SO_4^{2-}	10	0,208	0,006
Razem	111859	3153,579	100,000

Poziom zbiornikowy 2247,0 – 2316,0 m (karbon – iłowce, mułowce, piaskowce)

Opróbowanie wykonano w trakcie wiercenia przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-146. W wyniku opróbowania nie uzyskano przypływu. Porowatość badanych utworów zawiera się w przedziale od 0,07 do 5,66%, co sprawia, iż ich przepuszczalność jest praktycznie znikoma (poziom nie posiada cech zbiornikowych). W interwale 2250,0 – 2268,0 m stwierdzono objawy węglowodorów w przewoźnej aparaturze gazowej (profilowanie obiegowe – 3% CH_4 i profilowanie ciągłe – 0,1-1,0% CH_4).

Poziom zbiornikowy 2247,0 – 2325,0 m (karbon – iłowce, mułowce, piaskowce)

Opróbowanie wykonano w trakcie wiercenia przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-146. Podczas okresu przypływu, trwającego 97 min, do próbnika dopłynęło 720 litrów płuczki, bez śladów bituminów. Ciśnienie wynosiło 203,7 atm. Przepuszczalność badanego poziomu określono jako niską. Porowatość piaskowców w interwale 2316,0 – 2325,0 m wynosi 10,37%, a ich przepuszczalność 4 mD.

Poziom zbiornikowy 2373,0-2409,0 m (karbon – piaskowce, mułowce, iłowce)

Opróbowanie wykonano w trakcie wiercenia przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-146. W wyniku opróbowania w czasie 22 min otrzymano przypływ około 4,5 m^3 solanki lekko zgazowanej gazem palnym. Podczas wiercenia w interwale 2403,0-2409,0 m stwierdzono ślady ropy. Ciśnienie złożowe wynosiło 242 atm. Strefa przydowiertowa została uszkodzona w minimalnym stopniu. Przepuszczalność badanego poziomu jest dosyć dobra. Porowatość badanych piaskowców osiąga 11,77%, a ich maksymalna przepuszczalność około 49 mD.

Solankę określono jako Cl-Na-Ca o mineralizacji (suchej pozostałości) 165,67 g/dm^3, gęstości 1,113 g/cm^3 i odczynie kwaśnym pH = 5,5. Skład solanki przedstawiono w Tab. 5.29.

Tab. 5.29. Skład chemiczny solanki z poziomu zbiornikowego 2373,0 – 2409,0 m (karbon) w otworze Dęblin 10 na podstawie dokumentacji wynikowej (Kowalska-Łącka i Kruczak, 1981).

Składnik	Zawartość		
	(mg/dm^3)	(mval/dm^3)	(%mval)
Kationy			
$Na^+ + K^+$	48376	2103,579	66,704
Ca^{2+}	12525	625,000	19,820
Mg^{2+}	5168	425,000	13,476
Razem	66069	3153,579	100,00
Aniony			
Cl^-	111680	3150,601	99,906
HCO_3^-	169	2,770	0,088
$SO4_2^-$	10	0,208	0,006
Razem	111859	3153,579	100,000

W wyniku odgazowania solanki uzyskano gaz o gęstości 0,632 g/cm^3, którego skład przedstawiono w Tab. 5.30.

Tab. 5.30. Skład chemiczny gazu z poziomu zbiornikowego 2373,0 – 2409,0 m (karbon) w otworze Dęblin 10 na podstawie dokumentacji wynikowej (Kowalska-Łącka i Kruczak, 1981).

Składnik	% obj.	g/Nm^3	Składnik	% obj.	g/Nm^3
CH_4	81,918	587,19	$n\text{-}C_4H_{10}$	0,022	0,59
C_2H_6	1,265	17,15	$n\text{-}C_5H_{12}$	0,046	1,59
C_3H_8	0,135	2,70	N_2	16,600	207,58
$i\text{-}C_4H_{10}$	0,014	0,37			

Poziom zbiornikowy 2403,0 – 2409,0 m (karbon – piaskowce)

Opróbowanie wykonano w trakcie wiercenia przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-146. Podczas okresu przypływu, który wynosił 60 min, uzyskano 0,5 m^3 solanki minimalnie zgazowanej gazem palnym. Ciśnienie złożowe wynosiło 239,2 atm. Strefa przyodwiertowa została w niewielkim stopniu uszkodzona. Przepuszczalność badanego poziomu jest wysoka i wynosi około 300 mD. Maksymalna porowatość badanych piaskowców osiąga 10,66%.

Solankę określono jako Cl-Na-Ca o mineralizacji (suchej pozostałości) 95,829 g/dm^3, gęstości 1,064 g/cm^3 i odczynie 6,9 w skali pH. Stosunkowo niska mineralizacja, w porównaniu z mineralizacją solanek z pozostałych poziomów, jest spowodowana prawdopodobnie zanieczyszczeniem próbki. Skład chemiczny solanki przedstawiono w Tab. 5.31.

Tab. 5.31. Skład chemiczny solanki z poziomu zbiornikowego 2403,0 – 2409,0 m (karbon) w otworze Dęblin 10 na podstawie dokumentacji wynikowej (Kowalska-Łącka i Kruczak, 1981).

Składnik	Zawartość		
	(mg/dm³)	(mval/dm³)	(%mval)
Kationy			
$Na^+ + K^+$	48376	2103,579	66,704
Ca^{2+}	12525	625,000	19,820
Mg^{2+}	5168	425,000	13,476
Razem	66069	3153,579	100,00
Aniony			
Cl^-	111680	3150,601	99,906
HCO_3^-	169	2,770	0,088
SO_4^{2-}	10	0,208	0,006
Razem	111859	3153,579	100,000

Analizę gazu, o gęstości 0,643 g/cm³, uzyskanego z odgazowania solanki przedstawiono w Tab. 5.32.

Tab. 5.32. Skład chemiczny gazu z poziomu zbiornikowego 2403,0 – 2409,0 m (karbon) w otworze Dęblin 10 na podstawie dokumentacji wynikowej (Kowalska-Łącka i Kruczak, 1981).

Składnik	% obj.	g/Nm³	Składnik	% obj.	g/Nm³
CH_4	78,495	562,65	$n\text{-}C_4H_{10}$	0,027	0,73
C_2H_6	1,023	13,87	$n\text{-}C_5H_{12}$	0,066	2,28
C_3H_8	0,117	2,34	N_2	20,260	253,35
$i\text{-}C_4H_{10}$	0,012	0,32			

Poziom zbiornikowy 2454,0 – 2463,0 m (karbon – piaskowce, mułowce)

Opróbowanie wykonano w trakcie wiercenia przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-146. W wyniku opróbowania nie uzyskano przypływu. Ciśnienie, zarejestrowane na wykresie manometru wgłębnego, odbudowało się do wartości 162 atm. Maksymalna porowatość badanych piaskowców wynosi 9,56%, a przepuszczalność około 0,4 mD.

Poziom zbiornikowy 2526,7 – 2553,0 m (karbon – piaskowce, iłowce)

Opróbowanie wykonano w trakcie wiercenia przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-146. W wyniku opróbowania nie uzyskano przypływu. Ciśnienie, zarejestrowane na wykresie manometru wgłębnego, wzrosło do wartości 57,2 atm. Maksymalna porowatość badanych piaskowców wynosi 6,24%, a przepuszczalność 0,23 mD.

Poziom zbiornikowy 2100,0 – 2115,0 m (karbon – mułowce, iłowce)

Opróbowanie wykonano po zakończeniu wiercenia przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-146. W wyniku opróbowania, w czasie 384 min, otrzymano przypływ solanki lekko zgazowanej gazem palnym w ilości 10,5 m³. Według pomiarów geofizycznych przepuszczalność badanego poziomu jest niska.

Solankę określono jako Cl-Na-Ca, Fe, I o mineralizacji (suchej pozostałości) 152,878 g/dm³, gęstości 1,1015 g/cm³ i odczynie słabo zasadowym pH = 8. Skład chemiczny solanki przedstawiono w Tab. 5.33.

Tab. 5.33. Skład chemiczny solanki z poziomu zbiornikowego 2100,0 – 2115,0 m (karbon) w otworze Dęblin 10 na podstawie dokumentacji wynikowej (Kowalska-Łącka i Kruczak, 1981).

Składnik	Zawartość		
	(mg/dm³)	(mval/dm³)	(%mval)
Kationy			
$Na^+ + K^+$	39280,7	1708,0803	64,826
Ca^{2+}	10900,0	543,9122	20,644
Mg^{2+}	3600,0	296,0525	11,236
Mg^{3+}	1615,6	86,7824	3,294
Razem	55396,3	2634,8274	100,000
Aniony			
Cl^-	93251,9	2630,5148	99,836
HCO_3^-	201,3	3,2990	0,126
SO_4^{2-}	Nie wykryto	–	–
Br^-	57,0	0,7131	0,028
I^-	2,1	0,0165	0,000
Razem	10,8	0,2840	0,010

Analizę gazu o gęstości 0,693 g/cm³ uzyskanego z odgazowania solanki przedstawiono w Tab. 5.34.

Tab. 5.34. Skład chemiczny gazu z poziomu zbiornikowego 2403,0 – 2409,0 (karbon) w otworze Dęblin 10 na podstawie dokumentacji wynikowej (Kowalska-Łącka i Kruczak, 1981).

Składnik	% obj.	g/Nm³	Składnik	% obj.	g/Nm³
CH_4	69,755	500,00	$n\text{-}C_4H_{10}$	0,014	0,38
C_2H_6	0,720	9,76	$n\text{-}C_5H_{12}$	0,037	1,28
C_3H_8	0,056	1,12	N_2	0,092	3,54
$i\text{-}C_4H_{10}$	0,006	0,16		29,320	366,64

Inne prace wykonane na otworze:

Górecki, W., Zawisza, L., Papiernik, B., Zając, A., Gancarz, M., Machowski, W. 2010. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.1.21. Parametry złożowe istotne dla symulacji złożowych rozpływu i reaktywności CO_2 dla rejonu Lubelszczyzny [czerwiec 2010]. Inw. 5382/2013, CAG PIG, Warszawa.

Kiersnowski, H., Poprawa, P. 2010. Rozpoznanie basenów węglowodorowych Polski pod kątem możliwości występowania i zasobów oraz możliwości koncesjonowania poszukiwań niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego - etap I. Inw. 2439/2011, CAG PIG, Warszawa.

Lubaś, J., Warnecki, M., Such, J., Kuśnierczyk, J., Biały S. 2009. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.3.2 Oznaczenia parametrów petrofizycznych próbek skał zbiornikowych i uszczelniających - część 2 zadania obejmująca wykonanie 30-50 analiz PVT dla warunków złożowych występujących w rejonie Bełchatowa. Inw. 2384/2013, CAG PIG, Warszawa.

Rosowiecka, O. 2011. Opracowanie modelu rozkładu gęstości głównych jednostek geologicznych kraju. Inw. 3603/2014, 3604/2014, CAG PIG, Warszawa.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Fuliński, M. 1982. Dokumentacja pomiarów gęstości objętościowej i porowatości otwartej skał, rok 1981 [44 otwory wiertnicze]. Inw. 45709, ObO/1823, CAG PIG, Warszawa.

Kowalska-Łącka, M., Kruczak, E. 1981. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Dęblin-10. Inw. 126897, CAG PIG, Warszawa.

Walasek, B. 1980. Dokumentacja pomiarów średnich prędkości, odwiert: Dęblin-10. Kat. D39 VS, CAG PIG, Warszawa.

5.16. GNIEWOSZÓW 1K

Głębokość otworu: 3636,0 m
Rok zakończenia wiercenia: 2006
Rdzenie: brak rdzeni w archiwum

Stratygrafia:

0,0	112,5	paleogen i neogen
112,5	914,0	kreda górna
914,0	920,5	kreda górna
920,5	993,5	kimeryd
993,5	1299,5	oksford
1299,5	3560,0	karbon
1299,5	1718,0	*formacja magnuszewska*
3498,0	3560,0	*formacja Huczwy*
3560,0	3636,0	dewon

Wyniki badań laboratoryjnych:

Przechowywana w NAG PIG-PIB dokumentacja geologiczna likwidacji otworu poszukiwawczego Gniewoszów 1K (Fiedeń i Muszyński, 2006) zawiera podsumowanie wyników badań laboratoryjnych rdzenia w karbońskich poziomach korelacyjnych. W poziomie CL porowatość pozioma piaskowców wynosiła 4,07–12,23%, porowatość pionowa 4,25–12,14%, przepuszczalność pozioma 0,022–1,348 mD i przepuszczalność pionowa 0,007–3,94 mD. Piaskowce w poziomie korelacyjnym CI2 miały porowatość pionową 3,36–8,76%, porowatość poziomą 4,14–8,76%, przepuszczalność poziomą 0,008–0,101 mD. Piaskowce w poziomie korelacyjnym CD1 (głęb. 3465,0–3478,4 m) miały porowatość 9,55 i 10,27%, a przepuszczalność 4,11 i 4,65 mD.

Wyniki geofizyki otworowej:

Przechowywana w NAG PIG-PIB dokumentacja pomiarów średnich prędkości w otworze wiertniczym Gniewoszów-1K (Olejniczak i Dalętka, 2006) zawiera wyniki badań w następującym zakresie (w CBDG dostępne są pliki LAS):

- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony PW1: 15 – 3630 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas zredukowany PW1: 72,5 – 3480,13 m, 90 – 3497,63 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas zredukowany uśredniony: 72,5 – 3480,13 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas zredukowany uśredniony: 90 – 3497,63 m.

Dokumentacja geologiczna likwidacji otworu poszukiwawczego Gniewoszów-1K (Fiedeń i Muszyński, 2006) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej w następującym zakresie:

- PSr: profilowanie średnicy otworu: 32 – 3560 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 0 – 3636 m;
- PGG: profilowanie gamma-gamma gęstościowe: 250 – 3636 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 20 – 3636 m;
- PO: profilowania oporności krótkiego zasięgu i dalekiego zasięgu: 250 – 3636 m;
- PAdt: profilowanie akustyczne czasu int. fali poprzecznej: 780 – 3625 m;
- PAdt: profilowanie akustyczne czasu interwałowego fali podłużnej: 260 – 3625 m;
- profilowanie upadomierzem: 1150 – 3636 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

W rdzeniu z głęb. 3360 i 3475 m zaobserwowano zapach bituminów.

Próby złożowe w trakcie wiercenia:

Próby złożowe wykonano w 2 poziomach w utworach karbonu i dewonu. Główne wyniki badań przedstawiono w Tab. 5.35.

Tab. 5.35. Najważniejsze rezultaty prób złożowych w otworze Gniewoszów 1K.

Głębokość opróbowanego poziomu zbiornikowego (m)	Stratygrafia	Rodzaj przypływu
3470,0–3483,0	karbon	woda złożowa lekko zgazowana ze śladami ropy naftowej
3529,5–3635,0	karbon – dewon	brak przypływu

Tab. 5.36. Zbiorcze wyniki najważniejszych badań petrofizycznych w otworze Puławy IG-3 na podstawie dokumentacji wynikowej (Gurba, 1990).

Próbki z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność pozioma (mD)	Przepuszczalność pionowa (mD)
od	do				
102,9	849,9	*mastrycht - cenoman*	10,97–54	0,1–2,3	–
866,3	1168,2	*kimeryd-oksford*	2,2–31	0,1–0,6	–
1175,6	2203,0	*karbon*	0,0–41,6	0,1–1000	0,1–1500

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Fiedeń, M., Muszyński, M. 2006. Dokumentacja geologiczna likwidacji otworu poszukiwawczego Gniewoszów 1K. Inw. 135635, CAG PIG, Warszawa.

Olejniczak, E., Dalętka, A. 2006. Opracowanie wyników pionowego profilowania sejsmicznego i pomiarów średnich prędkości w otworze: Gniewoszów-1K. Kat. G165 VS, CAG PIG, Warszawa.

Polakowski, T., Marcinkowski, A., Szafran, M.M., Kowalska-Skulik, A., Bury, E., Erazmus, W., Leńczowska, S., Wcisło, M. 2014. Dokumentacja prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów złoża kopaliny na obszarze koncesji nr 48/2001/p Pionki-Kazimierz (obejmującym część bloku koncesyjnego nr 296). Inw. 3883/2015, CAG PIG, Warszawa.

5.17. PRZYTOCZNO IG-1

Głębokość otworu: 2091,5 m
Rok zakończenia wiercenia: 1986
Rdzenie: 1 – 2091,5 m, 1258 skrzynek, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertn. w Hołownie

Stratygrafia:

0,00	58,50	czwartorzęd
58,50	119,00	paleogen, neogen
119,00	435,00	mastrycht – cenoman
435,00	565,00	kampan
565,00	635,00	santon
635,00	663,00	koniak
663,00	760,50	turon
760,50	781,30	cenoman
781,30	782,20	alb górny
782,20	800,00	kimeryd
800,00	1 038,00	oksford
1 038,00	1 074,00	kelowej – baton
1 074,00	2 091,50	karbon

Dokumentacje W NAG PIG-PIB:

Gurba, L. 1988. Dokumentacja wynikowa otworu Przytoczno IG-1. Inw. 131480, CAG PIG, Warszawa.

5.18. PUŁAWY IG-3

Głębokość otworu: 2226,0 m
Rok zakończenia wiercenia: 1989
Rdzenie: 0,0–2226,0 m; 1417 skrzynek; NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertn. w Hołownie

Stratygrafia:

0,0	34,5	czwartorzęd
34,5	71,0	paleocen, dan
71,0	360,0	mastrycht górny
360,0	468,0	mastrycht dolny
468,0	603,0	kampan
603,0	686,0	santon
686,0	726,0	koniak
726,0	840,5	turon
840,5	861,35	cenoman
861,35	865,3	alb górny
865,3	927,8	kimeryd
927,8	1173,0	oksford
1173,0	2226,0	karbon

Wyniki badań laboratoryjnych:

W dokumentacji wynikowej znajdują się rezultaty badań laboratoryjnych 167 próbek rdzenia z utworów kredy, jury i karbonu (Gurba, 1990). Badania fizykochemiczne obejmowały ciężar objętościowy, porowatość efektywną, przepuszczalność, zasolenie, wilgotność i odsączalność. W Tab. 5.36 przedstawiono zbiorcze wyniki badań parametrów petrofizycznych. Charakterystyka petrograficzna warstw karbonu oparta jest na podstawie badań mikroskopowych 158 próbek, w tym analiz rentgenograficznych. Badania paleontologiczne profilu karbonu obejmowały analizę miosporową 59 próbek, analizę megasporową oraz badania zespołów florystycznych. Mikroskopowe badania petrograficzne pokładów węgla wykonano w 42 próbkach bruzdowych. Wykonano ponadto analizy chemiczne 41 próbek gazu z pokładów węgla w interwale 1234,2 – 2208,15 m.

