



państwowa służba
geologiczna

państwowa służba
hydrogeologiczna

Państwowy Instytut Geologiczny Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, tel. 22 45 92 000, fax 22 45 92 001, biuro@pgi.gov.pl
Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie, XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099; NIP 525-000-80-40

www.pgi.gov.pl

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
Zadanie 22.5004.1502.02.0

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

Opracował:
Zespół pod kierunkiem
dr hab. Magdaleny Sikorskiej-Jaworowskiej
prof. nadzw. PIG-PIB

Koordynator zadania:
dr hab. Stanisław Wołkowicz
prof. nadzw. PIG-PIB

Warszawa, styczeń 2016 r.

Skład zespołu:

dr hab. Magdalena Sikorska-Jaworowska – Kierownik zespołu

dr Anna Becker

mgr inż. Anna Bliźniuk

mgr Martyna Czapigo-Czapla

mgr inż. Ireneusz Dyrka

dr Anna Feldman-Olszewska

dr Izabella Grotek

Tadeusz Grudzień

mgr Dominika Kafara

mgr inż. Sylwia Kijewska

dr Ewa Klimuszko

mgr Paulina Kostrz-Sikora

dr Aleksandra Kozłowska

mgr inż. Rafał Laskowicz

dr Krzysztof Leszczyński

mgr Mirosław Musiatowicz

prof. dr hab. Marek Narkiewicz

dr Zdzisław Petecki

Monika Piotrowska

mgr inż. Michał Roman

dr Małgorzata Sikorska-Maykowska

mgr Katarzyna Sobieć

mgr Jakub Sokołowski

mgr Urszula Wyrwalska

dr Albin Zdanowski

Koordynator zadania:

prof. nadzw. PIG-PIB dr hab. Stanisław Wołkowicz

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	4
1.1. Informacje ogólne o obszarze przetargowym	4
1.2. Uwarunkowania środowiskowe	4
<i>(Małgorzata Sikorska-Maykowska, Paulina Kostrz-Sikora, Anna Bliźniuk, Monika Piotrowska, Dominika Kafara)</i>	
2. OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ	7
2.1. Devon	7
<i>(Marek Narkiewicz)</i>	
2.2. Karbon	10
<i>(Albin Zdanowski)</i>	
2.3. Trias	12
<i>(Anna Becker)</i>	
2.4. Jura	12
<i>(Anna Feldman-Olszewska)</i>	
2.5. Kreda	14
<i>(Krzysztof Leszczyński)</i>	
2.6. Kenozoik	14
<i>(Magdalena Sikorska-Jaworowska)</i>	
2.7. Hydrogeologia – wody podziemne	15
<i>(Urszula Wyrwańska)</i>	
3. SYSTEM NAFTOWY	16
<i>(Ireneusz Dyrka)</i>	
3.1. Skała macierzysta	16
3.2. Skała zbiornikowa	19
3.3. Skała uszczelniająca	22
3.4. Skały nadkładu	22
3.5. Wiek i mechanizm utworzenia pułapki	22
3.6. Wielkość i kształt pułapki	22
3.7. Wiek i mechanizm generacji, migracji i akumulacji węglowodorów	23
3.8. Parametry ropy/gazu	25
3.9. Podsumowanie	25
4. CHARAKTERYSTYKA ZŁOŻ WĘGLOWODORÓW	26
<i>(Martyna Czapigo-Czapla)</i>	
5. DANE O OTWORACH WIERTNICZYCH	32
5.1. Podstawowe dane	32
5.2. Wybrane zbiorcze profile	46
5.3. Geofizyka otworowa	46
<i>(Michał Roman)</i>	
5.4. Objawy węglowodorów. Testy złożowe	48
<i>(Jakub Sokołowski)</i>	
5.5. Petrografia i diagenеза osadów karbońskich	54
<i>(Aleksandra Kozłowska)</i>	
5.6. Charakterystyka materii organicznej	59
5.6.1. Charakterystyka geochemiczna materii organicznej	59
<i>(Ewa Klimuszek)</i>	
5.6.2. Analiza petrologiczna materii organicznej i dojrzałość termiczna	59
<i>(Izabella Grotek)</i>	
6. DANE SEJSMICZNE	60
<i>(Sylvia Kijewska)</i>	
7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE I MAGNETYCZNE	66
<i>(Zdzisław Petecki, Mirosław Musiałewicz)</i>	
8. OCENA PERSPEKTYWICZNOŚCI	71
<i>(Rafał Laskowicz)</i>	
9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE	77