Wyniki geofizyki otworowej:

Przechowywana w NAG PIG-PIB dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Puławy IG-3 (Gurba, 1990) zawiera wyniki badań geofizyki wiertniczej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań i interwałów w CBDG dostępne są pliki LAS):

- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 1 – 2239,9 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma DRST-2: 1159 – 1621 m, 1209 – 1621 m, 1570 – 2230 m, 1570,2 – 1897,4 m, 1570,2 – 2239,9 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma SP-62: 1,1 – 249,8 m, 5 – 252 m, 216,5 – 885,5 m, 220 – 880 m, 850 – 880 m, 850 – 1209 m, 850,2 – 879,8 m, 850,2 – 1208,8 m, 1156,2 – 1621,8 m;
- PGG: profilowanie gamma-gamma gęstościowe (GGDN) DRST-2: 1570,2 – 1897,4 m, 1570,2 – 2239,9 m;
- PGG: profilowanie gamma-gamma gęstościowe (GGDN) LSE-3: 850 – 880 m, 850 – 1209 m, 850,2 – 879,8 m, 850,2 – 1208,8 m, 1207,2 – 1623,7 m, 1209 – 1621 m, 1570 – 2230 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu: 0 – 250 m, 225 – 1205 m, 1150 – 1620 m, 1575 – 2225 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma SP-62: 5 – 252 m, 6,2 – 249,8 m, 217,5 – 883,8 m, 220 – 880 m, 850 – 880 m, 850 – 1209 m, 850,2 – 879,8 m, 850,2 – 1208,8 m;
- PNNnt: profilowanie neutron-neutron nadtermiczne DRST-2: 1155,5 – 1621,8 m, 1159 – 1621 m, 1570 – 2230 m;
- PO: profilowania oporności standardowe A0.25M0.1N: 1209 – 1621 m, 1570 – 2230 m;
- PO: profilowania oporności standardowe A0.5M0.1N: 850 – 1209 m, 1209 – 1621 m, 1570 – 2230 m;
- PO: profilowania oporności standardowe A1.0M0.1N: 850 – 1209 m, 1209 – 1621 m, 1570 – 2230 m;
- PO: profilowania oporności standardowe A2.5M0.25N: 24 – 252 m, 255 – 880 m, 850 – 1209 m, 1209 – 1621 m, 1570 – 2230 m;
- PO: profilowania oporności standardowe A5.28M0.82N: 850 – 1209 m, 1209 – 1621 m, 1570 – 2230 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B2.5A0.25M: 24 – 252 m, 1209 – 1621 m;
- PO: profilowania oporności standardowe B4.48A1.62M, B5.7A0.4M: 1570 – 2230 m;
- PO: profilowania oporności standardowe N2.5M0.25A: 255 – 880 m, 850 – 1209 m, 1570 – 2230 m;
- PO: profilowanie oporności EL01 A0.25M0.1N: 1192,2 – 1620,8 m, 1563,2 – 2229,9 m;
- PO: profilowanie oporności EL02 A0.5M0.1N, EL03 A1.0M0.1N: 850,2 – 1207,7 m, 1192,2 – 1620,8 m, 1563,2 – 2230,8 m;
- PO: profilowanie oporności EL07 A2.5M0.1N: 1560.2 – 2231.8 m;
- PO: profilowanie oporności EL07 A2.5M0.25N: 23.1 - 249.8 m, 240.2 - 889.8 m, 850.2 - 1209.8 m, 1192.2 - 1620.8 m;
- PO: profilowanie oporności EL18 A5.28M0.82N: 850,2 – 1209,8 m, 1192,2 – 1620,8 m, 1564,2 – 2229,9 m;
- PO: profilowanie oporności EN10 B2.5A0.25M: 19.2 – 249.8 m;
- PO: profilowanie oporności EN10 N2.5M0.25A: 238,1 – 892,8 m, 850,2 – 1208,8 m, 1204,4 – 1623,8 m, 1570,2 – 2239,8 m;
- PO: profilowanie oporności EN16 B5.7A0.4M: 1562,2 – 2229,9 m;
- PO: profilowanie oporności EN64 B4.48A1.62M: 1562,4 – 1799,6 m;
- POst: profilowanie oporności sondą 3-elektrodową sterowane (LL3) TBK: 850,2 – 1208,8 m, 1520,2 – 2239,9 m, 1530,2 – 1857,1 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 26,4 – 249,8 m, 28,1 – 249,8 m, 254,1 – 891,4 m, 254,2 – 889,8 m, 850,3 – 1205,8 m, 1208,6 – 1621,8 m, 1209,2 – 1622,6 m, 1570,2 – 2236,9 m, 1570,2 – 2239,9 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 0,1 – 2239,9 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI) KS-3: 255 – 880 m, 850 – 880 m, 850 – 1208 m, 850,2 – 879,8 m, 850,2 – 1207,8 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI) SKS-4: 16,1 – 249,8 m, 24 – 252 m, 237,1 – 887,4 m, 1194,2 – 1556,8 m, 1197,3 – 1624,8 m, 1209 – 1621 m, 1209 – 1550 m, 1570 – 2230 m, 1570,2 – 1897,5 m, 1570,2 – 2239,9 m;
- PTu: prof. temp. przy ustalonej równowadze termicznej ETMI: 171,1 – 2235,8 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Obserwacji obecności węglowodorów nie prowadzono.

Próby złożowe w trakcie wiercenia:

Prób złożowych nie przeprowadzono.

Inne prace wykonane na otworze:

Czerwińska-Tomczyk, J., Gil, R., Tarasiuk, Z., Zwoliński, Z. 1997. Komputerowa baza danych litologicznych dla obszaru Lubelskiego Zagłębia Węglowego i jego obrzeżenia. Inw. 588/98, CAG PIG, Warszawa.

Górecki, W., Zawisza, L., Papiernik, B., Zając, A., Gancarz, M., Machowski, W. 2010. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.1.21. Parametry złożowe istotne dla symulacji złożowych rozpływu i reaktywności CO_2 dla rejonu Lubelszczyzny [czerwiec 2010]. Inw. 5382/2013, CAG PIG, Warszawa.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Gurba, L. 1990. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Puławy IG-3. Inw. 132491, CAG PIG, Warszawa.

5.19. RYCICE 2

Głębokość otworu: 2900,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1997

Rdzenie: 2142,0–2151,0 m, 2340,0–2407,0 m, 2437,0 –2445,0 m, 2483,0–2490,0 m, 2520,0–2534,0 m, 2664,0 –2672,0 m, 2751,0–2769,0 m, 2811,0–2820,0 m, 2891,0–2900,0 m; 130 skrzynek; NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertn. w Chmielniku

Stratygrafia i wyniki badań laboratoryjnych:

Dane są własnością inwestora i nie mogą być zamieszczone w niniejszym opracowaniu.

Wyniki geofizyki otworowej:

Przechowywana w NAG PIG-PIB dokumentacja pomiarów średnich prędkości i pionowego profilowania sejsmicznego w otworze Rycice 2 (Leszczyńska i in., 1997) oraz dostępne w CBDG pliki LAS zawierają wyniki badań geofizyki wiertniczej w następującym zakresie:

- BS: średnica nominalna wiercenia: 12,75 – 2894,5 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 0 – 2880,5 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 0 – 2893,5 m;

- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 12,75 – 2894,5 m;
- RHOB: gęstość objętościowa w stanie nasyconym: 252,75 – 2885,5 m;
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20 – 2580 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas interpolowany TW: 20 – 2580 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW1: 103 – 2593 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW2: 103 – 2593 m;
- profilowanie prędk. śr., czas pomierzony Tr_PW3: 103 – 2593 m;
- profilowanie prędk. śr., czas uśredniony Tr_PO: 103 – 2593 m;
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpol. DT_VSP: 20 – 2580 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe:

Dane są własnością inwestora i nie mogą być zamieszczone w niniejszym opracowaniu.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Leszczyńska, D., Balcerowicz, H., Czaja, E. 1997. Sprawozdanie z opracowania pomiarów średnich prędkości i pionowego profilowania sejsmicznego w otworze Rycice 2. Kat. R122 VS, CAG PIG, Warszawa.

5.20. STĘŻYCA 1

Głębokość otworu: 3724,0 m
Rok zakończenia wiercenia: 1994
Rdzenie: 2309 – 2799 m, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertn. w Chmielniku

Stratygrafia i wyniki badań laboratoryjnych:

Dane są własnością inwestora i nie mogą być zamieszczone w niniejszym opracowaniu.

Wyniki geofizyki otworowej:

W otworze Stężyca 1 w perspektywicznym interwale karbonu (głębokość 1509 – 2780 m) wykonano następujące badania geofizyki otworowej:

A. Analogowymi aparaturami:
- Boczne sondowanie oporności w interwałach: 991–1627 m; 1570–2178 m; 1580–2394 m; 2330–2473 m.
- Profilowania potencjałów naturalnych: 940–1631 m; 1570–2184 m; 1580–2402 m; 2330–2482 m; 1495–2815 m; 2740–3095 m; 1500–2814 m.
- Profilowanie akustyczne: 991–1630 m; 1570–2477 m.
- Profilowanie krzywizny: 950–1630 m; 2775–3095 m;
- Profilowanie indukcyjne: 1300–1631 m; 1570–2477 m.
- Sterowane mikroprofilowanie oporności: 1300–1631 m.
- Sterowane profilowanie oporności: 991–1631 m; 1580–2400 m; 2330–2479 m.
- Mikroprofilowanie średnicy otworu: 2302–3402 m; 2384–2482 m.
- Profilowanie gamma–gamma: 1300–1631 m.
- Profilowanie średnicy: 991–1631 m; 1570–2184 m; 1580–2402 m.
- Profilowanie akustyczne dla oceny zacementowania rur: 2000–2809 m; 2000–2810 m; 78–3578 m.
- Profilowanie temperatury dla ustalenia stropu cementu: 2640–3390 m.

B. Cyfrowymi aparaturami Halliburtona:
- Spektrometryczne profilowanie gamma w interwałach: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.
- Profilowanie neutron–neutron: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.
- Profilowanie akustyczne: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.
- Profilowanie gęstości: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.
- Profilowanie indukcyjne: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.
- Sterowane profilowanie oporności krótkiego zasięgu: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.
- Sferyczne sterowane mikroprofilowanie oporności: 2047–2377 m; 2245–2815 m.
- Sterowane profilowanie oporności płytkiego zasięgu: 2245–2815 m.
- Sterowane profilowanie oporności głębokiego zasięgu: 2245–2815 m.
- Sterowane profilowanie oporności średniego zasięgu: 2245–2815 m.
- Profilowanie indukcyjne średniego zasięgu: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.
- Profilowanie indukcyjne głębokiego zasięgu: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.
- Profilowanie upadu warstw: 1000–2344 m; 2050–2377 m; 2295–2812 m.
- Profilowanie krzywizny: 1441–2342 m; 2245–2815 m.
- Profilowanie średnicy: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.
- Profilowanie cementomierzem akustycznym: 1800–2810 m.
- Impulsowe profilowanie akustyczne w rurach: 2291,9–2410 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe:

Dane są własnością inwestora i nie mogą być zamieszczone w niniejszym opracowaniu.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Dzięgielowski, J. 1998. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego i ropy naftowej Stężyca w miejsc. Pawłowice, Długowola, gm. Stężyca, Trojanów, woj. lubelskie. Inw. 737/99, CAG PIG, Warszawa.

Jagiełło, D., Nocoń, W. 1994. Dokumentacja geologiczna odwiertu poszukiwawczego Stężyca 1. Inw. 135840, CAG PIG, Warszawa.

Ogonowski, W., Balcerowicz, H., Czaja, E. 1994. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 1. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca 1 [75-1500 m]. Kat. S97VS, CAG PIG, Warszawa.

5.21. STĘŻYCA 2

Głębokość otworu: 2820,0 m
Rok zakończenia wiercenia: 1995
Rdzenie: 2034 – 2820 m, 172 skrzynki, NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertn. w Chmielniku

Stratygrafia i wyniki badań laboratoryjnych:
Dane są własnością inwestora i nie mogą być zamieszczone w niniejszym opracowaniu.

Wyniki analizy petrologicznej materii organicznej i dojrzałość termiczna (wg danych Izabelli Grotek):
Przeanalizowana próbka osadów marglistych dewonu górnego z otworu Stężyca 2 zawiera niezbyt liczną (0,40%) materię organiczną reprezentowaną głównie przez materiał witrynitopodobny, grupę liptynitu oraz zooklasty o dojrzałości termicznej odpowiadającej głównej fazie generowania ropy naftowej (0,89% R_o średnie).

Wyniki badań bituminów (wg Ewy Klimuszko):
Utwory górnego karbonu zawierają zróżnicowaną ilość węgla organicznego (śr. 0,1,59%).
Minimalna ilość $C_{org.}$ w tych utworach wynosi 0,53%, a maksymalna 2,28%. Bituminy w utworach górnego karbonu występują w ilości od 0,006–0,054% (śr. 0,007%); ilość węglowodorów w bituminach waha się od 41% do 56%. Węglowodory nasycone są w przeważającej ilości w stosunku do węglowodorów aromatycznych. Utwory karbonu (namur-wizen) zawierają średnio 7,18% węgla organicznego, który występuje nierównomiernie. Minimalna ilość węgla organicznego w tych utworach wynosi 0,95%, natomiast maksymalna - 19,01%, tzn., że w utworach występują wkładki węgliste. Zawartość bituminów wydzielonych z tych utworów jest wysoka, zróżnicowana średnio wynosi 0,193%, ale waha się od 0,095 do 0,508%. Udział węglowodorów w bituminach oznaczony w pojedynczej próbce wynosi 31%. W bituminach węglowodory aromatyczne przeważają nad węglowodorami nasyconymi, co sugeruje, iż bituminy są słabo przeobrażone. Podwyższona ilość bituminów pochodzi z wkładki węglistej. Utwory górnego dewonu przebadane w pojedynczej próbce zawierają 0,39% $C_{org.}$ Zawartość wydzielonych bituminów 0,020%, w których udział węglowodorów wynosi 49,5%. W składzie węglowodorów przeważają węglowodory nasycone nad aromatycznymi.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe:
Dane są własnością inwestora i nie mogą być zamieszczone w niniejszym opracowaniu.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:
Leszczyńska, D., Balcerowicz, H., Czaja, E. 1995a. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 2. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca 1 [75-1500 m]. Kat. S99VS, CAG PIG, Warszawa.
Ryba, A. 1995. Karta otworu Stężyca 2. Inw. 133924, CAG PIG, Warszawa.

5.22. STĘŻYCA 3K

Głębokość otworu: 2910,0 m
Rok zakończenia wiercenia: 1995
Rdzenie: 2109 – 2748 m, 131 skrzynek, CAG PIG, Archiwum Rdzeni Wiertn. w Chmielniku

Stratygrafia i wyniki badań laboratoryjnych:
Dane są własnością inwestora i nie mogą być zamieszczone w niniejszym opracowaniu.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe:
Dane są własnością inwestora i nie mogą być zamieszczone w niniejszym opracowaniu.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:
Dzięgielowski, J. 1998. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego i ropy naftowej Stężyca w miejsc. Pawłowice, Długowola, gm. Stężyca, Trojanów, woj. lubelskie. Inw. 737/99, CAG PIG, Warszawa.
Tetych, M. 1997. Karta otworu Stężyca 3K. Inw. 134161, CAG PIG, Warszawa.

5.23. STĘŻYCA 4

Głębokość otworu: 2849,0 m
Rok zakończenia wiercenia: 1995
Rdzenie: 2083,0–2085,0 m, 2102,0–2118,0 m, 2312,0–2402,0 m, 2490,0–2499,0 m, 2682,0–2705,0 m, 2843,0–2849,0 m; 146 skrzynek; NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertn. w Chmielniku

Stratygrafia i wyniki badań laboratoryjnych:
Dane są własnością inwestora i nie mogą być zamieszczone w niniejszym opracowaniu.

Tab. 5.37. Wyniki analizy bituminów w otworze Stężyca 2 (wg danych Izabelli Grotek).

Głębokość (m)	Wiek	Formacja	Litologia	Wit. (%)	Iner. (%)	Lip. (%)	AOM (%)	Corg. (%)	Ro (%)
2045,5	westfal	lubelska	mułowce	100				0,70	0,98
2293,5		dęblina	mułowce	55	20	25		2,00	0,68
2465,0			iłowce, mułowce	70	20	10		1,30	0,62
2603,5	namur	terebina	mułowce	70	20	5	5	1,50	0,66
2810,0	dewon		margle	60	10	30		0,40	0,72

Wyniki geofizyki otworowej:

Przechowywana w NAG PIG-PIB dokumentacja pomiarów średnich prędkości i pionowego profilowania sejsmicznego w otworze Stężyca 4 (Leszczyńska i in., 1995b) oraz dostępne w CBDG pliki LAS zawierają wyniki badań geofizyki wiertniczej w następującym zakresie:

- ILD: profilowanie indukcyjne o dużym zasięgu: 1503 – 2841 m;
- PAdt: profilowanie akustyczne czasu interwałowego: 248 – 2837 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 248 – 2835 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 248 – 2841 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 248 – 2841 m;
- RHOB: gęstość objętościowa (elektronowa) w stanie nasyconym: 248 – 2841 m;
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20 – 2800 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas interpolowany TW: 20 – 2800 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW1: 59 – 2819 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW2: 59 – 2819 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW3: 74 – 2804 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas uśredniony Tr_PO: 59 – 2819 m;
- profilowanie prędkości średnich, gradient czasu interpol. DT_VSP: 20 – 2800 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia i próby złożowe:

Dane są własnością inwestora i nie mogą być zamieszczone w niniejszym opracowaniu.

Inne prace wykonane na otworze:

Kiersnowski, H., Poprawa, P. 2010. Rozpoznanie basenów węglowodorowych Polski pod kątem możliwości występowania i zasobów oraz możliwości koncesjonowania poszukiwań niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego - etap I. Inw. 2439/2011, CAG PIG, Warszawa.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Balcerowicz, H., Leszczyńska, D., Czaja, E. 1994. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 4, Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca-4 [75–1500 m]. Kat. S100 VS, CAG PIG, Warszawa.

Dzięgielowski, J. 1998. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego i ropy naftowej Stężyca w miejsc. Pawłowice, Długowola, gm. Stężyca, Trojanów, woj. lubelskie. Inw. 737/99, CAG PIG, Warszawa.

Leszczyńska, D., Balcerowicz, H., Czaja, E. 1995b. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 4. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca-4 [75-2835 m]. Kat. S101 VS, CAG PIG, Warszawa.

Publikacje naukowe z danymi z otworu:

Jarzyna, J., Bała, M. 2005. Zależności między parametrami petrofizycznymi klastycznych skał karbońskich w basenie lubelskim na przykładzie obszaru Stężycy. *Geologia*, **31**, 337–335.

5.24. STĘŻYCA 5K, 6K, 7, 8 i 9

Podobnie jak w poprzednich przypadkach wyniki badań z otworów Stężyca 5K, 6K, 7, 8 i 9 nie mogą zostać ujawnione w niniejszym opracowaniu. Dokumentacje źródłowe dla tych otworów wylistowano poniżej:

Dzięgielowski, J. 1998. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego i ropy naftowej Stężyca w miejsc. Pawłowice, Długowola, gm. Stężyca, Trojanów, woj. lubelskie. Inw. 737/99, CAG PIG, Warszawa.

Dzięgielowski, J. 2002. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego i ropy naftowej „Stężyca" w kat. B+C w miejsc. Długowola, Pawłowice i Piotrowice. Inw. 2894/2002, CAG PIG, Warszawa.

Górecki, W., Zawisza, L., Papiernik, B., Zając, A., Gancarz, M., Machowski, W. 2010. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.1.21. Parametry złożowe istotne dla symulacji złożowych rozpływu i reaktywności CO_2 dla rejonu Lubelszczyzny [czerwiec 2010]. Inw. 5382/2013, CAG PIG, Warszawa.

Jagiełło, D., Nocoń, W, Wójcik, E. 1998. Dokumentacja wynikowa geologiczna odwiertu rozpoznawczego Stężyca 6K. Inw. 134328, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu Stężyca 7. Inw. 134481, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu Stężyca 8. Inw. 134502, CAG PIG, Warszawa.

Leszczyńska, D., Balcerowicz, H., Czaja, E. 1998a. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 5K, Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca 5K. Kat. S102VS, CAG PIG, Warszawa.

Leszczyńska, D., Balcerowicz, H., Czaja, E. 1998b. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 6K, Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca 6K. Kat. S103VS, CAG PIG, Warszawa.

Leszczyńska, D., Balcerowicz, H., Czaja, E. 1999a. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 7, Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca 7. Kat. S104VS, CAG PIG, Warszawa.

Leszczyńska, D., Balcerowicz, H., Czaja, E. 1999b. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 8, Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca 8. Kat. S105VS, CAG PIG, Warszawa.

Nussbeutel, D., Czaja, E. 1999. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 9, Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca 9. Kat. S106VS, CAG PIG, Warszawa.

Tetych, M., Rybak, A. 1998. Karta otworu Stężyca 5K. Inw. 134316, CAG PIG, Warszawa.

Weil, M., Litwosz, A. 2000. Dokumentacja wynikowa geologiczna wyników prac geologicznych odwiertu rozpoznawczego Stężyca 9. Inw. 134735, CAG PIG, Warszawa.

5.25. ŻYRZYN IG-1

Głębokość otworu: 2555,4 m

Rok zakończenia wiercenia: 1961

Rdzenie: 0,0–578,0 m, 679,4–1047,0 m, 1049,0–1102,0 m, 1106,0–1138,0 m, 1143,4–1179,4 m, 1182,4–1185,9 m, 1191,1–1194,6 m, 1206,5–1219,0 m, 1224,1–1224,8 m, 1229,6–1235,8 m, 1239,6–1247,2 m, 1249,7–1252,1 m, 1255,1–1359,9 m, 1365,5–1396,9 m, 1402,8–1469,8 m, 1470,6–1484,1 m, 1488,1–1539,0 m, 1540,9–1638,6 m, 1639,7–1712,4 m, 1713,5–1912,2 m, 1913,6–2049,9 m, 2053,7–2092,3 m, 2093,9–2105,3 m, 2107,1–2110,9 m, 2116,9–2555,4 m; 1386 skrzynek; NAG PIG-PIB, Archiwum Rdzeni Wiertniczych w Hołownie

Stratygrafia:

0,0	36,0	czwartorzęd
36,0	97,0	neogen – paleogen
97,0	353,0	mastrycht górny
353,0	471,0	mastrycht dolny
471,0	603,0	kampan
603,0	685,0	santon
685,0	724,0	koniak
724,0	834,2	turon
834,2	855,5	cenoman
855,5	863,1	alb górny
863,1	913,7	kimeryd
913,7	1132,7	oksford
1132,7	1133,4	kelowej górny
1133,4	1144,0	kelowej dolny
1144,0	1175,0	baton górny
1175,0	2555,4	karbon

Wyniki badań laboratoryjnych:

W dokumentacji wynikowej znajdują się rezultaty badań fizykochemicznych 5 próbek wody (solanki; Pożaryski i in., 1966). Wykonano ponadto 6525 pomiarów gęstości objętościowej skał w całym profilu (Drzewiński, 1963).

Wyniki badań bituminów (wg Ewy Klimuszko):

Utwory górnego karbonu zostały przebadane w interwale 1176,6 – 2550,9 m. Utwory karbonu zawierają średnio 0,72% węgla organicznego, który występuje nierównomiernie. Minimalna ilość węgla organicznego w tych utworach wynosi 0,17%, maksymalnie 2,88% w piaskowcu. Zawartość bituminów wydzielonych z tych utworów jest również zróżnicowana – średnio wynosi 0,017%, a waha się od 0,001 do 0,059%.

Wyniki geofizyki otworowej:

Przechowywane w NAG PIG-PIB dokumentacja wynikowa (Pożaryski i in., 1966) i dokumentacja pomiarów średnich prędkości (Krach, Madej, 1961) zawierają wyniki badań geofizyki wiertniczej w następującym zakresie (dla podkreślonych profilowań w CBDG dostępne są pliki LAS):

- mPSr: mikroprofilowanie średnicy otworu: 7 – 447 m, 303 – 1598 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 10 – 1596 m, 1530 – 1700 m, 1645 – 2400 m;
- PG: profilowanie naturalnego promieniowania gamma: 10,25 – 2399,75 m, 1545,25 – 1700,75 m;
- PK: profilowanie krzywizny odwiertu IK: 425 – 1595 m, 1600 – 1700 m, 1700 – 2400 m;
- PNG: profilowanie neutron-gamma: 301,5 – 1702,75 m, 301,5 – 2399,75 m, 1643,75 – 2400,75 m;
- PO: profilowanie oporności EL02 M0.5A0.1B: 8,25 – 447 m, 397,25 – 1592,5 m, 1529,5 – 1701 m, 1696,25 – 2401 m;
- PO: profilowanie oporności EL03 M1.0A0.1B: 8,25 – 450,75 m, 396,25 – 1593,75 m, 1531,25 – 1700,75 m, 1696,5 – 2398,75 m;
- PO: profilowanie oporności EL09 M2.5A0.25B: 9,75 – 451,5 m, 398,5 – 1589,25 m, 1533,25 – 1701,5 m, 1697,75 – 2399,75 m;
- PO: profilowanie oporności EL14 M4.0A0.5B: 12,5 – 59 m, 400,5 – 1590,75 m, 1535,25 – 1702,5 m, 1699,5 – 2399,25 m;
- PO: profilowanie oporności EL26 M8.0A0.5B: 17,25 – 449,25 m, 400,25 – 1569,5 m, 1535,25 – 1702,5 m, 1704,25 – 2399,75 m;
- PO: profilowanie oporności EN10 B2.5A0.25M: 7,25 – 449,5 m, 395,5 – 1592,75 m, 1538,25 – 1701,25 m, 1695,5 – 2399,75 m;
- POpl: profilowanie oporności płuczki: 7 – 1430 m, 320 – 1430 m;
- PS: profilowanie potencjałów naturalnych (SP): 11,25 – 446,75 m, 395,25 – 1592,25 m, 1531,25 – 1699,25 m, 1695,25 – 2399,5 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 7 – 447 m, 300 – 1700 m, 303 – 1598 m, 1695 – 2400 m;
- PSr: profilowanie średnicy otworu (CALI): 0,25 – 2396 m, 5,5 – 449,75 m, 290,75 – 1709,75 m, 302,75 – 1595,25 m, 1692 – 2395,5 m;
- PT: profilowanie temperatury (TEMP) ETMI-57: 11 – 2180 m;
- PTn: profilowanie temperatury przy nieustalonej równowadze termicznej: 15,25 – 2179,5 m;
- profilowanie prędk. śr., czas interpolowany podwojony Tx2: 20 – 2340 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas interpolowany TW: 20 – 2340 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW1: 40 – 2350 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW2: 165 – 2350 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas pomierzony Tr_PW3: 190 – 2350 m;
- profilowanie prędkości średnich, czas uśredniony Tr_PO: 40 – 2350 m;
- profilowanie prędk. śr., gradient czasu interpolowany DT_VSP: 20 – 2340 m.

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Obserwacji obecności węglowodorów nie prowadzono.

Próby złożowe w trakcie wiercenia:

Próby złożowe wykonano przy pomocy łyżki w trakcie wiercenia w 5 poziomach zbiornikowych w utworach kredy, jury i karbonu. Główne wyniki badań przedstawiono w Tab. 5.38.

Tab. 5.38. Najważniejsze rezultaty prób złożowych w otworze Żyrzyn IG-1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Pożaryski i in., 1966).

Głębokość opróbowanego poziomu zbiornikowego (m)	Stratygrafia	Rodzaj przypływu
855,0–863,0	kreda dolna, alb górny	woda zmineralizowana
1157,0–1166,0	jura środkowa, baton górny	solanka
1320,0–1325,0	karbon	solanka; 0,17 m^3/h
1405,0	karbon	solanka
1694,0–2280,0	karbon	solanka

Inne prace wykonane na otworze:

Lubaś, J., Warnecki, M., Such, J., Kuśnierczyk, J., Biały, S. 2009. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.3.2. Oznaczenia parametrów petrofizycznych próbek skał zbiornikowych i uszczelniających - część 2 zadania obejmująca wykonanie 30-50 analiz PVT dla warunków złożowych występujących w rejonie Bełchatowa. Inw. 2384/2013, CAG PIG, Warszawa.

Rosowiecka, O. 2011. Opracowanie modelu rozkładu gęstości głównych jednostek geologicznych kraju. Inw. 3603/2014, 3604/2014, CAG PIG, Warszawa.

Dokumentacje w NAG PIG-PIB:

Drzewiński, C. 1963. Sprawozdanie z pomiarów ciężarów objętościowych skał za 1962 r. [otwory: Bartoszyce, Broszęcin, Krasnopol-2, Krasnystaw, Ozga, Suwałki-1, Słomniki, Szczecin, Żyrzyn]. Inw. 16625, ObO/897, CAG PIG, Warszawa.

Krach, B., Madej, M. 1961. Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w otworze Żyrzyn IG-1. Kat. Ż47 VS, CAG PIG, Warszawa.

Pożaryski, W., Depowski, S., Cebulak, S., Niemczycka, T., Krassowska, A. 1966. Dokumentacja wynikowa otworu oporowego Żyrzyn IG-1. Inw. 67954, CAG PIG, Warszawa.

Sapuła, I. 1966. Zestawienie wyników badań termicznych wykonanych w SE części Niżu Polskiego (otwory: Tomaszów Lub. IG-1. Tyszowce IG-1, Dorohucza IG-1, Magnuszew IG-1, Żyrzyn IG-1, Żebrak IG-1, Radzyń IG-1, Mielnik IG-1). Inw. 27928,3936/101, CAG PIG, Warszawa.

→ **Fig. 5.2.** Profil zbiorczy otworu Abramów 1 (wg Żytkowski, 1971).
→ **Fig. 5.3.** Profil zbiorczy otworu Dęblin 8 (wg Żytkowski, 1970).

Figura 5.2. PROFIL ZBIORCZY ODWIERTU ABRAMÓW 1

SKALA: 1:4000

MIEJSCOWOŚĆ: GLINNIK
POWIAT: LUBARTOWSKI
WOJEWÓDZTWO: LUBELSKIE
WIERCENIE ROZPOCZĘTO: 12.08.1968 r.
WIERCENIE ZAKOŃCZONO: 02.02.1970 r.
GŁĘBOKOŚĆ KOŃCOWA: 4825,8 m

WSPÓŁRZĘDNE GEOGRAFICZNE:
SZEROKOŚĆ: 51°26'38"
DŁUGOŚĆ: 22°16'08"
WYSOKOŚĆ N.P.M. 155 m

STRATYGRAFIA WG: KARTY OTWORU *nr* NAG 110504

GŁĘBOKOŚĆ [m]	STRATYGRAFIA				GŁĘBOKOŚĆ GRANIC STRATYGRAFICZNYCH [m]	PROFIL LITOLOGICZNY	ZA-ŚLIN-NIANIE	OBJAWY BITU-MINÓW	POZIOMY OPRÓBOWANE
	ERA GRUPA	UKŁAD SYSTEM	SERIA PIĘTRO	PIĘTRO		WIEKU WIEK SKAŁ			
100	KENOZOIK	Q			35,0				
		TRZECIO-RZĘD			105,0				
200	MEZOZOIK	KREDA	GÓRNA						
300									
400									
500									
600									
700									
800				DOLNA	795,0				
900		JURA	GÓRNA		829,0				
1000									
1100				SYN	1064,50 1073,0				
1200		KARBON	GÓRNY	WESTFAL C					
1300					1293,5				
1400				WESTFAL B					
1500									
1600					1573,5				
1700				WESTFAL A					
1800									
1900				NAMUR C	1796,0				1947 przypływ solanki bez gazu, stabilizacja poziomów złożowe 180 at przepuszczalność 14 md/cp
2000				NAMUR B	1945,0				
2100					2013,0				
2200				NAMUR A					2124 Słupiny przypływ 215 at przepuszczalność 72 md/cp
2300									Kurzeszyńskie (piaskowce i zlepieńce)
2400					2342,0				
2500			DOLNY	wizen	2475,0				
2600	PALEOZOIK	DEWON			2580,0				
2700									
2800									
2900									
3000									
3100									3049 chłonność brak 3060,5 3063,0 brak przypływu chłonność brak
3200									
3300									3226 brak przypływu przepuszczalność = 0
3400									3356,4 brak przypływu przepuszczalność = 0
3500									3546 brak przypływu przepuszczalność = 0
3600			GÓRNY	famen dolny + tran					3551 ślad, zaw. 3556 mineralny przypływ przepuszczalność = 0
3700									
3800									
3900									
4000									3971 3974 brak przypływu przepuszczalność = 0
4100									
4200									
4300									
4400									
4500									
4600									
4700			ŚRODKOWY	żywet	4570,0				
4800				eifel	4790,0				
4825,8									

WYBRANE POMIARY GEOFIZYCZNE

PROFILOWANIE GAMMA API — 0 — 250

PROFILOWANIE NEUTRON GAMMA AGA — 0 — 1000

202 400 600 800 1200

400 800 1200

0 0 0 0

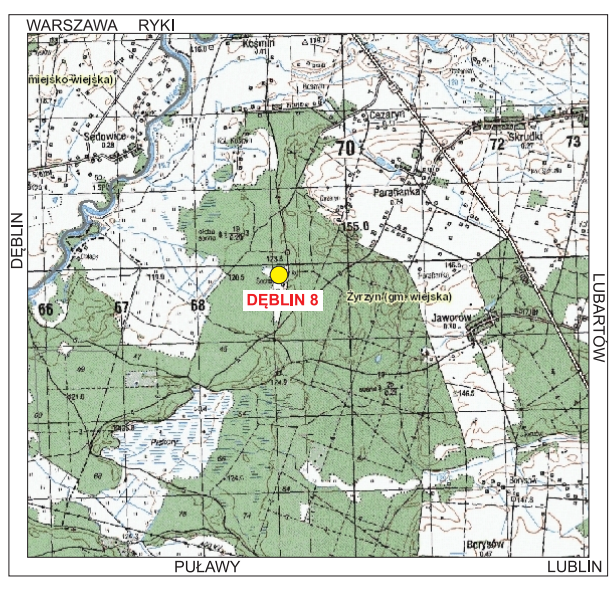
OPRACOWANIE GRAFICZNE: T. GRUDZIEŃ

piaski i piaskowce ze żwirkiem
piaski i piaskowce
wapienie
mułowce
margle
dolomity

— paker próbnika
▥ horyzont sprzężowany

Figura 5.3. PROFIL ZBIORCZY ODWIERTU DĘBLIN 8

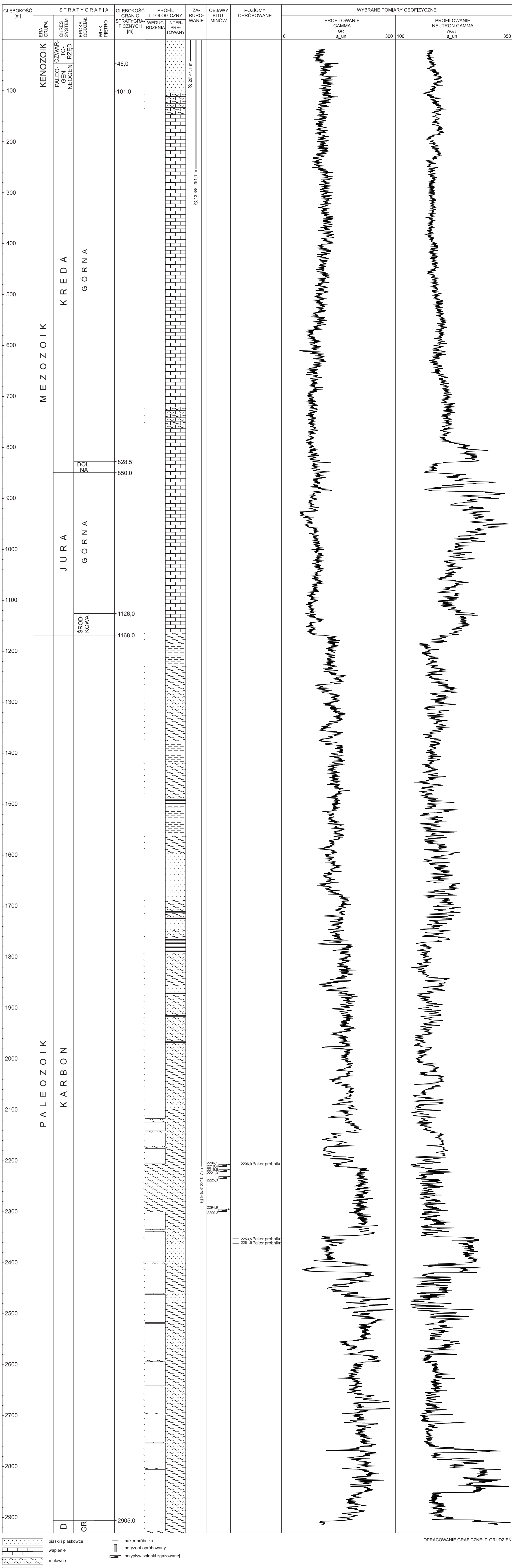
SKALA: 1:4000



MIEJSCOWOŚĆ: SACHALIN
POWIAT: PUŁAWY
WOJEWÓDZTWO: LUBELSKIE
WIERCENIE ROZPOCZĘTO: 02.06.1969 r.
WIERCENIE ZAKOŃCZONO: 14.11.1969 r.
GŁĘBOKOŚĆ KOŃCOWA: 2928,1 m

WSPÓŁRZĘDNE GEOGRAFICZNE:
SZEROKOŚĆ: 51°32'07"
DŁUGOŚĆ: 21°59'48"
WYSOKOŚĆ N.P.M. 120 m

STRATYGRAFIA WG: KARTY OTWORU nr NAG 106051



OPRACOWANIE GRAFICZNE: T. GRUDZIEŃ

6. DANE SEJSMICZNE

W obszarze przetargowym „Ryki" pomiary sejsmiczne z zastosowaniem analogowej metody zapisu prowadzono już w latach 50. XX wieku. Ze względu na ówcześnie ograniczone możliwości techniczne stosowanej metodyki badań oraz zapisu danych obecnie nie stanowią one istotnego źródła informacji.

Badania z zapisem cyfrowym są prowadzone od końca lat 70. (Fig. 6.1 i 6.2, Tab. 6.1). Dzięki temu powstała stosunkowo gęsta siatka danych sejsmicznych. W ujęciu tabelarycznym uwzględniono linie przycięte do granic obszaru przetargowego pomierzone od 1974 do 2005, z pominięciem fragmentów linii krótszych niż 2 km.

Znaczna część danych znajdująca się w granicach obszaru „Ryki" należy do podmiotów prywatnych, przede wszystkim do Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa. 12 linii zostało sfinansowanych przez firmę Apache Poland. Na obszarze koncesji znajduje się również fragment pomierzonego dla PGNiG w 1995 roku zdjęcia Stężyca 3D (o powierzchni 36.76 km^2), będącego własnością zleceniodawcy. W rejonie objętym zdjęciem 3D stwierdzono występowanie złoża węglowodorów.

W 2011 roku w ramach tematu sejsmicznego „Czernic-Ryki 2D" (Piątek i Saj, 2012) wykonano 9 linii, z których 8 o długości większej niż 2 km jest zlokalizowanych w obrębie rozpatrywanego obszaru. Decyzję o pozwoleniu na wykorzystanie danych pomierzonych po 2001 roku, do czasu minięcia okresu karencji, może wydać inwestor.

Na Fig. 6.3 i 6.4 (lokalizacja na Fig. 6.1 - wyróżnione linie) przedstawiono przykładowe wyniki pomiarów z lat 80. Budowa geologiczna obszaru charakteryzuje się dużym zaangażowaniem tektonicznym co odzwierciedla się w obrazach falowych. Wyraźny spadek jakości jest widoczny przede wszystkim w strefach uskokowych.

Tab. 6.1. Lista linii sejsmicznych z obszaru przetargowego „Ryki".

Nazwa	Rok	Temat	Rejon	Wlasciciel	Długość (km)
WA060474	1974	Rów Lubelski	Podniesienie Łukowsko-Hrubieszowskie	Skarb Państwa	5,66
T0070479	1979	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Łuków	Skarb Państwa	20,56
T0090479	1979	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Łuków	Skarb Państwa	19,38
T0100479	1979	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Łuków	Skarb Państwa	15,74
T0270479	1979	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Świdnik-Abramów	Skarb Państwa	28,51
T0280480	1980	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Łuków	Skarb Państwa	23,94
T0290480	1980	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Świdnik-Abramów	Skarb Państwa	35,16
T0640480	1980	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Świdnik-Abramów	Skarb Państwa	8,39
T0060481	1981	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Świdnik-Abramów	Skarb Państwa	3,15
T0080481	1981	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Łuków	Skarb Państwa	20,41
T0600481	1981	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Świdnik-Abramów	Skarb Państwa	18,62
TA640481	1981	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Świdnik-Abramów	Skarb Państwa	11,79
T0140483	1983	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Łuków	Skarb Państwa	2,11
T0290484	1984	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Łuków	Skarb Państwa	7,68
T0300484	1984	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Łuków	Skarb Państwa	11,96
T0450484	1984	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Łuków	Skarb Państwa	4,98
T0110485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	8,06
T0640485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	19,44
T0740485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	22,28
T0750485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	19,11
T0760485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	21,72
T0780485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	16,85
T0800485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	28,89
T0810485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	8,21
T0820485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	11,49
T2800485	1985	Wilga-Abramów	Żyrzyn	Skarb Państwa	8,57
TA280485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	17,31
TA670485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	32,39
T0020486	1986	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Abramów-Ciecierzyn-Minkowice	Skarb Państwa	2,41
T0710486	1986	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	12,58
T0770486	1986	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	13,95
T0840486	1986	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	13,54

Nazwa	Rok	Temat	Rejon	Właściciel	Długość (km)
TA450486	1986	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	43,54
T0450488	1988	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Abramów-Ciecierzyn-Minkowice	Skarb Państwa	3,83
T0150489	1989	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	12,8
T0160489	1989	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	12,15
T0170489	1989	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	12,88
T0460489	1989	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Abramów-Ciecierzyn-Minkowice	PGNiG	19,15
T0470489	1989	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Abramów-Ciecierzyn-Minkowice	PGNiG	19,9
T0070490	1990	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	2,62
T0080490	1990	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	2,92
T0090490	1990	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	2,85
T0100490	1990	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	10,11
T0110490	1990	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	10,48
T0120490	1990	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	14,67
T0130490	1990	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	13,01
T0140490	1990	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	13,61
T0180490	1990	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	8,18
T0190490	1990	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	13,18
T0200490	1990	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	17,01
T0210490	1990	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	11,24
T0450490	1990	Wilga-Abramów	Żyrzyn	PGNiG	13,37
T0460490	1990	Wilga-Abramów	Żyrzyn	PGNiG	20,74
TA090490	1990	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	4,51
T0470491	1991	Wilga-Abramów	Żyrzyn	PGNiG	17,07
T0480491	1991	Wilga-Abramów	Żyrzyn	PGNiG	18,86
T0490491	1991	Wilga-Abramów	Żyrzyn	PGNiG	21,35
T0500491	1991	Wilga-Abramów	Żyrzyn	PGNiG	21,38
T0510491	1991	Wilga-Abramów	Żyrzyn	PGNiG	18,91
T0740491	1991	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Glinnik	PGNiG	5,2
T0750491	1991	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Glinnik	PGNiG	5,13
T0240492	1992	Wilga-Abramów	Stężyca	PGNiG	11,87
T0810492	1992	Żelechów-Radzyń Podlaski-Kock	Żelechów-Kock	PGNiG	2,55
T0860492	1992	Żelechów-Radzyń Podlaski-Kock	Żelechów-Kock	PGNiG	2,21
T0890493	1993	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Stężyca	PGNiG	8,28
T0900493	1993	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Stężyca	PGNiG	7,34
T0910493	1993	Żelechów-Radzyń Podlaski	Stężyca	PGNiG	4,44
T0960493	1993	Żelechów-Radzyń Podlaski	Stężyca	PGNiG	8,97
T0860494	1994	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Stężyca	PGNiG	2,49
T0870494	1994	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Stężyca	PGNiG	3,9
T0880494	1994	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Stężyca	PGNiG	3,53
T0950494	1994	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Stężyca	PGNiG	7,75
T1850494	1994	Żelechów-Radzyń Podlaski-Kock	Żelechów-Kock	PGNiG	2,17
T0010195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	17,25
T0020195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	8,55
T0030195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	4,39
T0040195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	18,43
T0050195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	18,63