1. WSTĘP

Przedłożony Geologiczny Pakiet Informacyjny dla obszaru przetargowego „Ryki” został przygotowany na zlecenie Departamentu Geologii i Koncesji Geologicznych Ministerstwa Środowiska. Głównym celem poszukiwań są konwencjonalne złoża węglowodorów w osadach karbonu i dewonu. Zakres informacji geologicznej, jaka powinna się znaleźć w przedkładanym opracowaniu został określony w piśmie tegoż Departamentu nr DGK-IV-4773-3/25312/15/TC z dnia 8.07.2015 r. Zgodnie z art. 49.f ust. 3 Ustawy w dnia 9 czerwca 2011 roku Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. z 2015 r., poz. 196 ze zm.) obszary przeznaczone do postępowania przetargowego ustala organ koncesyjny we współpracy z państwową służbą geologiczną. Obszar „Ryki” został wskazany w oparciu o Raport „RANKING OBSZARÓW PROPONOWANYCH DO POSTĘPOWANIA PRZETARGOWEGO NA UDZIELENIE KONCESJI NA POSZUKIWANIE, ROZPOZNAWANIE ORAZ WYDOBYWANIE WĘGLOWODORÓW” opracowany przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w lipcu 2015 r.

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 Informacyjnego. Opracowanie to zawiera również ogólne dane o istniejących informacjach geologicznych nie będących własnością Skarbu Państwa.

Przedłożony Geologiczny Pakiet Informacyjny stanowi integralną część zestawu dokumentów oferty przetargowej i jako taki nie może być udostępniany oddzielnie.

Zawarte w przedłożonym Geologicznym Pakiecie Informacyjnym dla obszaru „Ryki” opinie autorów dotyczące potencjału węglowodorowego obszaru „Ryki” wyrażają stanowisko PSG i komentują bieżący stan wiedzy geologicznej. Ministerstwo Środowiska zastrzega sobie możliwość użycia/cytowania Geologicznych Pakietów Informacyjnych w całości lub w części przy okazji innych czynności związanych z realizacją zadań statutowych instytucji.

1.1. INFORMACJE OGÓLNE O OBSZARZE PRZETARGOWYM

Obszar przetargowy „Ryki” usytuowany jest na terenie województwa mazowieckiego (powiaty kozienicki i garwoliński) oraz lubelskiego (powiaty rycki, lubartowski i puławski). Zajmuje obszar o powierzchni 968,69 km². Według regionalizacji fizyczno-geograficznej obszar „Ryki” leży w obrębie Nizin Środkowo-mazowieckiej i Południowopodlaskiej oraz Wyżyny Lubelskiej. Stanowi część lubelsko-podlaskiego skłonu kratonu wschodnio-europejskiego. 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

Numer punktu	X [1992]	Y [1992]
1	435481,98	700604,46
2	412349,86	725578,28
3	407494,55	731105,46
4	398381,37	724478,08
5	391027,02	724815,79
6	398721,51	708533,60
7	406938,85	691560,89
8	407325,82	692222,72
9	409150,21	695716,82
10	416283,82	695521,79
11	417513,16	683035,52
12	420925,35	682944,96
13	421010,20	685294,80
14	420923,26	685271,70
15	420469,35	685725,44
16	420460,44	686189,02
17	419968,31	687320,49
18	419554,49	687716,99
19	419553,99	688409,45
20	420317,36	689664,43
21	420580,60	689659,36
22	421133,16	688618,60
23	421361,48	694639,27
24	424645,99	692342,61
25	435143,76	691942,04

są zdefiniowane w tabeli, położenie zaś tych punktów ilustruje Fig. 1.2.