Nazwa	Rok	Temat	Rejon	Właściciel	Długość (km)
T0060195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	12,88
T0070195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	14,82
T0080195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	21,93
T0090195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	13,01
T0100195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	14,03
T0110195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	17,26
T0120195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	17,17
T0130195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	19,99
T0140195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	12,56
T0150195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	19,94
T0160195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	29,31
T0170195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	36,53
T0180195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	19,61
T0190195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	13,77
T0210195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	6,59
T0230195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	12,28
T0240195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	13,45
T0250195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	12,8
T0260195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	13,14
T0280195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	13,19
T0290195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	16,12
T0300195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	12,04
T0320195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	11,63
T0330195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	11,46
T0340195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	11
T0410195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	12,95
T0420195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	14,94
T0430195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	14,77
T0440195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	7,68
T0450195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	18,58
T0460195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	15,15
T0470195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	14,5
T0220196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	9,75
T0270196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	12,47
T0290196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	8,79
T0310196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	15,67
T0350196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	15,01
T0360196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	20,4
T0370196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	20,2

Nazwa	Rok	Temat	Rejon	Właściciel	Długość (km)
T0380196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	16,62
T0390196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	17,49
T0400196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	16,44
T0580196	1996	Żelechów-Radzyń Podlaski-Kock	Żelechów-Radoryż-Pasmug	PGNiG	3,38
T0600196	1996	Żelechów-Radzyń Podlaski-Kock	Żelechów-Radoryż-Pasmug	PGNiG	3,06
T1010196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	16,57
T1020196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	15,91
T1030196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	14,78
T1060196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	11,24
TA310196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	8,49
T1070197	1997	Ryki-Żyrzyn	Trojanów-Rycice	PGNiG	9,33
T1080197	1997	Ryki-Żyrzyn	Trojanów-Rycice	PGNiG	6,27
T1090197	1997	Ryki-Żyrzyn	Trojanów-Rycice	PGNiG	5,46
T1100197	1997	Ryki-Żyrzyn	Trojanów-Rycice	PGNiG	7,94
T1110197	1997	Ryki-Żyrzyn	Trojanów-Rycice	PGNiG	6,57
T1120197	1997	Ryki-Żyrzyn	Trojanów-Rycice	PGNiG	6,81
T1130197	1997	Ryki-Żyrzyn	Trojanów-Rycice	PGNiG	6,61
T1140197	1997	Ryki-Żyrzyn	Trojanów-Rycice	PGNiG	7,65
48-5-98K	1998	Radom-Zamość		Apache Poland Sp. z o.o.	4,81
49-5-98K	1998	Radom-Zamość		Apache Poland Sp. z o.o.	4,47
50-5-98K	1998	Radom-Zamość		Apache Poland Sp. z o.o.	7,57
51-5-98K	1998	Radom-Zamość		Apache Poland Sp. z o.o.	3,09
A01_5_99	1999	Rycice		Apache Poland Sp. z o.o.	11,45
A02_5_99	1999	Rycice		Apache Poland Sp. z o.o.	18,89
A03_5_99	1999	Rycice		Apache Poland Sp. z o.o.	13,45
A04_5_99	1999	Rycice		Apache Poland Sp. z o.o.	8,62
A05_5_99	1999	Rycice		Apache Poland Sp. z o.o.	22,51
A06_5_99	1999	Rycice		Apache Poland Sp. z o.o.	4,49
A07_5_99	1999	Rycice		Apache Poland Sp. z o.o.	4,95
A08_5_99	1999	Rycice		Apache Poland Sp. z o.o.	5,95
11-2-03K	2003	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	4,87
1-2-03K	2003	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	3,74
12-2-03K	2003	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	2,66

Nazwa	Rok	Temat	Rejon	Właściciel	Długość (km)
4-2-03K	2003	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	12,76
5-2-03K	2003	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	5,03
6-2-03K	2003	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	2,9
7-2-03K	2003	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	2,01
8-2-03K	2003	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	2,97
T0080703	2003	Strych-Stężyca	Dęblin	Skarb Państwa	3,45
T0090703	2003	Strych-Stężyca	Dęblin	Skarb Państwa	2,47
T0181304	2004	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	7,85
T0191304	2004	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	12,22
T0201304	2004	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	11,34
T0211304	2004	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	4,78
T0221304	2004	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	5,87
TA061304	2004	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	2,85
TA071304	2004	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	10,25
TA121304	2004	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	2,54
TA131304	2004	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	12,22
TA141304	2004	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	9,11
TA151304	2004	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	8,45
TB131304	2004	Pionki-Kazimierz 3C		Skarb Państwa	12,22
1-4-05K	2005	Kock-Tarkawica		Skarb Państwa	4,5
2-4-05K	2005	Kock-Tarkawica		Skarb Państwa	2,35
T0018111	2011	Czernic-Ryki		Skarb Państwa	12,4
T0028111	2011	Czernic-Ryki		Skarb Państwa	9,79
T0038111	2011	Czernic-Ryki		Skarb Państwa	6,74
T0048111	2011	Czernic-Ryki		Skarb Państwa	5,2
T0058111	2011	Czernic-Ryki		Skarb Państwa	3,89
T0068111	2011	Czernic-Ryki		Skarb Państwa	2,35
T0088111	2011	Czernic-Ryki		Skarb Państwa	15,17
T0098111	2011	Czernic-Ryki		Skarb Państwa	2,03
				Suma:	
				Skarb Państwa	749,19
				Inwestor	1364,27

→ **Fig. 6.1.** Mapa lokalizacyjna linii sejsmicznych 2D i danych sejsmicznych 3D na obszarze przetargowym „Ryki" i w jego sąsiedztwie.
→ **Fig. 6.2.** Mapa lokalizacyjna linii sejsmicznych 2D i danych sejsmicznych 3D w obrębie obszaru przetargowego „Ryki" z podziałem na właścicieli.

690000.000

720000.000

430000.000

400000.000

Legenda

2 0 2 4 6 8 km

obszar przetargowy

sejsmika 2D (wg CBDG)

sejsmika 3D (wg CBDG)

przekrój sejsmiczny na Fig. 6.4.

przekrój sejsmiczny na Fig. 6.3.

otwory wiertnicze >500m (wg CBDG)

jeziora

rzeki

miasta

ŻELECHÓW 1

PASMUG 3

OKRZEJA 1

49-5-98K

48-5-98K

50-5-98K

PRZY

STĘŻYCA 1

STĘŻYCA 2

STĘŻYCA 3K

DĘBLIN 4

DĘBLIN 7

DĘBLIN 6

DĘBLIN 5

DĘBLIN 10

DĘBLIN 3

DĘBLIN-8

DĘBLIN 9

BARANÓW 1

KOCK 14

MICHÓW IG-1

2-4-05K

MICHÓW I

ABRAMÓW 4

ABRAMÓW 1

ABRAMÓW 2

GLINNIK 3

GLINNIK 4

GLINNIK 2

GLINNIK

ABR

PUŁAWY IG-2

PUŁAWY IG-3

PUŁAWY IG-1

CELEJÓW GT-1

KAZIMIERZ 2

KAZIMIERZ 1

ŁAGÓW 1

ŁAGÓW 2

ŻWOLEŃ 1

POLICZNA 1

MARKOWOLA 1

GNIEWOSZÓW 1K

ŻYRZYN IG-1

CEL01

CEL02

RYCICE 1

4-2-03K

11-2-03K

5-2-03K

1-2-03K

25-10-97K

3-2-03K

12-2-03K

6-2-03K

13-2-03K

16-10-97K

36-5-98K

7-2-03K

15-2-03K

39-5-98K

37-5-98K

8-2-03K

9-2-03K

10-2-03K

34-5-98K

15-10-97K

35-5-98K

14-10-97K

24-5-89K

26-5-89K

27-5-89K

13-10-97K

1-10-97K

1-5-88K

10-97K

2-5-88K

690000.000

720000.000

430000.000

400000.000

Legenda

2 0 2 4 6 8 km

obszar przetargowy

sejsmika 2D (wg CBDG) Skarbu Państwa

sejsmika 2D (wg CBDG) inwestorów

sejsmika 3D (wg CBDG) inwestorów

otwory wiertnicze >500m (wg CBDG)

jeziora

rzeki

miasta

ŻELECHÓW 1

PASMUG 1

PASMUG 3

OKRZEJA 1

CZERNIC 277-2

CZERNIC 1

PRZYTOCZNO IG-1

KOCK 7

KOCK 14

MICHÓW IG-1

MICHÓW I

STĘŻYCA 7

STĘŻYCA 1

STĘŻYCA 2

DĘBLIN 4

DĘBLIN 7

DĘBLIN 6

DĘBLIN 10

DĘBLIN - 3

DĘBLIN-8

DĘBLIN 9

BARANÓW 1

ŻYRZYN IG-1

ABRAMÓW 4

ABRAMÓW 2

ABRAMÓW 3

NASUTÓW-2

GLINNIK 1

GLINNIK 7

GLINNIK 5

GLINNIK 2

POLICZNA 1

POLICZNA 1A

MARKOWOLA 1

ZWOLEŃ 1

ŁAGÓW 1

ŁAGÓW 2

PUŁAWY IG-2

KAZIMIERZ 2

KAZIMIERZ 1

CELEJÓW GT-1

CELEJÓW GT-2

PUŁAWY IG-1

T0140483 T0210195 T0220196 T0240195 T0250195 T0290196 T0090490 T1010196 T1020196 T0380196 T0450484 T0230195 T0110490 T0270196 T0290195 T0310196 T0330195 T0290484 T0940494 T0150489 T0160489 T0170489 T0010195 T0190490 T0950494 TA090490 T0890493 T0900493 T1090197 T1080197 T0240492 A02_5_99 T1130197 T1140197 T0020195 T0100479 T0028111 T0018111 T1030196 T1820494 TA310196 51-5-98K T0050494 48-5-98K T0600196 T0450490 T0820485 T0780485 T0058111 T0068111 T0078111 TA450486 T0770486 T0060195 T0070195 T0090479 T0100195 T0640485 T0900492 T0180195 T0390196 T0400196 TA280485 A08_5_99 A07_5_99 T0040195 T0460490 T0760485 T0080195 TA141304 TB131304 T0050195 T0211304 TA151304 T0181304 T0191304 T0201304 T0740485 T0490491 T0500491 T0270479 T0510491 T0130195 T0120195 T0080481 T0480491 T0470491 T0750485 T0800485 T0450195 A04_5_99 T0190195 T0150195 T0460195 T0640480 T0470195 T0710486 T0740491 WA060474 A05_5_99 T0750491 T0170195 T0470489 T0460489 T0600481 T0840486 T0060481 CEL02 4-2-03K 11-2-03K 1-2-03K 5-2-03K 6-2-03K TA640481 TA670485 T0460195 T0640485 T0078111 T0068111 T0058111 T0780485 T0820485 T0600196 T0450490 T0050494 T0028111 T0018111 T0190490 T0100479 TA450486 T0770486 T0060195 T0070195 T0090479 T0100195 T0640485 T0900492 T0180195 T0390196 T0400196 TA280485 A08_5_99 A07_5_99 T0040195 T0460490 T0760485 T0080195 TA141304 TB131304 T0050195 T0211304 TA151304 T0181304 T0191304 T0201304 T0740485 T0490491 T0500491 T0270479 T0510491 T0130195 T0120195 T0080481 T0480491 T0470491 T0750485 T0800485 T0450195 A04_5_99 T0190195 T0150195 T0460195 T0640480 T0470195 T0710486 T0740491 WA060474 A05_5_99 T0750491 T0170195 T0470489 T0460489 T0600481 T0840486 T0060481 CEL02 4-2-03K 11-2-03K 1-2-03K 5-2-03K 6-2-03K TA640481 TA670485

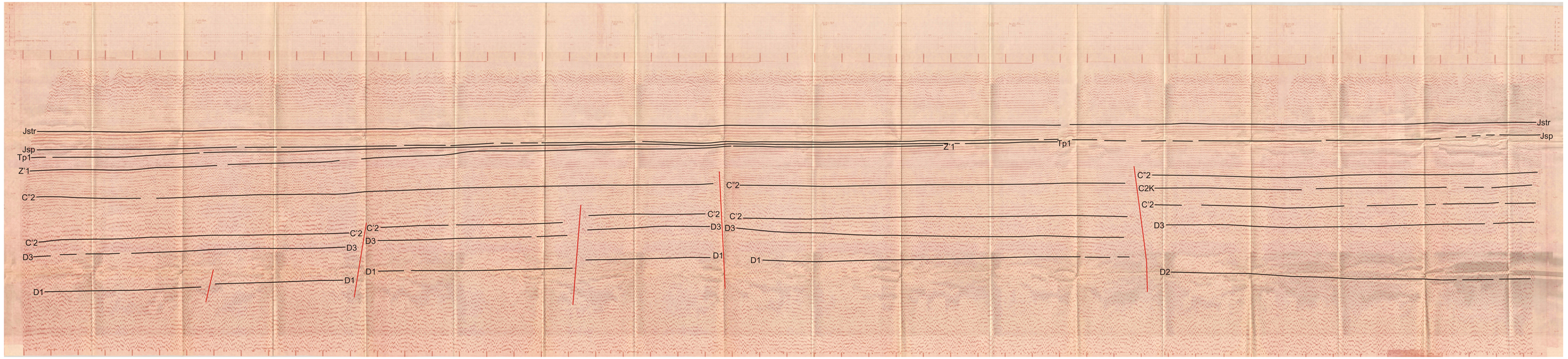


Fig. 6.3. Czasowy przekrój sejsmiczny 28a-IV-85T (Burek i Kunicka, 1987).

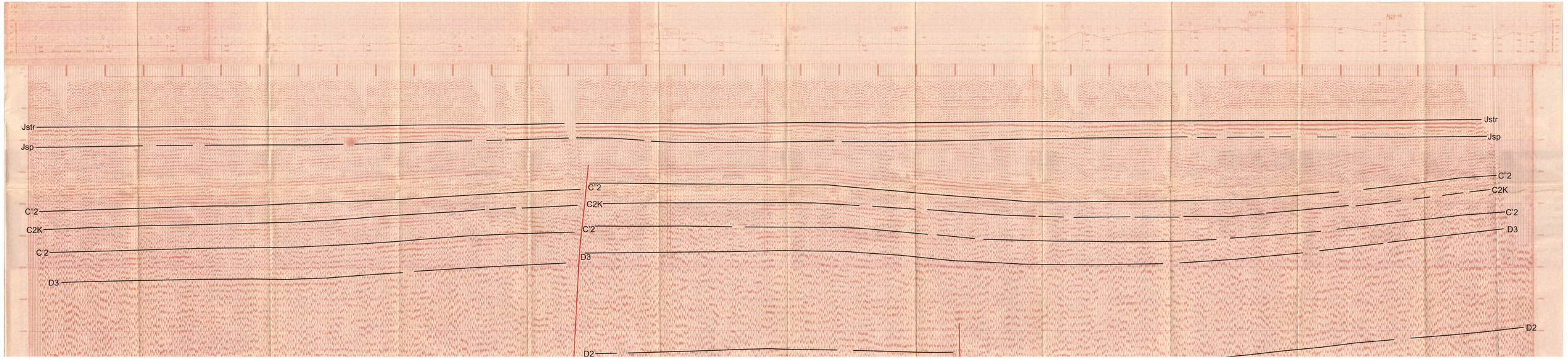


Fig. 6.4. Głębokościowy przekrój sejsmiczny 76-IV-85T (Burek i Kunicka, 1987).

7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE I MAGNETYCZNE

7.1. BADANIA GRAWIMETRYCZNE

W latach 1957–1989 obszar Polski pokryto zdjęciem półszczegółowym o zagęszczeniu około 2,0–3,0 pkt/km^2. W latach 1976–1992 PIG we współpracy z PBG zrealizował program „Mapa grawimetryczna Polski w skali 1:200 000”. W jego wyniku powstał komputerowy bank danych grawimetrycznych, opracowano także mapy anomalii grawimetrycznych w skalach 1:200 000 i 1:50 000 i opublikowano mapy w skali 1:200 000. Wartości anomalii Bouguera zostały obliczone w systemie poczdamskim z przyśpieszeniem normalnym wg wzoru Helmerta. Współrzędne punktów pomiarowych podane są w układzie Borowa Góra.

Stworzenie komputerowego banku danych grawimetrycznych umożliwiło opracowanie i opublikowanie „Atlasu grawimetrycznego Polski” (Królikowski i Petecki, 1995). Anomalie grawimetryczne obliczono w międzynarodowym systemie grawimetrycznym IGSN 71 (International Gravity Standardization Net 1971), z uwzględnieniem formuły Moritza na pole normalne dla elipsoidy odniesienia GRS80 (Geodetic Reference System, 1980). Atlas zawiera mapy anomalii grawimetrycznych o charakterze przeglądowym w skalach 1:500 000 i 1:750 000.

Obecnie w dostępnym w CBDG banku półszczegółowych danych grawimetrycznych są podane także współrzędne punktów pomiarowych w układzie 1992 po transformacji z układu Borowa Góra. Oparte na tych danych anomalie grawimetryczne w redukcji Bouguera z rejonu obszaru „Ryki” przedstawia Fig. 7.1.

W rejonie obszaru „Ryki” wykonano pomiary półszczegółowe o zagęszczeniu ok. 2 pkt/km^2 celem rozpoznania i inwentaryzacji struktur mezozoicznych i paleozoicznych, stwierdzonych wcześniej badaniami sejsmicznymi (Kruk, 1961; Reczek, 1965). Wyniki interpretacji prac grawimetrycznych posłużyły do zaprojektowania dalszych prac sejsmicznych.

Ściśle w granicach obszaru „Ryki” znajduje się 1513 punktów pomiarowych (Fig. 7.2). Materiały źródłowe są zawarte w dwóch w/w dokumentacjach. Pierwsza z nich (Kruk, 1961) dotyczy badań w rejonie Kock-Łęczna, w którym wykonano pomiary z zagęszczeniem 2,3 pkt/km^2. Błąd wyznaczenia anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera został oszacowany na 0,145 mGal. Druga dokumentacja (Reczek, 1965) obejmuje obszar Radom–Kozienice-Zwoleń. Tutaj pomiary zostały wykonane z zagęszczeniem 1,6 pkt/km^2 i błędem anomalii 0,122 mGal.

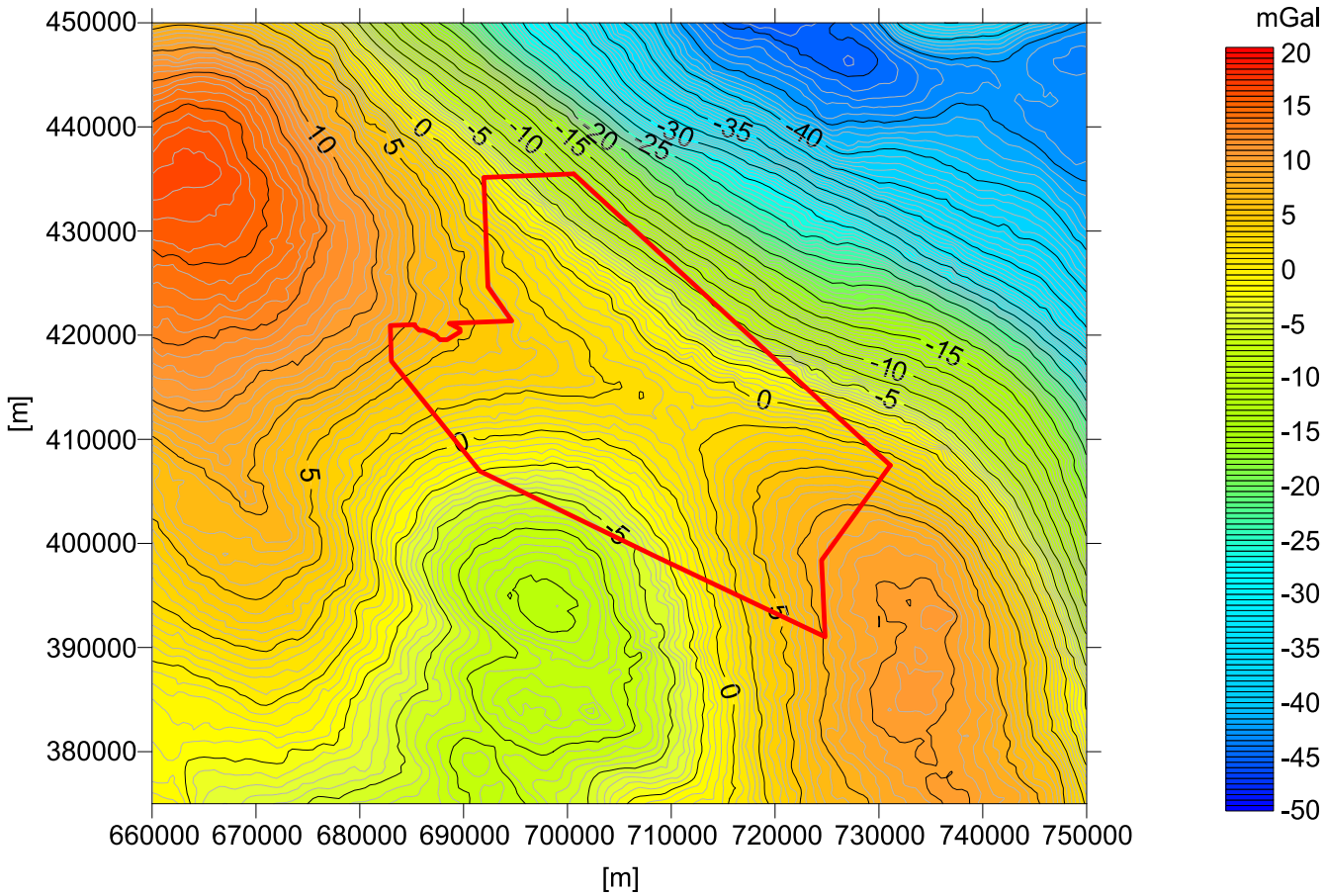


Fig. 7.1. Mapa anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera w rejonie obszaru przetargowego „Ryki” (czerwony poligon).

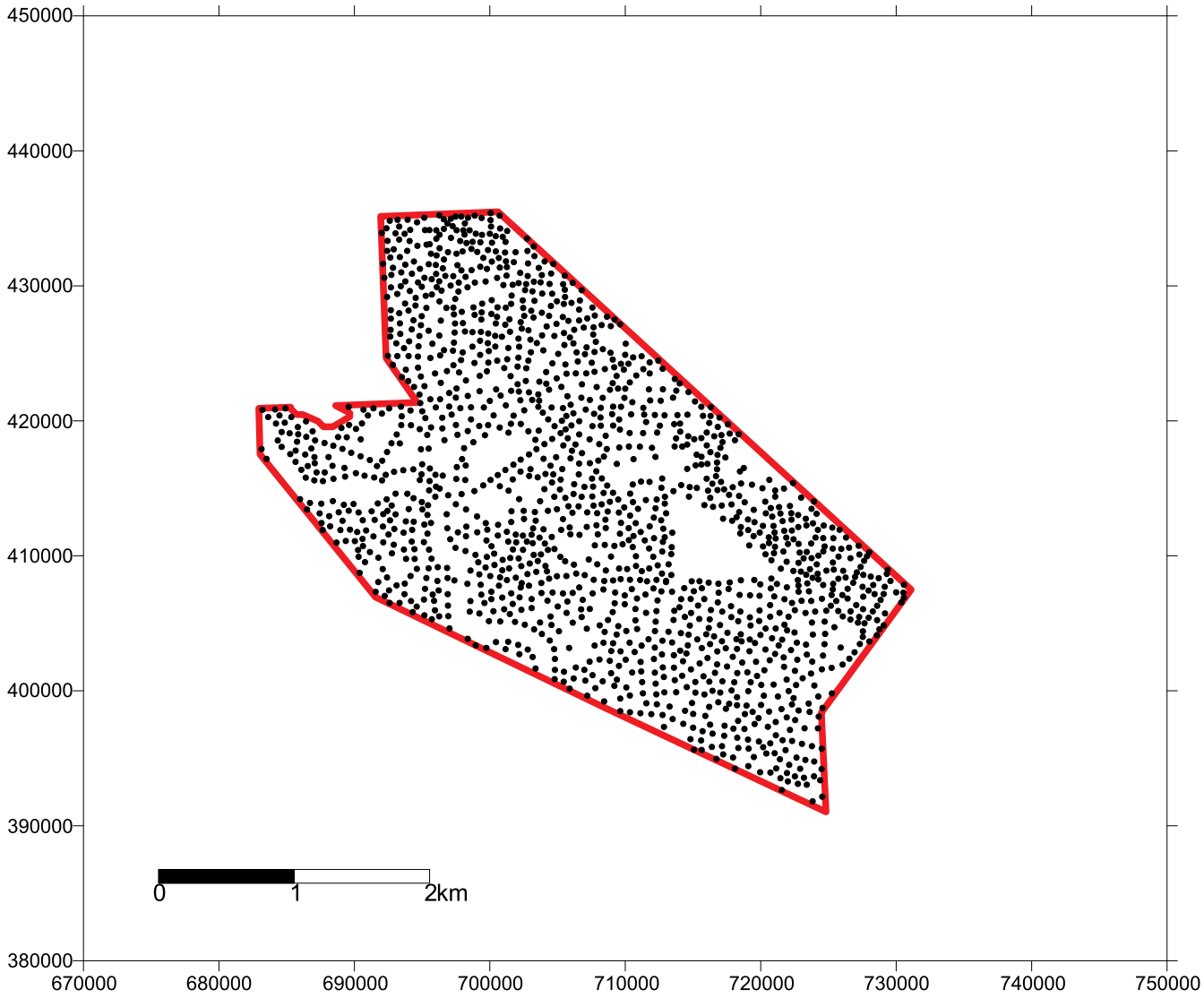


Fig. 7.2. Lokalizacja pomiarów grawimetrycznych (czarne punkty) w obrębie obszaru przetargowego „Ryki" (czerwony poligon) na podstawie zdjęcia półszczegółowego Polski.

W 1995 r. na zlecenie BG „GEONAFTA" wzdłuż osi rowu lubelskiego, w rejonie Maciejowice-Abramów, wykonano nowe pomiary grawimetryczne o zagęszczeniu stanowisk 4 pkt/km^2 (Ostrowski i Musiatewicz, 1996). Pokrywają one niemal cały obszar „Ryki". Granicę zasięgu nowego zdjęcia grawimetrycznego pokazano na Fig. 7.3.

Celem prac było otrzymanie dokładnego zdjęcia grawimetrycznego, precyzującego zasięg anomalii siły ciężkości związanych z zalegającymi na różnych głębokościach ciałami zaburzającymi. Powierzchniowe pomiary grawimetryczne wykonano metodą punktów rozproszonych. Dokładność pomiarów wyniosła ±0,022 mGal. Lokalizacja stanowisk została określona na podstawie szkiców lokalizacji punktów oraz szczegółów sytuacyjnych, w oparciu o mapy w skali 1:50 000 układu 1965. Współrzędne punktów pomiarowych zostały zdigitalizowane z map dokumentacyjnych opracowanych w oparciu o mapy topograficzne układu 1942. Zrealizowane prace obliczeniowo-interpretacyjne obejmowały obliczenie wartości siły ciężkości punktów podstawowych i punktów wypełniających oraz wyliczenie wartości anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera. Wynikiem prac obliczeniowych i interpretacyjnych są katalogi danych grawimetrycznych. Oprócz katalogów sprawozdanie zawiera podstawowe mapy grawimetryczne z obszaru objętego badaniami, uzupełnione o dane archiwalne do pełnych arkuszy. Opracowane zostały mapy grawimetryczne w skali 1:50 000 przedstawiające rozkład anomalii w redukcji Bouguera w dwóch wersjach gęstościowych (stałej 2,25 × 10^3 kg/m^3 i zmiennej) oraz mapy anomalii resztkowych siły ciężkości. Zestawiono również mapy w skali 1:200 000 obrazujące pomierzone pole grawitacyjne (dla obu wersji gęstościowych) oraz jego elementy składowe (anomalie regionalne i anomalie resztkowe). W sprawozdaniu zamieszczono także dwie dalsze mapy w skali 1:200 000; mapę średniej gęstości objętościowej przyjętej do redukcji Bouguera oraz mapę różnic anomalii w redukcji Bouguera dla zmiennej i stałej gęstości warstwy redukowanej.

Rozkład gęstości w warstwie redukcyjnej Bouguera został opracowany na podstawie analizy ciężarów objętościowych otrzymanych w wyniku laboratoryjnych badań prób pobranych

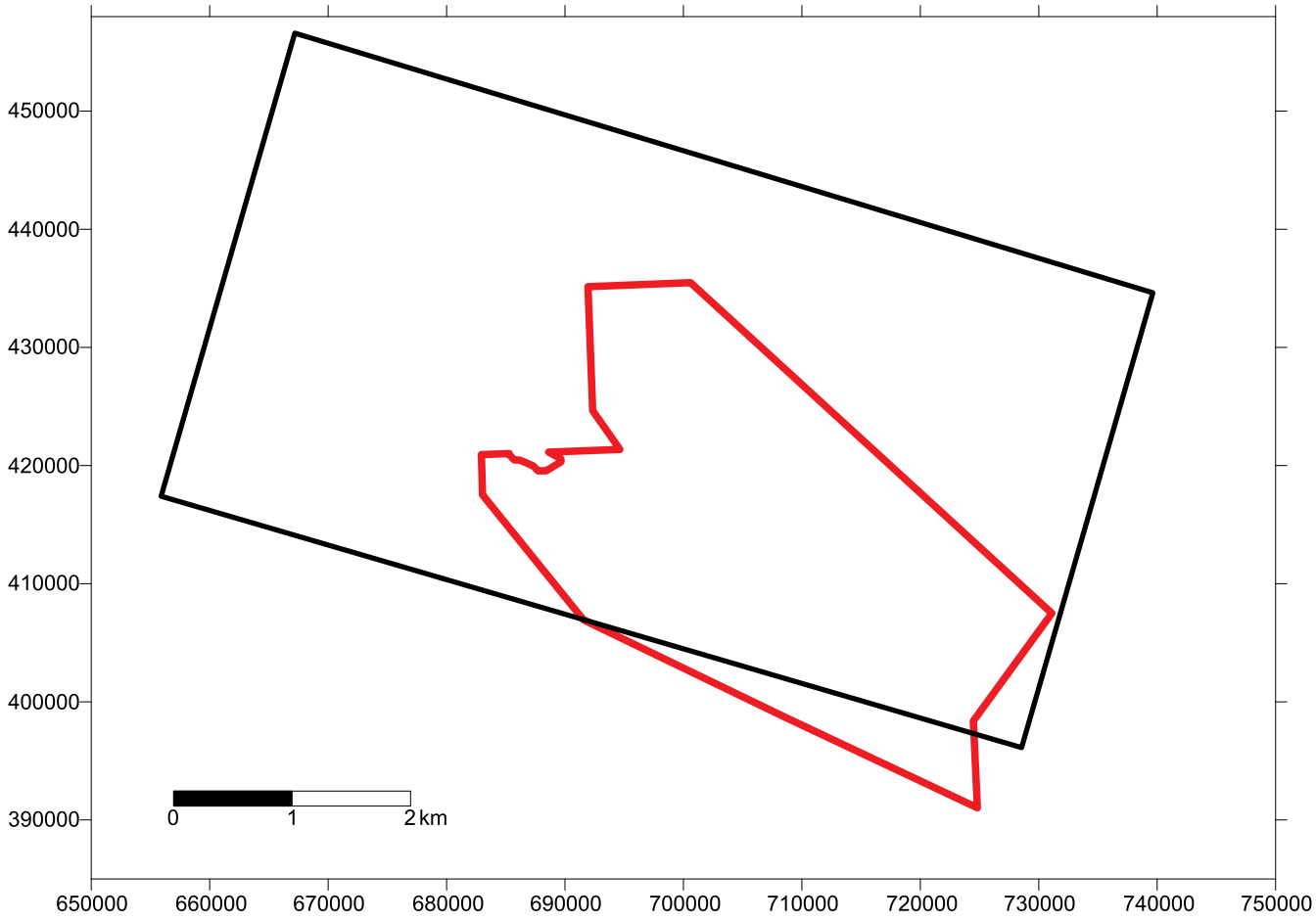


Fig. 7.3. Lokalizacja obszaru przetargowego „Ryki” (czerwony poligon) oraz granica zasięgu zdjęcia grawimetrycznego Maciejowice-Abramów (Ostrowski i Musiatewicz, 1996; czarny poligon).

z rdzeni wiertniczych, a także w oparciu o wyniki karotażowych profilowań gęstości w otworach wiertniczych z rejonu opracowania danych.

Opracowane mapy grawimetryczne pozwalają stwierdzić, że rozkład pola siły ciężkości na obszarze badań jest zróżnicowany i niejednokrotnie wskazuje na istnienie wyraźnych struktur w podłożu podpermskim i utworach młodszych. Zdjęcie grawimetryczne dokładnie lokalizuje dyslokacje i inne nieciągłości rozkładu gęstości ośrodka skalnego, o czym świadczą rejony wysokich wartości gradientu poziomego anomalii siły ciężkości.

Pogłębioną interpretację powyższych wyników pomiarów, z wykorzystaniem danych magnetycznych ΔZ i sejsmicznych, wykonali Kleszcz i in. (1996). Celem interpretacji było rozpoznanie form strukturalnych wgłębnej budowy geologicznej, ukierunkowane na utwory starsze od karbonu, w tym rozpoznanie tektoniki tych utworów.

W ramach wykonanych prac ponownie przetworzono i uzupełniono podstawowe katalogi anomalii grawimetrycznych. Uzupełnienie obejmowało wprowadzenie do katalogu anomalii wartości poprawek topograficznych, obliczonych na podstawie cyfrowego modelu terenu, w strefie grawitacyjnego oddziaływania deniwelacji terenowych do odległości 2000 m wokół każdego stanowiska pomiarowego. Poprawka topograficzna w strefie 0–2000 m została wprowadzona zarówno do katalogów anomalii opracowanych dla stałej gęstości warstwy redukowanej, jak i do katalogów dla gęstości zmiennej.

W procesie interpretacji wykorzystano również archiwalne dane magnetyczne, pochodzące z wcześniejszych pomiarów regionalnych składowej pionowej ΔZ ziemskiego pola magnetycznego. Dane te zakodowano na cyfrowe nośniki informacji i opracowano w sposób jednolity dla obszaru objętego interpretacją. Redukcję anomalii składowej pionowej pola magnetycznego wykonano z wykorzystaniem międzynarodowej formuły IGRF na geomagnetyczne pole odniesienia dla epoki 1982,5.

Z uwagi na zakres interpretacji wymagający opracowania modelu strukturalnego 3D kompleksu permomezozoicznego oraz karbońskiego niezbędne modele częściowe opracowano na podstawie wyników archiwalnych prac sejsmicznych oraz danych otworowych. Pochodzące z wcześniejszych badań sejsmicznych mapy horyzontów sejsmicznych poddano analizie oraz digitalizacji. W dokumentacji wykorzystane zostały sejsmiczne mapy strukturalne opracowane w latach 1989–1992 w PBG w ramach tematu: „Budowa geologiczna, ewolucja geologiczna i prognozy surowcowe kompleksu dewońsko-karbońskiego obszaru platformowego Polski” (Białek i in., 1992). Szkic strukturalny spągu karbonu opracowano na podstawie materiałów BG „GEONAFTA” (PGNiG SA).

W ramach prac interpretacyjnych została przeprowadzona szczegółowa analiza danych otworowych pochodzących z obszaru opracowania, jak również z uwzględnieniem szerokiego marginesu jego otoczenia. Na wybranych otworach wykonano również interpretację gęstościową krzywych karotażowych.

W analizie danych otworowych uwzględniono również wyniki archiwalnych badań laboratoryjnych, wykonanych na próbach rdzeni wiertniczych. Na podstawie analiz opracowano model rozkładu gęstości dla warstwy redukcyjnej Bouguera, a także wykresy zmian gęstości w profilach pionowych wierceń w powiązaniu z profilami litologicznymi. Wykonane prace analityczne pozwoliły na dobre scharakteryzowanie rozkładu gęstości w ośrodku geologicznym w obrębie badanego obszaru oraz w jego otoczeniu, a także na zidentyfikowanie anomaliotwórczych granic gęstościowych i wartości kontrastów gęstości.

Przetwarzanie danych grawimetrycznych, magnetycznych i sejsmicznych, wykonane na potrzeby interpretacyjne, obejmowało:

– opracowanie nowych map podstawowych anomalii Δg_{Bou} z uwzględnieniem zmiennej gęstości warstwy redukcyjnej oraz – dla wszystkich stanowisk - poprawki topograficznej na wpływ grawitacyjny rzeźby terenu do odległości 2000 m,
– opracowanie szkiców strukturalnych 8 horyzontów litostratygraficznych,
– wykonanie strippingu grawimetrycznego 3D do spągu karbonu, z uwzględnieniem oddziaływania grawitacyjnego mas związanych z morfologią powierzchni podkarbońskiej,
– wykonanie analizy jakościowej zdjęcia grawimetrycznego po strippingu, w tym: opracowanie map anomalii regionalnych i rezydualnych z wykorzystaniem filtracji częstotliwościowej w domenie przestrzeni, opracowanie map rozkładu odchylenia standardowego anomalii Δg pod kątem wyznaczenia lokalizacji stromo nachylonych granic gęstościowych,
– wykonanie analizy ilościowej zdjęcia grawimetrycznego po strippingu, w tym – na podstawie rozkładu powierzchniowego anomalii grawimetrycznych - obliczenia lokalizacji pionowych nieciągłości rozkładu gęstości metodą Linssera oraz dekonwolucji anomalii Δg wykonanej wzdłuż 5 przekrojów grawimetryczno-magnetycznych,
– opracowanie nowego katalogu rozkładu anomalii magnetycznych składowej pionowej ΔZ ziemskiego pola magnetycznego w jednolitym układzie odniesienia wg formuły IGRF dla epoki 1982,5, obejmującego dane z obszaru interpretacji oraz z otoczenia, z uwzględnieniem wysokości magnetycznych punktów pomiarowych (wyznaczonych na podstawie interpolacji wysokości z cyfrowego modelu terenu),
– opracowanie mapy podstawowej anomalii magnetycznych ΔZ,
– wykonanie analizy jakościowej zdjęcia magnetycznego, w tym opracowanie map anomalii regionalnych i rezydualnych na podstawie filtracji częstotliwościowej w domenie przestrzeni oraz opracowanie mapy anomalii gradientu poziomego anomalii ΔZ wg algorytmu Rosenbacha,
– wykonanie interpretacji ilościowej metodą dekonwolucji Wernera wzdłuż 5 przekrojów grawimetryczno-magnetycznych.

Opracowany materiał kartograficzny załączono w dokumentacji w postaci map w skali 1:50 000 oraz map w skali 1:200 000. Dane podstawowe (katalogi anomalii) zestawiono na cyfrowych nośnikach informacji.

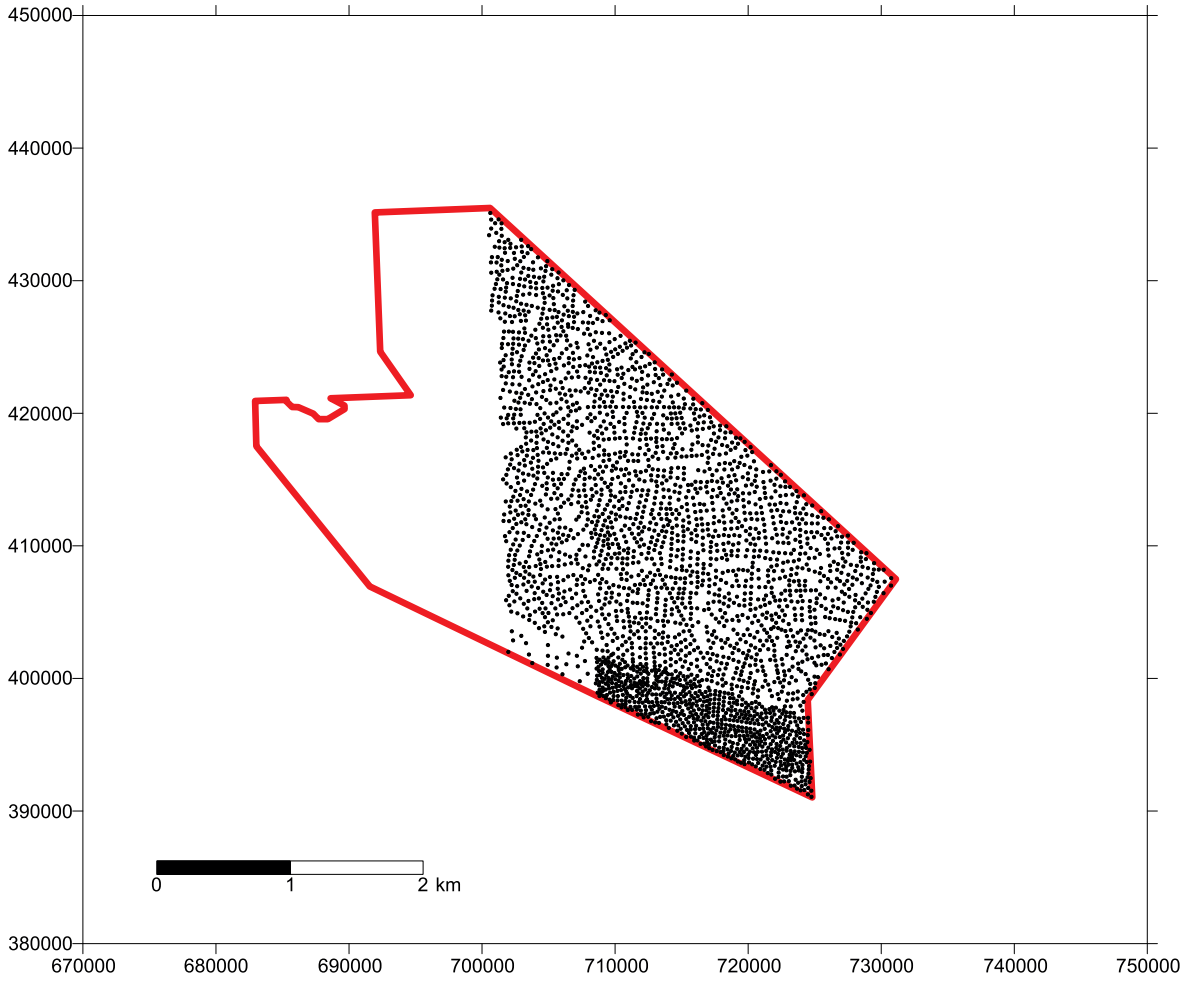


Fig. 7.4. Lokalizacja pomiarów grawimetrycznych w obrębie obszaru przetargowego „Ryki" (czerwony poligon) na podstawie zdjęcia „Radom-Lublin" (czarne punkty).