Należy zaznaczyć, że zarówno w dokumentacjach, jak i publikacjach, w przypadku otworów wiertniczych spotyka się różną pisownię (np. „Maciejowice IG 1” albo „Maciejowice IG-1”).

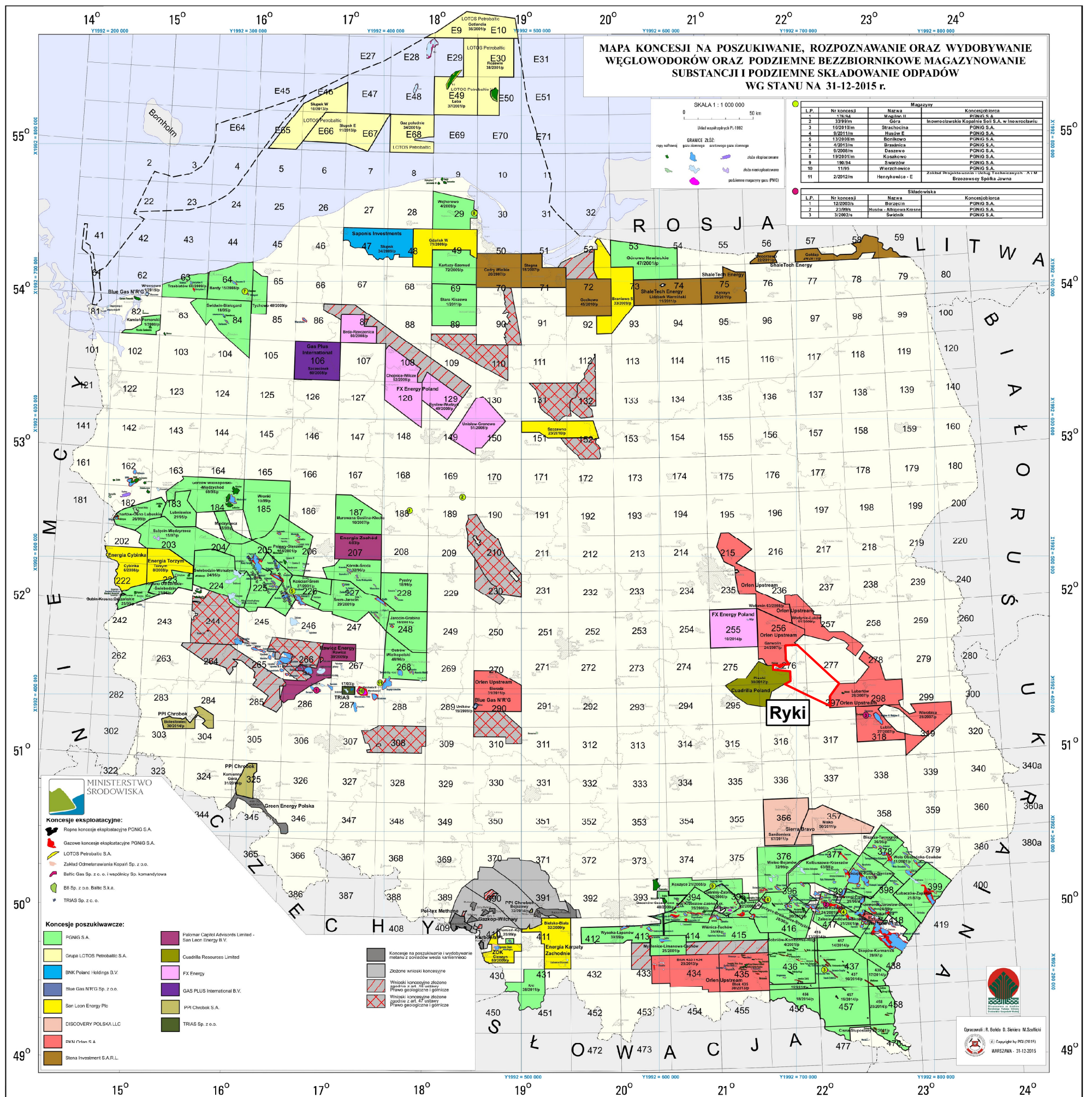
1.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE

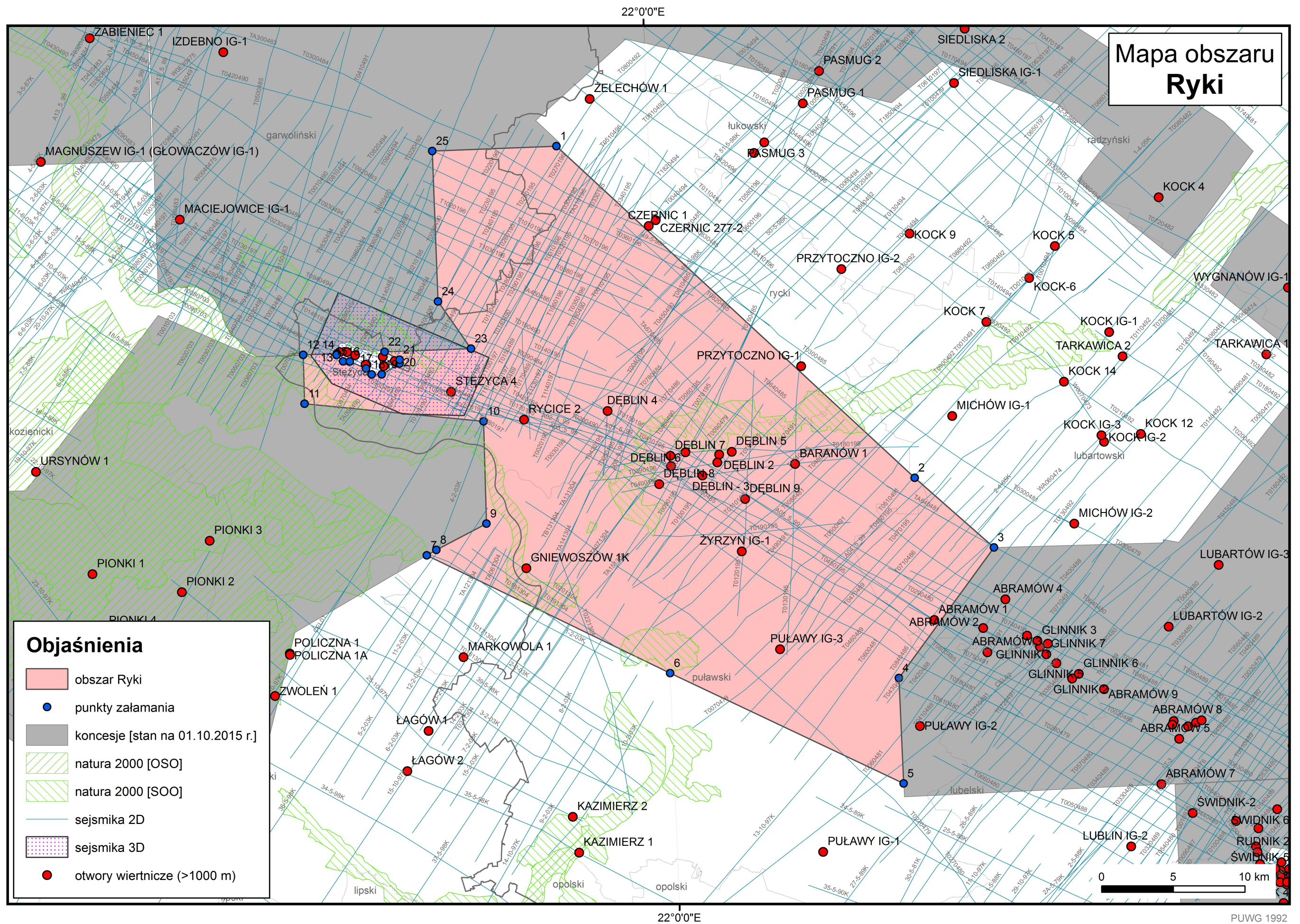
Obszar przetargowy „Ryki” jest zlokalizowany na terenie województwa lubelskiego; jedynie niewielki fragment w jego południo-zachodniej części przynależy administracyjnie do województwa mazowieckiego. W zasięgu obszaru znajdują się – w całości lub częściowo – tereny 20 gmin. Największe miasto tego rejonu to Dęblin, położony nad Wisłą przy zachodniej granicy obszaru oraz Ryki usytuowane w jego centralnej części. Na południowym krańcu położone jest miasto Puławy i duży zakład Grupa Azoty „Puławy”.