Interpretację wyników prowadzono w oparciu o dostępne dane wiertnicze. Do opracowania szkiców strukturalnych wykorzystano dane litostratygraficzne z blisko 1100 otworów zlokalizowanych w obrębie interpretowanego obszaru i terenach przyległych. Z tej liczby bezpośrednio na obszarze interpretacji zlokalizowanych było 69 otworów przebijających mezozoik. Lokalizację tych otworów uwzględniono na wszystkich opracowanych mapach.

W wyniku wykonanej interpretacji ustalone zostały związki pomiędzy rozkładem anomalii grawimetrycznych i magnetycznych a elementami strukturalnymi budowy geologicznej. Zlokalizowane zostały strefy nieciągłości gęstości badanego ośrodka, odzwierciedlające przebieg stromo nachylonych kontaktów gęstościowych o charakterze dyslokacyjnym. W oparciu o rozkład anomalii grawimetrycznych i magnetycznych oraz w oparciu o wyniki ich transformacji wydzielono obszary charakteryzujące się wspólnymi zespołami cech wskazujących na odrębność budowy strukturalnej.

W 1996 r. sporządzono i zatwierdzono projekt badań grawimetrycznych na obszarze radomsko-lubelskim (Królikowski i in., 1996), w którym założono jeszcze wyższą gęstość stanowisk pomiarowych (10 pkt/km^2). To zdjęcie grawimetryczne o wysokiej dokładności pomiarów, w zamyśle umożliwiające rozpoznanie anomalii związanych z zaburzeniami przypowierzchniowymi (kenozoik i jego bezpośrednie podłoże) oraz anomalii w obrębie paleozoiku i jego podłoża, zostało wykonane przez PBG na zlecenie PGNiG S.A. oraz MOŚZNiL (Ostrowska i Pisuła, 1998, 2000). Katalogi danych grawimetrycznych są dołączone do dokumentacji z 2000 r. Z tego zdjęcia 3070 punktów leży we wschodniej części obszaru „Ryki” (Fig. 7.4).

Nowe zdjęcie charakteryzuje się bardzo wysoką gęstością stanowisk pomiarowych – do ok. 10 pkt/km^2 oraz wysoką dokładnością pomiarów (szacowaną na ±0,025 mGal). Dla obszaru zdjęcia półszczegółowego uwzględniono poprawki topograficzne w promieniu 0,1 km na punktach grawimetrycznych, w przypadku gdy nachylenie terenu przekracza 6° przynajmniej w jednym kierunku, i 3 km na wszystkich punktach grawimetrycznych. Wartości pomierzone siły ciężkości przeliczono na międzynarodowy system IGSN 71, a pole normalne obliczono formułą GRS80. Z uwagi na nierównomierne rozpoznanie gęstości utworów pomiędzy powierzchnią terenu a poziomem morza przyjęto stałą gęstość redukcji 2,25 g/cm^3 (średnia dla obszaru niżowego Polski).

Interpretacja geofizyczna fragmentu tego zdjęcia (rejon Łuków-Kock-Bełżyce) (Wójcicki i in., 1999) obejmuje część obszaru przetargowego „Ryki”, na wschód od południka 22°. Podstawowym materiałem interpretacyjnym było zdjęcie grawimetryczne w ramach tematu „Radom-Lublin, rejon: Łuków--Kock-Bełżyce 1997 rok” (Ostrowska i Pisuła, 1998) z włączeniem danych z tematu Rów Mazowiecko-Lubelski (Ostrowski i Musiatewicz, 1996). Zadaniem geologicznym interpretacji było rozpoznanie strukturalne w obrębie utworów starszego paleozoiku ze szczególnym uwzględnieniem utworów dewonu i kambru, tj. rozpoznanie głównych rysów budowy geologicznej w obrębie starszego paleozoiku i jego podłoża, w celu ukierunkowania przyszłych prac interpretacyjnych lub badań poszukiwawczych na te rejony, w których zaistnieją relacje pomiędzy budową głębokiego podłoża i strefami o określonych perspektywach złożowych.

Aby uzyskać podstawy do zrealizowania postawionego zadania geologicznego wykonano pełny zakres interpretacji jakościowej i ilościowej, uwzględniający najnowsze metody transformacji i dekonwolucji pól potencjalnych, a także zestawienie modeli ośrodka geologicznego wzdłuż dwóch wybranych przekrojów charakteryzujących główne rysy geologiczne regionu i wyników modelowania na 5 przekrojach w obrębie wybranych elementów strukturalnych, z których 4 przecinają strefę Kocka. W zakresie tym mieszczą się: metody wydzielania anomalii rezydualnych z pola bouguerowskiego i magnetycznego, celem określenia głównych rysów budowy geologicznej utworów paleozoicznych i starszych wybranego obszaru; metody dekonwolucji pól: Eulera, Linssera i Wernera dające oszacowanie lokalizacji i głębokości głównych dyslokacji i kontaktów litologicznych; stripping anomalii Bouguera mający usunąć wpływ utworów kenozoiku, mezozoiku i wybranych ogniw paleozoiku (generalnie do spągu dewonu, miejscami do spągu ordowiku), oraz transformacje i dekonwolucje dla anomalii Bouguera po strippingu wykonane w celu uzyskania informacji na temat budowy wgłębnej utworów starszego paleozoiku i prekambru.

Dokumentacje grawimetryczne i opracowania archiwalne

1. Białek, A., Gontarz, Z., Karpoluk, Z., Kozicka, B., Kruczek, T. 1992. Sprawozdanie z realizacji tematu „Budowa geologiczna, ewolucja geologiczna i prognozy surowcowe kompleksu dewońsko - karbońskiego obszaru platformowego Polski, poz. planu 1.13.0205.00.0”. Sporządzenie map prędkości średnich i izobat arkusz Radom, skala 1:200 000. Archiwum PBG.
2. Kleszcz, T., Lisowski, K., Musiatewicz, M. 1996. Dokumentacja z interpretacji pomiarów grawimetrycznych. Temat: „Rów Mazowiecko-Lubelski, rejon: Maciejowice-Abramów, 1996”. Inw. 510/97, CAG PIG, Warszawa.
3. Królikowski, C., Petecki, Z. 1995. Atlas grawimetryczny Polski. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
4. Królikowski, C., Wasiak, J., Jamrozik, J. 1996. Projekt na wykonanie półszczegółowego zdjęcia grawimetrycznego w rejonie Radom-Lublin na lata 1996–2000. Inw. 2030/96, CAG PIG, Warszawa.
5. Kruk, W. 1961. Sprawozdanie z półszczegółowych badań grawimetrycznych w rejonie Kock-Łęczna, 1960. Inw. 14225/61, Kat. 4134/48, CAG PIG, Warszawa.
6. Ostrowska, K., Pisuła, M. 1998. Sprawozdanie techniczne z półszczegółowych badań grawimetrycznych, Temat Radom-Lublin 1997r. Inw. 2952/98, CAG PIG, Warszawa.
7. Ostrowska, K., Pisuła, M. 2000. Sprawozdanie z realizacji półszczegółowego zdjęcia grawimetrycznego w rejonie Radom–Lublin. Inw. 462/2000, CAG PIG, Warszawa.
8. Ostrowski, C., Musiatewicz, M. 1996. Sprawozdanie techniczne z półszczegółowych badań grawimetrycznych, temat: Rów mazowiecko-lubelski (rejon: Maciejowice-Abramów), 1995. Inw. 4379/2013, Kat. G-602 PBG, CAG PIG, Warszawa.
9. Reczek, J. 1965. Dokumentacja badań grawimetrycznych. Temat: Radom-Kozienice-Zwoleń, 1964. inw. 2169, kat. 65/171, CAG PIG, Warszawa.
10. Wójcicki, A., Kleszcz, T., Lisowski, K. 1999. Interpretacja danych grawimetrycznych w rejonie synklinorium lubelskiego z uwzględnieniem wyników prac wykonanych w 1997 r. na temacie Łuków-Kock (półszczegółowe zdjęcie grawimetryczne Radom-Lublin 1997), rejon: Łuków-Kock-Bełżyce, 1998–99 r. Inw. 1458/99, CAG PIG, Warszawa.

7.2. BADANIA MAGNETOMETRYCZNE

Pierwsze pomiary magnetyczne (pionowej składowej Z ziemskiego pola magnetycznego) w rejonie obszaru przetargowego „Ryki" miały miejsce w okresie międzywojennym i były kontynuowane do połowy ubiegłego wieku. Istniejące wyniki badań zostały ujednolicone, sprowadzone do jednolitego poziomu i epoki i opublikowane w postaci mapy anomalii magnetycznych w skali 1:500 000 (Karaczun i in., 1978). Jest ona oparta głównie na pomiarach typu regionalnego. W latach 1995-1996 istniejące zdjęcie składowej pionowej ziemskiego pola magnetycznego zostało powtórnie opracowane w trakcie realizacji tematu „Maciejowice–Abramów" (Kleszcz i in., 1996). Opracowanie to wykonano na potrzeby interpretacji kompleksowej zdjęcia grawimetrycznego z rejonu Maciejowic i Abramowa (patrz rozdz. 7.1. Badania grawimetryczne). W ramach wspomnianego opracowania wykonana została ponowna redukcja danych, tym razem z uwzględnieniem międzynarodowej formuły IGRF na geomagnetyczne pole odniesienia. Redukcję wykonano dla epoki 1982,5. Przetwarzaniem objęto punkty magnetyczne znajdujące się w granicach tematu „Maciejowice–Abramów" wraz z przyległym otoczeniem. W oparciu o nowy katalog opracowane zostały podstawowe i transformowane mapy rozkładu anomalii magnetycznych ΔZ w skali 1:200 000. W granicach opracowania gęstość archiwalnych danych magnetycznych z pomiarów Z wyniosła 0,165 pkt/km^2.

Mało dokładne zdjęcie magnetyczne składowej Z zostało zastąpione pomiarami całkowitego pola magnetycznego T w wyniku realizacji półszczegółowego zdjęcia magnetycznego Polski. Obszar „Ryki" pokryto pomiarami w ramach zdjęcia obejmującego teren Polski zachodniej, centralnej i południowo-wschodniej (Kosobudzka i Paprocki, 1997). Prowadzone badania ukierunkowane były na rozpoznanie tektoniki magnetycznie czynnego podłoża i jej wpływu na nadległe skały osadowe. Zdjęcie to wykonano ze średnim zagęszczeniem punktów pomiarowych ok. 2 pkt/km^2 i dokładnością pomiarów ok. 1,5-2,0 nT (Kosobudzka i Paprocki, 1997; Kosobudzka i Musiatewicz, 1998). Współrzędne punktów pomiarowych zostały wyznaczone w układzie 1942. Pomiary magnetyczne zostały zredukowane na epokę 1982,5 przy zastosowaniu międzynarodowego pola odniesienia IGRF. Od wschodu i północy przylegają do obszaru przetargowego zdjęcia magnetyczne o podobnym charakterze (Cieśla, 1987; Kosobudzka, 2002). Mapa anomalii całkowitego pola magnetycznego obejmująca obszar przetargowy „Ryki" jest przedstawiona na Fig. 7.5.

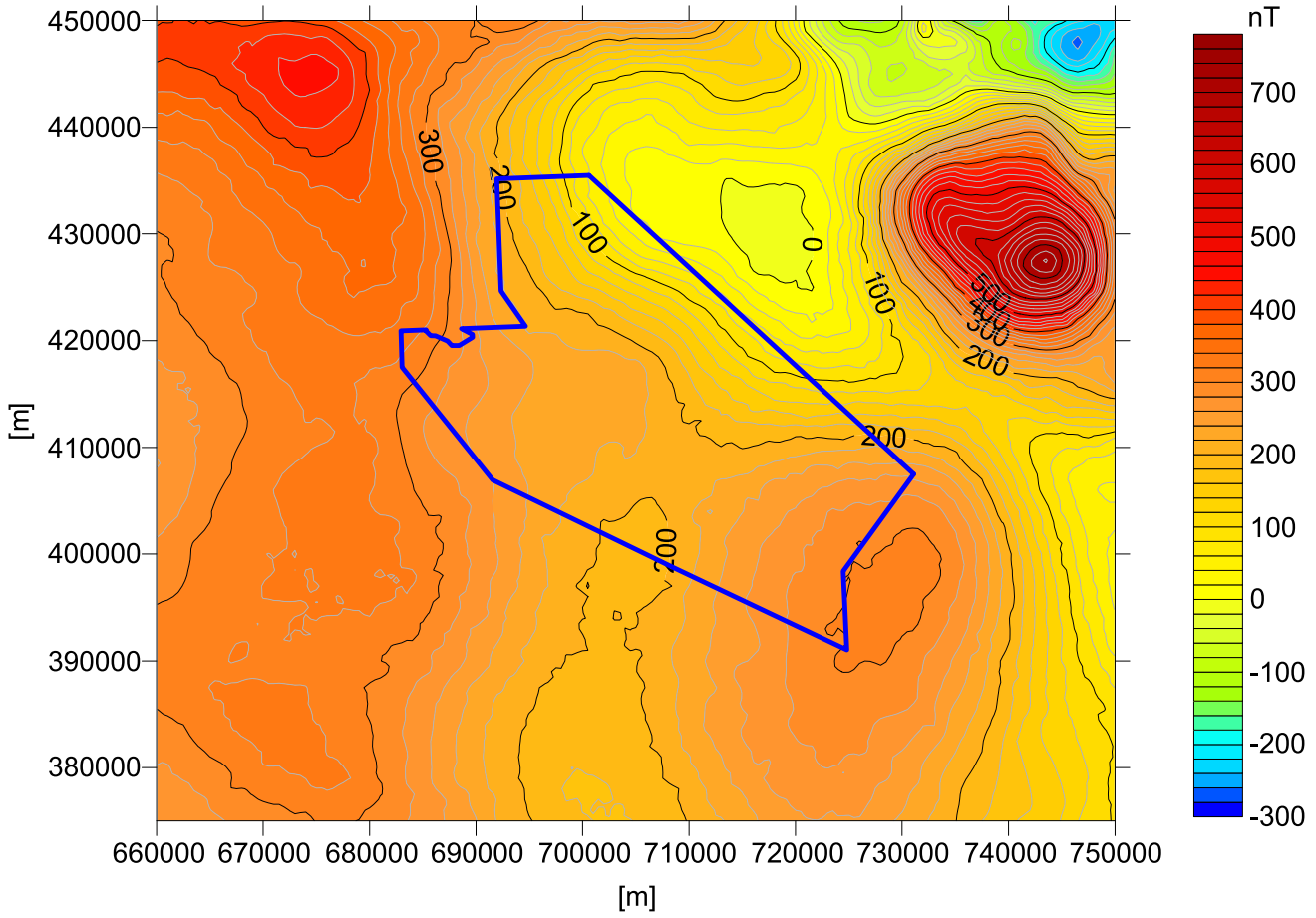


Fig. 7.5. Mapa anomalii całkowitego pola magnetycznego w rejonie obszaru przetargowego „Ryki" (niebieski poligon).

Zarówno pomiary polowe, jak i prace dokumentujące wykonało Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych. Dane pomiarowe zawarte w dokumentacjach archiwalnych są dostępne w CBDG w postaci cyfrowego banku danych.

Na obszarze „Ryki” są 1663 punkty pomiarowe całkowitego pola magnetycznego, lecz jest on pokryty pomiarami nierównomiernie, ze względu na obecność stref zakłóceń wywołanych elektrycznymi trakcjami kolejowymi (Fig. 7.6).

Z uwagi na znaczny zasięg zakłóceń magnetycznych (do ok. 15 km od trakcji) pomiary w strefach zakłóconych wykonywane były z wykorzystaniem opracowanej w Przedsiębiorstwie Badań Geofizycznych (Kosobudzka i Paprocki, 1997) metodyki pomiarów różnicowych. Stosowana metodyka pozwalała na uzyskanie poprawnych wartości pomiaru T już w odległości 200–500 m od zelektryfikowanych linii kolejowych.

Dokumentacje magnetyczne i opracowania archiwalne

1. Cieśla, E. 1987. Dokumentacja półszczegółowych badań magnetycznych. Temat: NE i E Polska, rejon: Siemiatycze–Łuków–Włodawa, 1984–1986. Inw. 46294, CAG PIG, Warszawa.
2. Karaczun, K., Karaczun, M., Bilińska, M., Uhrynowski, A. 1978. Mapa magnetyczna Polski. Anomalie składowej „Z” magnetyzmu ziemskiego, 1:500 000. Wyd. Geol., Warszawa.
3. Kleszcz, T., Lisowski, K., Musiatewicz, M. 1996. Dokumentacja z interpretacji pomiarów grawimetrycznych. Temat: “Rów Mazowiecko-Lubelski, rejon: Maciejowice-Abramów, 1996”. Inw. 510/97, CAG PIG, Warszawa.
4. Kosobudzka, I. 2002. Dokumentacja, temat: „Półszczegółowa mapa magnetyczna T w brzeżnej strefie platformy prekambryjskiej 1998–2002 r.”. Inw. 1311/2002, CAG PIG, Warszawa.
5. Kosobudzka, I., Musiatewicz, M. 1998. Sprawozdanie techniczne z wykonanych pomiarów magnetycznych temat: wykonanie półszczegółowych badań magnetycznych “T” w Polsce zachodniej, centralnej i po³udniowo-wschodniej, 1995–1997 r. Inw. 2442/98, CAG PIG, Warszawa.
6. Kosobudzka, I., Paprocki, A. 1997. Półszczegółowe badania magnetyczne T Polski zachodniej, centralnej i południowo-wschodniej, 1996–1997. Inw. 812/98; Inw. 338/98, CAG PIG, Warszawa.

Fig. 7.6. Lokalizacja pomiarów magnetycznych w obrębie obszaru przetargowego „Ryki” (czerwony poligon).

8. OCENA PERSPEKTYWICZNOŚCI

Ocenę wykonano w oparciu o dane archiwalne będące własnością Skarbu Państwa.

Obszar przetargowy „Ryki" znajduje się w środkowej części basenu lubelskiego zlokalizowanego w strefie krawędziowej kratonu wschodnioeuropejskiego. Był on w swojej historii geologicznej kilkakrotnie przebudowywany tektonicznie, a efektem tej przebudowy jest powstanie form antyklinalnych rozdzielonych obszarami o niewielkim stopniu deformacji utworów dewonu i karbonu (rozdział 2).

Prace poszukiwawcze rozpoczęto tutaj w latach 50. XX w., koncentrowały się one wzdłuż antyklinalnych ciągów strukturalnych. W wyniku prowadzonych prac geologicznych i wiertniczych udokumentowano istnienie systemu naftowego w utworach paleozoiku (rozdział 3).

Potwierdzeniem perspektywiczności paleozoicznego piętra strukturalnego basenu lubelskiego było odkrycie złóż ropy naftowej Glinnik i Stężyca (rozdział 4), w których akumulację ropy naftowej udokumentowano w horyzontach złożowych D_2, H_2, I_2B (wg klasyfikacji horyzontów korelacyjnych Kaczyńskiego, 1976), oraz złóż gazu ziemnego Minkowice, Ciecierzyn, Mełgiew B, Mełgiew A i Stężyca. Szczególnie interesujące z perspektywy dalszych poszukiwań węglowodorów na obszarze „Ryki" jest złoże Stężyca (obszar koncesji eksploatacyjnej złoża Stężyca jest wycięty z proponowanego obszaru przetargowego) oraz zlokalizowane ok. 10 km od wschodniej granicy obszaru przetargowego „Ryki" złoże Glinnik (rozdział 4).

Rozpoznanie wiertnicze obszaru przetargowego „Ryki" ogranicza się do głównego ciągu antyklinalnego Maciejowice–Dęblin–Abramów, ale z nim właśnie wiązane były dotychczas perspektywy na odkrycie złóż konwencjonalnych zarówno w utworach karbonu, jak i dewonu (rozdział 5). Liczne objawy węglowodorów notowane w profilu paleozoiku w archiwalnych otworach na obszarze przetargowym „Ryki" oraz w jego sąsiedztwie, a także występowanie podwójnej porowatości porowo-szczelinowej w węglanach dewonu górnego (franu) stwierdzone w złożach Mełgiew A i Mełgiew B zlokalizowanych na SE od obszaru przetargowego może świadczyć o perspektywiczności obszaru „Ryki" dla odkrycia niekonwencjonalnych złóż węglowodorów (typu *tight*). Istnieje także teoretycznie możliwość odkrycia złóż niekonwencjonalnych w obrębie utworów syluru i ewentualnie ordowiku, jednak głębokość zalegania w strefie słabo zdeformowanej, mogąca dochodzić do 6000 m, w chwili obecnej stanowi barierę technologiczną.

Obszar przetargowy „Ryki" jest rozpoznany w stopniu półszczegółowym profilami sejsmicznymi 2D (rozdział 6) co umożliwia jego interpretację strukturalną. Analiza dotychczas odkrytych złóż w basenie lubelskim skłania do stwierdzenia, iż bardzo istotnym czynnikiem mającym wpływ na wynik poszukiwawczy jest zmienność facjalna osadów zarówno karbonu, jak i dewonu. Problem ten jest badany w różnych skalach od profilu otworu do skali regionalnej w oparciu o dostępny materiał rdzeniowy (Modliński, 2010), jednak brakuje danych sejsmicznych obrazujących ciągłą zmienność facjalną, szczególnie w obrębie osadów fluwialnych czy deltowych karbonu oraz osadów biohermowych albo rafowych w obrębie utworów famenu. Takich danych mogą dostarczyć jedynie badania sejsmiczne 3D.

Proponowany minimalny zakres prac

Etap I (12 m-cy) interpretacja i analiza archiwalnych danych geologicznych

Etap II (12 m-cy) wykonanie robót sejsmicznych 2D (100 km) lub wykonanie 1 (jednego) odwiertu do głębokości maksymalnej 5 000 m z obligatoryjnym rdzeniowaniem interwałów perspektywicznych

Etap III (24 m-ce) wykonanie 1 (jednego) odwiertu do głębokości maksymalnej 5 000 m z obligatoryjnym rdzeniowaniem interwałów perspektywicznych

Etap IV (12 m-cy) wykonanie analiz uzyskanych danych

Podstawowe informacje o obszarze przetargowym „Ryki" zebrano w karcie informacyjnej w Tab. 8.1.

Tab. 8.1. Karta obszaru „Ryki”.

Dane koncesji	**Nazwa obszaru:**	„RYKI”
	Lokalizacja:	Na lądzie Arkusze mapy topograficznej w skali 1:50 000: Dęblin 674, Kurów 711, Baranów 675, Żelechów 637, Puławy 710, Kozienice 673, Markuszów 712, Kock 676, Okrzeja 638 Fragmenty bloków koncesyjnych nr: 276, 277, 296 i 297 Położenie administracyjne: województwo lubelskie: powiat puławski gmina: Puławy (gm. miejska 2,58% powierzchni), Baranów (7,35%), Końskowola (5,49%), Markuszów (0,38%), (Kurów 7,53%), Żyrzyn (12,33%), Puławy (gm. wiejska 7,91%), Nałęczów (0,16%) powiat rycki gmina: Kłoczew (3,82%), Dęblin (3,66%), Ryki (14,83%), Nowodwór (1,34%), Ułęż (4,91%), Stężyca (8,44%) powiat lubartowski gmina: Abramów (4,57%), Michów (0,82%) województwo mazowieckie: powiat garwoliński gmina: Trojanów (6,30%) powiat kozienicki gmina: Garbatka-Letnisko (0,02%), Sieciechów (4,31%), Gniewoszów (2,94%), Kozienice (0,31%)
	Typ:	poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż
	Czas obowiązywania:	koncesja na 10 lat w tym: faza poszukiwawczo - rozpoznawcza (5 lat), faza wydobywcza - po uzyskaniu decyzji inwestycyjnej
Udziały		Zwycięzca przetargu 100%
Powierzchnia [km^2]		1047,73
Rodzaj złoża		konwencjonalne złoża gazu ziemnego i ropy naftowej, niekonwencjonalne złoża gazu ziemnego
Piętra strukturalne		kenozoiczne mezozoiczne paleozoiczne
Systemy naftowe		I – konwencjonalny, młodopaleozoiczny (dewon + karbon) II – niekonwencjonalny, paleozoiczny (dewon)
Skały zbiornikowe		I – klastyczne osady karbonu górnego oraz piaskowce z wkładkami mułowców górnego dewonu (famenu) II – wapienie dewonu górnego (franu)
Skały macierzyste		I – iłowce i mułowce dewonu (fran i famen) oraz ilasto-mułowcowe osady karbonu II – wapienie dewonu górnego (franu)
Skały uszczelniające		I – skały ilasto-mułowcowe, węglanowe, margliste, miejscami ewaporatowe dewonu oraz kompleksy mułowców, piaskowców i iłowców karbonu II – wapienie dewonu górnego (franu)
Miąższość nadkładu		od 1 150 m w części SE do 1 500 m w części NW
Typ pułapki		I – strukturalny, stratygraficzny, strukturalno-stratygraficzny II – niekonwencjonalne
Złoża rozpoznane w pobliżu		Glinnik (RN) produkcja (2016): 0,28 tys. ton, zasoby wydobywalne (2016): 7,38 tys. ton zasoby przemysłowe (2016): 4,76 tys. ton Glinnik (GZ towarzyszący) produkcja: 0,05 mln m^3 zasoby: wydobywalne 0,59 mln m^3 przemysłowe: 0,43 mln m^3 Stężyca (GZ) produkcja (2016): 0,50 mln m^3 zasoby wydobywalne (2016): 401,82 mln m^3 przemysłowe (2016): 105,36 mln m^3

Zrealizowane zdjęcia sejsmiczne, rejon, (właściciel)	1974 Rów Lubelski 2D (Skarb Państwa) 1979–1981, 1983–1986–1989 Tłuszcz–Dęblin–Lublin 2D (Skarb Państwa) 1985 Wilga–Abramów 2D (Skarb Państwa) 1989, 1991, 1993–1994 Tłuszcz–Dęblin–Lublin 2D (PGNiG) 1989–1992 Wilga–Abramów 2D (PGNiG) 1992, 1994, 1996 Żelechów–Radzyń Podlaski–Kock 2D (PGNiG) 1993 Żelechów–Radzyń Podlaski 2D (PGNiG) 1995–1997 Ryki–Żyrzyn 2D (PGNiG) 1995 Stężyca 3D (PGNiG) 1998 Radość–Zamość 2D (Apache) 1999 Rycice 2D (Apache) 2003–2004 Pionki–Kazimierz 2D (Skarb Państwa) 2003 Strych–Stężyca 2D (Skarb Państwa) 2004 Pionki–Kazimierz 3C (Skarb Państwa) 2005 Kock–Tarkawica 2D (Skarb Państwa) 2011 Czernic–Ryki 2D (PGNiG)
Otwory reperowe (MD)	reperowe: Abramów 1 (4 825,8 m) Dęblin 8 (2 928,1 m) offsetowe: Stężyca 1 (3 724 m)
Proponowany minimalny program prac fazy poszukiwawczo – rozpoznawczej	Etap I czas trwania: 12 miesięcy zakres: interpretacja i analiza archiwalnych danych geologicznych Etap II czas trwania: 12 miesięcy zakres: wykonanie robót sejsmicznych 2D (100 km) lub wykonanie 1 (jednego) odwiertu do głębokości maksymalnej 5 000 m z obligatoryjnym rdzeniowaniem interwałów perspektywicznych Etap III czas trwania: 24 miesiące zakres: wykonanie 1 (jednego) odwiertu do głębokości maksymalnej 5 000 m z obligatoryjnym rdzeniowaniem interwałów perspektywicznych Etap IV czas trwania: 12 miesięcy zakres: wykonanie analiz uzyskanych danych

9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

Al-Hajeri, M.M., Al Saeed, M., Derks, J., Fuchs, T., Hantschel, T., Kauerauf, A., Neumaier, M., Schenk, O., Swientek, O., Tessen, N., Welte, D., Wygrala, B., Kornpihl, D., Peters, K. 2009. Basin and Petroleum System Modeling. *Oilfield Review Summer*, **21**, 2.

Anderson, C., Bufoot, W., Fayers, S., Phillips, I., Innes, B. 1999. Geological investigation of sidewall core and cutting samples from wells Poniatowa 317–1 and Czernic 277–2 (Poland). Apache Poland. Inw. 1263/2001, CAG PIG, Warszawa.

Balcerowicz, H., Leszczyńska, D., Czaja, E. 1994. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 4, Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca-4 [75-1500 m]. Kat. S100 VS, CAG PIG, Warszawa.

Białek, A., Gontarz, Z., Karpoluk, Z., Kozicka, B., Kruczek, T. 1992. Sprawozdanie z realizacji tematu „Budowa geologiczna, ewolucja geologiczna i prognozy surowcowe kompleksu dewońsko–karbońskiego obszaru platformowego Polski, poz. planu 1.13.0205.00.0”. Sporządzenie map prędkości średnich i izobat arkusz Radom, skala 1:200 000, Archiwum PBG.

Bloch, J. 1991. Dokumentacja wynikowa otworu Wilczanka 1. Inw. 132748, CAG PIG, Warszawa.

Blus, R., Szczypa, Z. 1973. Dokumentacja pomiarów ciężarów objętościowych i porowatości skał, rok 1972 [96 otworów wiertniczych]. Inw. 44269, ObO/1438, CAG PIG, Warszawa.

Bojarski, L., Krassowska, A. 1970. Dokumentacja wynikowa otworu Kock IG–2. Inw.106398, CAG PIG, Warszawa.

Botor, D., Kosakowski, P. 2000. Zastosowanie modelowań numerycznych do rekonstrukcji paleotemperatur i procesów generowania węglowodorów. *Prz. Geol.*, **48**, 154–161.

Botor, D., Kotarba, M., Kosakowski, P. 2002. Petroleum generation in the Carboniferous strata of the Lublin Trough (Poland): an integrated geochemical and numerical modelling approach. *Organic Geochemistry*, **33**, 431–476.

Burek, G., Kunicka, W. 1987. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Dęblin – Abramów, temat: Tłuszcz–Dęblin–Lublin 1985–1986. Inw. 65/176, CAG PIG, Warszawa.

Burzewski, W., Kotarba, M., Botor, D., Kosakowski, P., Słupczyński, K. 1998. Modelowanie procesów generowania i ekspulsji węglowodorów w utworach młodszego paleozoiku obszaru radomsko–lubelskiego i pomorskiego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **165**, 273–284.

CBDG 2017. Centralna Baza Danych Geologicznych. Litostratygrafia, Chronostratygrafia, Litologia, weryfikacja 2008. http://otworywiertnicze.pgi.gov.pl

Chabiera, A. 1997a. Analiza właściwości zbiornikowych utworów karbonu w obrębie struktury Stężyca. Mat. Konfer. XXX lat działalności geologicznej Oddziału Poszukiwania Nafty i Gazu w Wołominie. Pułtusk. 29–33.

Chabiera, A. 1997b. Wpływ środowiska depozycyjnego i procesów diagenetycznych na właściwości zbiornikowe utworów karbonu w obrębie struktury Stężyca. Mat. Konfer. VI Krajowe Spotkanie Sedymentologów, Lewin Kłodzki, 1–3.

Cieśla, E. 1987. Dokumentacja półszczegółowych badań magnetycznych. Temat: NE i E Polska, rejon: Siemiatycze–Łuków–Włodawa, 1984–1986. Inw. 46294, Kat. 56/109, CAG PIG, Warszawa.

Czerwińska-Tomczyk, J., Gil, R., Tarasiuk, Z., Zwoliński, Z. 1997. Komputerowa baza danych litologicznych dla obszaru Lubelskiego Zagłębia Węglowego i jego obrzeżenia. Inw. 588/98, CAG PIG, Warszawa.

Czerwińska–Tomczyk, J., Rysak, A., Łusiak, R., Gil, R., Zwoliński, Z., Meszczyński, J., Pietruszka, W., Szczerbicka, M., Zezula, H. 2008. Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia obszaru ochronnego zbiornika wód podziemnych Niecka Lubelska (GZWP nr 406).

Dayczak–Calikowska, K., Kopik, J., Marcinkiewicz, T. 1997. Jura środkowa. Biostratygrafia. *Prace Państw. Inst. Geol.*, **153**, 236–263.

Deczkowski, Z., Gajewska, I., Maliszewska, A., Marcinkiewicz, T. 1997. Trias górny. *Prace Państw. Inst. Geol.*, **143**, 151–194.

Drzewiński, C. 1963. Sprawozdanie z pomiarów ciężarów objętościowych skał za 1962 r. [otwory: Bartoszyce, Broszęcin, Krasnopol-2, Krasnystaw, Ozga, Suwałki-1, Słomniki, Szczecin, Żyrzyn]. Inw. 16625, ObO/897, CAG PIG, Warszawa.

Dzięgielowski, J. 1998. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego i ropy naftowej Stężyca w miejsc. Pawłowice, Długowola, gm. Stężyca, Trojanów, woj. lubelskie. Inw. 737/99, CAG PIG, Warszawa.

Dzięgielowski, J. 2002. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego i ropy naftowej „Stężyca” w kat. B+C w miejsc. Długowola, Pawłowice i Piotrowice. Inw. 1894/2002, CAG PIG, Warszawa.

Fiedeń, M., Muszyński, M. 2006. Dokumentacja geologiczna likwidacji otworu poszukiwawczego Gniewoszów 1K. Inw. 135635, CAG PIG, Warszawa.

Fuliński, M. 1982. Dokumentacja pomiarów gęstości objętościowej i porowatości otwartej skał, rok 1981 [44 otwory wiertnicze]. Inw. 45709, ObO/1823, CAG PIG, Warszawa.

Gajewska, I., Senkowiczowa, H., Sikorska-Jaworowska, M., Jaworowski, K. 1997. Trias środkowy. *Prace Państw. Inst. Geol.*, **143**, 133–150.

Górecki, W., Zawisza, L., Papiernik, B., Zając, A., Gancarz, M., Machowski, W. 2010. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.1.21. Parametry złożowe istotne dla symulacji złożowych rozpływu i reaktywności CO_2 dla rejonu Lubelszczyzny [czerwiec 2010]. Inw. 5382/2013, CAG PIG, Warszawa.

Gurba, L. 1986. Dokumentacja wynikowa otworu Michów IG-2. Inw. 129822, CAG PIG, Warszawa.

Gurba, L. 1987. Dokumentacja wynikowa otworu Michów IG-1. Inw. 130431, CAG PIG, Warszawa.

Gurba, L. 1988. Dokumentacja wynikowa otworu Przytoczno IG-1. Inw. 131480, CAG PIG, Warszawa.

Gurba L., 1990. Dokumentacja wynikowa otworu Puławy IG-3. Inw. 131480, CAG PIG, Warszawa.

Helcel–Weil, M., Dzięgielowski, J. 2003. Basen lubelski – wyniki złożowe dotychczasowych prac i ich znaczenie dla dalszych poszukiwań. *Prz. Geol.*, 51, 764 – 770.

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.

Houseknecht, D. W. 1987. Assessing the relative importance of compaction processes and cementation to reduction of porosity in sandstones. *AAPG Bull.*, **71**, 633–642.

Iwanow, A. 1998. Paleogeografia późnego piaskowca pstrego, wapienia muszlowego, kajpru i retyku. Tablice 15–19. 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 Pol-

sce (red. R. Dadlez, S. Marek i J. Pokorski). Wydawnictwo Kartograficzne Polskiej Agencji Ekologicznej, Warszawa.

Jagiełło, D., Nocoń, W. 1994. Dokumentacja geologiczna odwiertu poszukiwawczego Stężyca 1. Inw. 135840, CAG PIG, Warszawa.

Jagiełło, D., Nocoń, W, Wójcik, E. 1998. Dokumentacja wynikowa geologiczna odwiertu rozpoznawczego Stężyca 6K. Inw. 134328, CAG PIG, Warszawa.

Jarzyna, J., Bała, M. 2005. Zależności między parametrami petrofizycznymi klastycznych skał karbońskich w basenie lubelskim na przykładzie obszaru Stężycy. *Geologia*, **31**, 337–335.

Jenyon, M.K. 1990. Oil and Gas Traps. Aspects of their seismostratigraphy, morphology and development. John Wiley and Sons.

Kaczyński, J. 1976. Korelacja geologiczno–geofizyczna osadów karbonu i dewonu synklinorium lubelskiego. Opracowanie niepublikowane PGNiG S.A., Arch. PGNiG, Warszawa.

Kaliszuk, Z. 1968. Dokumentacja wynikowa otworu Dęblin 9. Inw. 92973, CAG PIG, Warszawa.

Karaczun, K., Karaczun, M., Bilińska, M., Uhrynowski, A. 1978. Mapa magnetyczna Polski. Anomalie składowej „Z" magnetyzmu ziemskiego, 1:500 000. Wyd. Geol., Warszawa.

Karelus, U. 1971. Dokumentacja wynikowa otworu Dęblin 3. Inw. 113565, CAG PIG, Warszawa.

Karnkowski. P.H. 2003. Karboński etap rozwoju basenu lubelskiego jako główne stadium generacji węglowodorów w utworach młodszego paleozoiku Lubelszczyzny – wyniki modelowań geologicznych (PetroMod). *Prz. Geol.*, **51**, 783–760.

Karta otworu Stężyca 7. Inw. 134481, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu Stężyca 8. Inw. 134502, CAG PIG, Warszawa.

Kazimierski, B., Przytuła, E., Modliński, P., Cabalska, J., Nowicki, Z. 1998. Dokumentacja hydrogeologiczna regionu mazowieckiego centralnej części niecki mazowieckiej zawierająca weryfikację zasobów dyspozycyjnych trzeciorzędowego poziomu wodonośnego. Inw. 1265/99, CAG PIG, Warszawa.

Kiersnowski, H., Poprawa, P. 2010. Rozpoznanie basenów węglowodorowych Polski pod kątem możliwości występowania i zasobów oraz możliwości koncesjonowania poszukiwań niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego - etap I. Inw. 2439/2011, CAG PIG, Warszawa.

Kleszcz, T., Lisowski, K., Musiatewicz, M. 1996. Dokumentacja z interpretacji pomiarów grawimetrycznych. Temat: „Rów Mazowiecko–Lubelski, rejon: Maciejowice–Abramów, 1996". Inw. 510/97, CAG PIG, Warszawa.

Klimuszko, E. 2002. Utwory syluru południowo–wschodniej Polski jako skały potencjalnie macierzyste dla dewońskich rop naftowych. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **402**, 75–100.

Kondracki, J. 2014. Geografia regionalna Polski, Warszawa.

Kosakowski, P., Wróbel, M., Kotarba, M., Burzewski, W. 2005. Numeryczne modelowanie procesów generowania, ekspulsji i migracji węglowodorów w utworach młodszego paleozoiku rozwoju rowu lubelskiego. W: Budowa geologiczna i system naftowy rowu lubelskiego a perspektywy poszukiwawcze (red. M. Narkiewicz). Inw. 856/2006, CAG PIG, Warszawa.

Kosobudzka, I. 2002. Dokumentacja, temat: „Półszczegółowa mapa magnetyczna T w brzeżnej strefie platformy prekambryjskiej 1998–2002 r.". Inw. 1311/2002, CAG PIG, Warszawa.

Kosobudzka, I., Musiatewicz, M. 1998. Sprawozdanie techniczne z wykonanych pomiarów magnetycznych temat: wykonanie półszczegółowych badań magnetycznych „T" w Polsce zachodniej, centralnej i południowo–wschodniej, 1995–1997 r. Inw. 2442/98, CAG PIG, Warszawa.

Kosobudzka, I., Paprocki, A. 1997. Półszczegółowe badania magnetyczne T Polski zachodniej, centralnej i południowo–wschodniej, 1996–1997. Inw. 812/98; Inw. 338/98, CAG PIG, Warszawa.

Kotarba, M., Więcław, D., Kowalski, A. 2005a. Gaz ziemny i ropa naftowa. W: Budowa geologiczna i system naftowy rowu lubelskiego a perspektywy poszukiwawcze (red. M. Narkiewicz). Inw. 856/2006, CAG PIG, Warszawa.

Kotarba, M., Więcław, D., Kosakowski, P., Kowalski, A., Kowalski, T. 2005b. Skały macierzyste. W: Budowa geologiczna i system naftowy rowu lubelskiego a perspektywy poszukiwawcze (red. M. Narkiewicz). Inw. 856/2006, CAG PIG, Warszawa.

Kotarba, M., Narkiewicz, M., Burzewski, W., Kosakowski, P., Wróbel, M., Miłaczewski, L., Więcław, D., Kowalski, A., Semyrka, R. 2005c. Synteza naftowa – perspektywy poszukiwań węglowodorów na obszarze rowu lubelskiego. W: Budowa geologiczna i system naftowy rowu lubelskiego a perspektywy poszukiwawcze (red. M. Narkiewicz). Inw. 856/2006, CAG PIG, Warszawa.

Kotarba, M., Narkiewicz, M., Kosakowski, P., Wróbel, M., Burzewski, W. 2005d. System naftowy rowu lubelskiego. W: Budowa geologiczna i system naftowy rowu lubelskiego a perspektywy poszukiwawcze (red. M. Narkiewicz). Inw. 856/2006, CAG PIG, Warszawa.

Kowalska–Łącka, M., Kruczak, E. 1981. Dokumentacja wynikowa otworu Dęblin 10. Inw. 126897, CAG PIG, Warszawa.

Kozłowska, A. 1996. Badania diagenezy osadów karbonu z obszaru warszawsko–lubelskiego. W: Analiza basenów sedymentacyjnych Niżu Polskiego – basen karboński, red. M. Narkiewicz. Inw. 3586/96, CAG PIG, Warszawa.

Kozłowska, A. 1997. Cementy węglanowe w piaskowcach górnokarbońskich w północno–zachodniej części rowu lubelskiego. *Prz. Geol.*, **45**, 301–304.

Kozłowska, A. 1998. Wpływ procesów diagenetycznych na własności kolektorskie piaskowców karbońskich w centralnej Polsce. Inw. 2639/98, CAG PIG, Warszawa.

Kozłowska, A. 2000. Diageneza. W: Wpływ wykształcenia facjalnego i diagenezy piaskowców górnego karbonu na ich właściwości zbiornikowe w północno–zachodniej i centralnej części rowu lubelskiego, red. M.I. Waksmundzka i A. Kozłowska. Inw. 58/2002, CAG PIG, Warszawa.

Kozłowska, A. 2001. Syderyty magnezowe w piaskowcach górnokarbońskich środkowej Polski. *Prz. Geol.*, **49**, 343–344.

Kozłowska, A. 2002. Diageneza piaskowców górnego karbonu w północno–zachodniej części rowu lubelskiego. Praca doktorska. Inw. 972/2003, CAG PIG, Warszawa.