Zgodnie z regionalizacją fizyczno-geograficzną Polski (Kondracki, 2009), omawiany teren położony jest w obrębie 6 różnych mezoregionów, przy dominującym znaczeniu trzech z nich: Wysoczyzny Żelechowskiej, Pradoliny Wieprza i Wysoczyzny Lubartowskiej. Wysoczyzna Żelechowska w środkowej części wznosi się ponad 180 m n.p.m. i są to północne tereny obszaru przetargowego w okolicy miejscowości Trojanów, wynosi powyżej 185 m n.p.m. Wartości te stopniowo obniżają

↓ **Figura 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 31.12.2015 r.

↓ **Figura 1.2.** Mapa obszaru przetargowego „Ryki”.





się do ok. 125 m n.p.m. w kierunku doliny rzeki Okrzejki. Pradolina Wieprza dzieli położoną na południu Wysoczyznę Lubartowską od Wysoczyzny Żelechowskiej na północy. W krajobrazie regionu dominują łąki i pastwiska, urozmaicone stawami i bagnami. Wysoczyzna Lubartowska na omawianym obszarze to kraina nizinna lekko pofalowana, najniżej położony punkt (126,1 m n.p.m.) zlokalizowany jest w dolinie Kurówki, na zachód od miejscowości Młynki.

Dostępność komunikacyjną zapewnia m.in. linia kolejowa nr 7 relacji Warszawa–Dorohusk, która przebiega w południowo-zachodniej części opisywanego obszaru. Ponadto układ komunikacyjny tworzą dwie drogi ekspresowe nr 17 i 12, będące fragmentem międzynarodowej drogi E372 prowadzącej z Warszawy do przejścia granicznego z Ukrainą w Hrebenem. Ponadto przez teren ten przebiega równoleżnikowo droga krajowa DK12 Łęknica–Berdyszcze oraz w kierunku południkowym – droga DK17 Warszawa–Hrebenne, a także droga DK48 Tomaszów Mazowiecki–Kock oraz droga wojewódzka DW824 łącząca Annopol z Żyrzynem. Komunikację pomiędzy mniejszymi miejscowościami umożliwia sieć dróg powiatowych i gminnych.

Wśród elementów infrastruktury techniczno-inżynierskiej o znaczeniu ponadregionalnym, znajdujących się w granicach obszaru przetargowego, należy wymienić istniejące linie elektroenergetyczne najwyższych napięć. Linia o napięciu 400 kV biegnie równolegle do południowej granicy terenu, pierwotnie po jej zewnętrznej stronie, po czym za Gniewoszowem zmienia kierunek i wkracza na omawiany obszar. Następnie za Wólką Gołębską ponownie zmienia swoje położenie, skręca na południowy-zachód i kontynuuje swój bieg w stronę Lublina. Pozostałe linie (220 kV) są również usytuowane w południowej części terenu: ich trzy nitki łączą się ze sobą pomiędzy Puławami a Końskowolą (Plan sieci elektroenergetycznej najwyższych napięć (PSE S.A.). Poza infrastrukturą elektroenergetyczną na obszarze przetargowym „Ryki” znajdują się również instalacje należące do Operatora Gazociągów Przesyłowych GAZ-SYSTEM S.A. Są to gazociągi gazu ziemnego wysokometanowego. Z informacji opublikowanej przez firmę GAZ-SYSTEM wynika, że w perspektywie 2023 r. nitka gazociągu Rozwadów–Końskowola–Wronów jest jedną z ważniejszych inwestycji planowanych w ramach krajowego systemu przesyłowego.