Kozłowska, A. 2003. Wpływ diagenezy na właściwości zbiornikowe piaskowców górnego karbonu w rejonie między Warszawą a Dęblinem. *Prz. Geol.*, 51, 777–782.

Kozłowska, A. 2004. Diageneza piaskowców górnego karbonu występujących na pograniczu rowu lubelskiego i bloku warszawskiego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 411, 5–70.

Kozłowska, A. 2005. Charakterystyka petrologiczna a ewolucja właściwości zbiornikowych utworów karbonu. W: Budowa geologiczna i system naftowy rowu lubelskiego, red. M. Narkiewicz. Inw. 856/2006, CAG PIG, Warszawa.

Kozłowska, A., Poprawa, P. 2004. Diageneza klastycznych utworów karbońskich w obszarze mazowieckim oraz północnej części obszaru lubelskiego na tle ich historii pogrążeniowo–termicznej. *Prz. Geol.*, **52**, 491–500.

Krach, B., Madej, M. 1961. Sprawozdanie z pomiarów średnich prędkości w otworze Żyrzyn IG-1. Kat. Ż47 VS, CAG PIG, Warszawa.

Krassowska, A. 1986. Kreda górna i paleocen dolny okolic Lublina. *Kwart. Geol.*, **30**, 559–574.

Królikowski, B. 1969a. Dokumentacja wynikowa otworu: Dęblin 2. Inw. 100967, CAG PIG, Warszawa.

Królikowski, B. 1969b. Dokumentacja wynikowa otworu Dęblin 7. Inw. 102407, CAG PIG, Warszawa.

Królikowski, C., Petecki, Z. 1995. Gravimetric Atlas of Poland. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

Królikowski, B., Żytkowski, A. 1971. Dokumentacja wynikowa otworu Czernic 1. Inw. 110676, CAG PIG, Warszawa.

Królikowski, C., Wasiak, J., Jamrozik, J. 1996. Projekt na wykonanie półszczegółowego zdjęcia grawimetrycznego w rejonie Radom–Lublin na lata 1996–2000. Inw. 2030/96, CAG PIG, Warszawa.

Kruczak, E., Liwosz, A., Łęcka, M. 1981. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Baranów 1. Inw. 128334, CAG PIG, Warszawa.

Kruk, W. 1961. Sprawozdanie z półszczegółowych badań grawimetrycznych w rejonie Kock–Łęczna, 1960. Inw. 14225/61, Kat. 4134/48, CAG PIG, Warszawa.

Krzywiec, P. 2007. Nowe spojrzenie na tektonikę regionu lubelskiego (SE Polska) oparte na wynikach interpretacji danych sejsmicznych. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **422**, 1–18.

Kubiak, R. 1969. Dokumentacja wynikowa otworu Dęblin 4. Inw. 110658, CAG PIG, Warszawa.

Kubicka, R., Kowalska–Łącka, M. 1972. Dokumentacja wynikowa otworu Abramów 2. Inw. 128334, CAG PIG, Warszawa.

Kulicka, R. 1971. Dokumentacja wynikowa otworu Abramów 3. Inw. 111073, CAG PIG, Warszawa.

Leszczyńska, D., Balcerowicz, H., Czaja, E. 1995a. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 2. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca 1 [75-1500 m]. Kat. S99VS, CAG PIG, Warszawa.

Leszczyńska, D., Balcerowicz, H., Czaja, E. 1995b. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 4. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca-4 [75-2835 m]. Kat. S101 VS, CAG PIG, Warszawa.

Leszczyńska, D., Balcerowicz, H., Czaja, E. 1997. Sprawozdanie z opracowania pomiarów średnich prędkości i pionowego profilowania sejsmicznego w otworze Rycice 2. Kat. R122 VS, CAG PIG, Warszawa.

Leszczyńska, D., Balcerowicz, H., Czaja, E. 1998a. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 5K, Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca 5K. Kat. S102VS, CAG PIG, Warszawa.

Leszczyńska, D., Balcerowicz, H., Czaja, E. 1998b. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 6K, Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca 6K. Kat. S103VS, CAG PIG, Warszawa.

Leszczyńska, D., Balcerowicz, H., Czaja, E. 1999a. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 7, Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca 7. Kat. S104VS, CAG PIG, Warszawa.

Leszczyńska, D., Balcerowicz, H., Czaja, E. 1999b. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 8, Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca 8. Kat. S105VS, CAG PIG, Warszawa.

Leśniak, G., Lubaś, J., Włodarczyk, M., Darłak, B., Stadtmuller, M., Ziemianin, K. 2010. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.1.14. Zebranie szczegółowych informacji geologicznych, geofizycznych, hydrogeologicznych, złożowych, geomechanicznych [czerwiec 2010]. Inw. 5231/2013, 5232/2013, CAG PIG, Warszawa.

Levorsen, A. I. 1956. Geology of petroleum. Freeman and Co., San Francisco.

Lubaś, J., Warnecki, M., Such, J., Kuśnierczyk, J., Biały, S. 2009. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania - zad. 1.3.2. Oznaczenia parametrów petrofizycznych próbek skał zbiornikowych i uszczelniających - część 2 zadania obejmująca wykonanie 30-50 analiz PVT dla warunków złożowych występujących w rejonie Bełchatowa. Inw. 2384/2013, CAG PIG, Warszawa.

Ładecka, U. 1969. Dokumentacja wynikowa otworu Dęblin 6. Inw. 100417, CAG PIG, Warszawa.

Łącka, M., Liwosz, A. 1981. Dokumentacja wynikowa otworu Baranów 1. Inw. 116154, CAG PIG, Warszawa.

Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000. Arkusze: Żelechów (637), Okrzeja (638), Kozienice (673), Dęblin (674), Baranów (675), Kock (676), Puławy (710), Kurów (711), Markuszów (712).

Marcinkowski, A. 2002. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego i ropy naftowej Stężyca w kategorii B+C; dodatek nr 1. Inw. 1894/2002, CAG PIG, Warszawa.

Miłaczewski, L., Radlicz, K., Nehring, M., Hajłasz, B. 1983. Osady dewonu w podłożu północno–zachodniej części lubelskiego odcinka niecki brzeżnej. *Biul. Inst. Geol.*, **344**, 23–56.

Miłaczewski, L., Narkiewicz, M., Waksmundzka, M.I. 2005. Podstawowy podział stratygraficzno–naftowy. W: Budowa geologiczna i system naftowy rowu lubelskiego a perspektywy poszukiwawcze (red. M. Narkiewicz). Inw. 856/2006, CAG PIG, Warszawa.

Modliński, Z. (red.). 2010. Atlas paleogeologiczny podpermskiego paleozoiku kratonu wschodnioeuropejskiego w Polsce i na obszarach sąsiednich. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Musiał, Ł., Tabor, M. 1988. Stratygrafia na podstawie makrofauny. *Prace Inst. Geol.*, **122**, 88–111.

Musiał, Ł., Tabor, M., Żakowa, H. 1995. Macrofauna. *Prace Państw. Inst. Geol.*, **148**, 23–44.

Narkiewicz, M. 1996. Analiza basenów sedymentacyjnych Niżu Polskiego. Inw. 3586/96, CAG PIG, Warszawa.

Narkiewicz, M. 2005. Budowa geologiczna i system naftowy rowu lubelskiego. Inw. 856/2006, CAG PIG, Warszawa.

Narkiewicz, M. 2007. Development and inversion of Devonian and Carboniferous basins in the eastern part of the Variscan foreland (Poland). *Geol. Quart.*, 51, 231–256.

Narkiewicz, M. 2011. Stratygrafia, systemy depozycyjne i cykle transgresywno–regresywne dewonu basenu lubelskiego. *Prace Państw. Inst. Geol.*, **196**, 53–146.

Narkiewicz, M., Dadlez, R. 2008. Geologiczna regionalizacja Polski – zasady ogólne i schemat podziału w planie podkenozoicznym i podpermskim. *Prz. Geol.*, **56**, 391–397.

Narkiewicz, M., Jarosiński, M., Krzywiec, P., Waksmundzka, M.I. 2007. Regionalne uwarunkowania rozwoju i inwersji basenu lubelskiego w dewonie i karbonie. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **422**, 19–34.

Narkiewicz, M., Narkiewicz, K., Turnau, E. 2011. Rozwój sedymentacji dewońskiej w basenie łysogórsko–radomskim i lubelskim. *Prace Państw. Inst. Geol.*, **196**, 289–318.

Niemczycka, T. 1966. Jura. Dokumentacja wynikowa otworu oporowego: Żyrzyn IG–1. Inw. 67594, CAG PIG, Warszawa.

Niemczycka, T., 1976a. Jura górna na obszarze wschodniej Polski (między Wisłą a Bugiem). *Prace Inst. Geol.*, **122**.

Niemczycka, T. 1976b. Litostratygrafia osadów jury górnej na obszarze lubelskim. *Acta Geol. Pol.*, 26, 569–601.

Niemczycka, T. 1978. Litofacje jury środkowej i dolnego oksfordu obszaru radomsko–lubelskiego. *Acta Geologica Polonica* **28**, 485–501.

Niemczycka, T. 1990. Jura. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego: PUŁAWY IG–3. Inw. 132491, CAG PIG, Warszawa.

Niemczycka, T. 1997. Jura górna. Formalne i nieformalne jednostki litostratygraficzne. *Prace Państw. Inst. Geol.*, **153**, 309–322.

Nocoń, W., 1995. Dokumentacja geologiczna w kat. B złoża ropy naftowej "Glinnik" w miejsc. Amelin, gm. Kamionka, woj. lubelskie. Inw. 247/96, CAG PIG, Warszawa.

Nussbeutel, D., Czaja, E. 1999. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 9, Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca 9. Kat. S106VS, CAG PIG, Warszawa.

Oficjalska, H., Włostowski, J., Kaliński, I., Pęczkowska, B., Figiel, Z., Kozina, S., Kowalewska, K. 1996. Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych zbiornika wód podziemnych w utworach czwartorzędowych GZWP nr 222 Dolina Środkowej Wisły. Inw. 1658/2005, CAG PIG, Warszawa.

Oficjalska, H., Sinicyn, G., Gontarz, Ż., Dobkowska, A., Wieteska, Z., Żmijewski, Ł., Krawczyński, J., Nowakowska, M., Skrzyczyk, A., Szklarz, K., Starościak, A. 2011. Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Kamiennej i Iłżanki. SEGI–AT, Warszawa. Inw. 1105/2012, CAG PIG, Warszawa.

Ogonowski, W., Balcerowicz, H., Czaja, E. 1994. Opracowanie pionowego profilowania sejsmicznego w odwiercie Stężyca 1. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Stężyca 1 [75-1500 m]. Kat. S97VS, CAG PIG, Warszawa.

Olejniczak, E., Dalętka, A. 2006. Opracowanie wyników pionowego profilowania sejsmicznego i pomiarów średnich prędkości w otworze: Gniewoszów-1K. Kat. G165 VS, CAG PIG, Warszawa.

Ostrowska, K., Pisuła, M. 1998. Sprawozdanie techniczne z półszczegółowych badań grawimetrycznych, Temat Radom–Lublin 1997r. Inw. 2952/98, CAG PIG, Warszawa.

Ostrowska, K, Pisuła, M. 2000. Sprawozdanie z realizacji półszczegółowego zdjęcia grawimetrycznego w rejonie Radom–Lublin. Inw. 462/2000, CAG PIG, Warszawa.

Ostrowski, C., Musiatewicz, M. 1996. Sprawozdanie techniczne z półszczegółowych badań grawimetrycznych, temat: Rów mazowiecko – lubelski (rejon: Maciejowice–Abramów), 1995. Inw. 4379/2013, Kat. G–602 PBG, CAG PIG, Warszawa.

Paczyński, B. (red.). 1995. Atlas hydrogeologiczny Polski 1:50 000. Wyd. PAE SA. Warszawa.

Paczyński, B., Sadurski, A. (red.). 2007. Hydrogeologia regionalna Polski t. I. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Perrodon, A. 1992. Petroleum system models and aplications. *Journal of Petroleum Geology*, **15**, 319–326.

Pettijohn, F.J., Potter, P.E., Siever, R. 1972. Sand and sandstone. New York, Springer.

Piątek, J., Saj, A. 2012. Opracowanie badań sejsmiczych, Temat: Czernic – Ryki 2D. Opracowanie pomiarów geofizyki wiertniczej, Temat: Czernic – Ryki 2D [zakaz udostępniania i wglądu – informacja geologiczna pochodzi z bieżącego dokumentowania przebiegu robót geologicznych]. Inw. 3568/2013, CAG PIG, Warszawa.

Pietruszka, W., Szczerbicka, M., Zezula, H. 2000. Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych i piętra górnokredowo–paleoceńskiego, trzeciorzędowego i czwartorzędowego zlewni Wieprza. Inw. 2518/2000, CAG PIG, Warszawa.

Pittman, W.C., Andrews, J.A. 1985. Subsidence and thermal history of small pull–apart basin. *Special Publication SEPM*, 38, 45–49.

Piwońska, J., Weil, W. 1973. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego Dęblin5. Inw. 118107, CAG PIG, Warszawa.

Polakowski, T., Marcinkowski, A., Szafran, M.M., Kowalska-Skulik, A., Bury, E., Erazmus, W., Leńczowska, S., Wcisło, M. 2014. Dokumentacja prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów złoża kopaliny na obszarze koncesji nr 48/2001/p Pionki-Kazimierz (obejmującym część bloku koncesyjnego nr 296). Inw. 3883/2015, CAG PIG, Warszawa.

Poprawa, P. 2011. Cyfrowa baza danych dot. tematu: „ Historia oraz geneza zdarzeń termicznych w basenie polskim i jego osadowym podłożu - ich znaczenie dla rekonstrukcji procesów generowania węglowodorów". Inw. 2935/2011, CAG PIG, Warszawa.

Porzycki, J. 1972. Budowa geologiczna złoża węgla kamiennego w okolicy Łęcznej. *Kwart. Geol.*, 16, 486–487

Porzycki, J. 1988. Charakterystyka litologiczno–sedymentologiczna karbonu. *Prace Inst. Geol.*, **122**, 40–77.

Porzycki, J., Zdanowski, A. 1995. Southeastern Poland (Lublin Carboniferous Basin). *Prace Państw. Inst. Geol.*, **148**, 102–109.

Pożaryski, W., Depowski, S., Cebulak, S., Niemczycka, T., Krassowska, A. 1966. Dokumentacja wynikowa otworu oporowego Żyrzyn IG-1. Inw. 67954, CAG PIG, Warszawa.

Radkovets, N.Y, Kotarba, M., Wójcik, K. 2017. Source rock geochemistry, petrography of reservoir horizons and origin of natural gas in the Devonian of the Lublin and Lviv basins (SE Poland and western Ukraine). Geological Quarterly, **61** (3), 569-589.

Reczek, J. 1965. Dokumentacja badań grawimetrycznych. Temat: Radom–Kozienice–Zwoleń, 1964. Inw. 2169 Kat. 65/171, CAG PIG, Warszawa.

Rochewicz, A. 1982. Kaolinit, jego geneza i sposób występowania w spoiwie karbońskich piaskowców z rejonu Dęblina. W: Rola badań laboratoryjnych w poszukiwaniu złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Konferencja Naukowo–Techniczna, Serock, 107–124.

Roedder, E. 1984. Fluid inclusions. *Reviews in Mineralogy*, **2**.

Rosowiecka, O. 2011. Opracowanie modelu rozkładu gęstości głównych jednostek geologicznych kraju. Inw. 3603/2014, 3604/2014, CAG PIG, Warszawa.

Rühle, W., (red.). 1966. Osady karbońskie w Zagłębiu Lubelskim. *Pr. Inst. Geol.*, **44**.

Ryba, A. 1995. Karta otworu Stężyca 2. Inw. 133924, CAG PIG, Warszawa.

Rzeźnik, M., 2012. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża ropy naftowej "Glinnik" w kat. B w miejsc. Amelin, Meszno. Inw. 972/2013, CAG PIG, Warszawa.

Sapuła, I. 1966. Zestawienie wyników badań termicznych wykonanych w SE części Niżu Polskiego (otwory: Tomaszów Lub. IG-1. Tyszowce IG-1, Dorohucza IG-1, Magnuszew IG-1, Żyrzyn IG-1, Żebrak IG-1, Radzyń IG-1, Mielnik IG-1). Inw. 27928,3936/101, CAG PIG, Warszawa.

Semyrka, R., Jarzyna, J., Bałą, M., Papiernik, B., Kaźmierczuk–Kotuła, M., Machowski, G., Przystaś, G., Wawrzyniak, K., Zając, A. 2005. Charakterystyka skał zbiornikowych na podstawie wyników badań laboratoryjnych i profilowań geofizyki otworowej. W: Budowa geologiczna i system naftowy rowu lubelskiego a perspektywy poszukiwawcze (red. M. Narkiewicz). Inw. 856/2006, CAG PIG, Warszawa.

Senkowicz, E. 1969. Charakterystyka stratygraficzno–litologiczna. Trias. W: Ropo– i gazonoośność obszaru lubelskiego na tle budowy geologicznej. Część I Budowa geologiczna obszaru lubelskiego. (red. A.M. Żelichowski). *Prace Geostrukturalne Instytutu Geologicznego*: 95–105.

Stachurski, Z. 1970. Dokumentacja wynikowa otworu Abramów 4. Inw. 110505, CAG PIG, Warszawa.

Such, P. (red.), 2000. Schemat selektywnego napełniana pułapki złożowej dla złoża Stężyca. Arch. PGNiG S. A. Warszawa.

Szczerbicka, M., Meszczyński, J., Pietruszka, W., Hulboj, A., Kędzierawska A. 2011. Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód podziemnych nr 405 – niecka radomska. Inw. 7322/2011, CAG PIG, Warszawa.

Szostak, I., Blus, R, 1971. Dokumentacja pomiarów ciężarów objętościowych i porowatości ska, rok 1971 [88 otworów wiertniczych]. Inw. 43960, ObO/1269, CAG PIG, Warszawa.

Szyperko–Teller, A., Senkowiczowa, H., Kuberska, M. 1997. Trias dolny (pstry piaskowiec). *Prace Państw. Inst. Geol.*, **143**, 83–132.

Tetych, M. 1997. Karta otworu Stężyca 3K. Inw. 134161, CAG PIG, Warszawa.

Tetych, M., Rybak, A. 1998. Karta otworu Stężyca 5K. Inw. 134316, CAG PIG, Warszawa.

Waksmundzka, M.I. 1997. Analiza sedymentologiczna utworów karbonu w złożu „Stężyca” (na podstawie otworów Stężyca 1, 2, 4). Kat. OPR/G/1899, CAG PIG, Warszawa.

Waksmundzka, M.I. 2005. Architektura depozycyjna karbonu. W: Budowa geologiczna i system naftowy rowu lubelskiego a perspektywy poszukiwawcze (red. M. Narkiewicz). Inw. 856/2006, CAG PIG, Warszawa.

Walasek, B. 1980. Dokumentacja pomiarów średnich prędkości, odwiert: Dęblin-10. Kat. D39 VS, CAG PIG, Warszawa.

Walasek, B. 1981. Opracowanie pomiarów średnich prędkości w odwiercie Baranów 1. Kat. B14 VS, CAG PIG, Warszawa.

Wasylkowski, Z. 1969. Dokumentacja pomiarów średnich prędkości, odwiert: Dęblin 4. Kat. D38VS, CAG PIG, Warszawa.

Weil, M., Litwosz, A. 2000. Dokumentacja wynikowa geologiczna wyników prac geologicznych odwiertu rozpoznawczego Stężyca 9. Inw. 134735, CAG PIG, Warszawa.

Wójcicki, A. 2013. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO_2 wraz z ich programem monitorowania. Państw. Inst. Geol. Warszawa

Wójcicki, A., Kleszcz, T., Lisowski, K. 1999. Interpretacja danych grawimetrycznych w rejonie synklinorium lubelskiego z uwzględnieniem wyników prac wykonanych w 1997 r. na temacie ŁUKÓW–KOCK (półszczegółowe zdjęcie grawimetryczne Radom–Lublin 1997), rejon: Łuków–Kock–Bełżyce, 1998–99 r. Inw. 1458/99, CAG PIG, Warszawa.

Zdanowski, A. 2007. Karbon Appalachów i jego porównanie z karbonem górnośląskiego oraz Lubelskiego Zagłębia Węglowego. AGH, Kraków, *Geologia*, **33**, 317–327.

Żelichowski, A.M. 1972. Rozwój budowy geologicznej obszaru między Górami Świętokrzyskimi a Bugiem. *Biul. Inst. Geol.*, **263**, 11–75

Żelichowski, M., Kozłowski, S. 1983. Atlas geologiczno–surowcowy obszaru lubelskiego. Inst. Geol. Warszawa.

Żytkowski, A. 1970. Dokumentacja wynikowa otworu Dęblin 8. Inw. 106051, CAG PIG, Warszawa.

Żytkowski, A. 1971. Dokumentacja wynikowa otworu Abramów 1. Inw. 110504, CAG PIG, Warszawa.

Żywiecki, M., Kopczyński, R., Rochewicz, A. 1997. Rozwój i dystrybucja porowatości w osadach klastycznych. Przykłady ze złóż karbonu Lubelszczyzny. Mat. Konfer. XXX lat działalności geologicznej Oddziału Poszukiwania Nafty i Gazu w Wołominie. Pułtusk. 53–58.