W strukturze funkcjonalno-przestrzennej obszaru „Ryki” uwagę zwraca także obecność należących do Grupy Azoty Zakładów Azotowych „Puławy” S.A. Są one zlokalizowane w pobliżu południowej granicy terenu. Przedmiotem działalności firmy są produkty chemiczne dedykowane wielu różnym gałęziom przemysłu oraz produkty nawozowe przeznaczone dla branży rolniczej. W przyszłości spółka planuje również budowę własnej elektrowni gazowej o mocy 400 MWe.

Charakteryzowany obszar jest usytuowany w zlewni rzeki Wisły, która przepływa w jego południowo-zachodniej części. W pobliżu Dębina do Wisły uchodzi rzeka Wieprz. Ponadto sieć hydrograficzną tworzą ciek: rzeki, potoki i kanały, w tym m.in. Kurówka, Rabik, Zalesianka, Irenka, Okrzejka. Oprócz nich płyną tutaj niewielkie, najczęściej okresowe bezimienne ciek. Naturalną sieć hydrograficzną uzupełnia system rowów i kana-

łów melioracyjnych. Poza nimi występują zbiorniki wodne pochodzenia antropogenicznego – stawy rybne, które szczególnie liczne w dolinie Okrzejki k. Trojanowa i w zlewni rzeki Zalesianki k. Ryk, jak również w okolicy Kurowa, Żabianki, Sarny i Janiszewa. W południowo-wschodniej części obszaru na rzece Kurówce został zaprojektowany retencyjny zbiornik wodny Witowice.

W zachodniej części opisywanego terenu występuje czwartorzędowy główny zbiornik wód podziemnych nr 222 – Dolina Środkowej Wisły (Warszawa–Puławy). Posiada on wykonaną dokumentację hydrogeologiczną i określoną strefę ochrony. W północnej i centralnej części omawianego obszaru znajduje się kredowy GZWP nr 406 – Zbiornik Niecka Lubelska (Lublin), a na zachód od linii Wisły GZWP nr 405 – Niecka Radomska.

Na obszarze przetargowym zinventaryzowano kilkadziesiąt ujęć wód podziemnych – zarówno komunalnych jak i przemysłowych, dla których głównymi poziomami użytkowymi są najczęściej poziomy czwartorzędowe i kredowe. Poza tymi ujęciami na charakteryzowanym terenie eksploatowany jest również poziom paleogeńsko-neogeński (trzeciorzędowy). W wyniku intensywnej eksploatacji wód podziemnych piętra kredowego w Dęblinie i piętra oligoceńskiego w Rykach w rejonie tych miejscowości wytworzyły się rozległe leje depresyjne.

Część charakteryzowanego obszaru objęta jest powierzchniami formami ochrony ustanowionymi na mocy przepisów ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. z 2013 r., poz. 627 z późn. zm.). Wśród obszarowych form chronionych występują m.in. 2 rezerваты, które zajmują znikome powierzchnie w stosunku do całkowitej powierzchni obszaru przetargowego „Ryki”. Większe tereny charakteryzowanej jednostki włączone są w struktury obszarów chronionego krajobrazu, na omawianym terenie mamy 2 takie formy: Kozi Bór (6%) i Pradolina Wieprza (16%). W ramach obszarów sieci Natura 2000 znajdują się tam: Puławy (1%), Dolny Wieprz (4%), Podeblocie (<1%), Dolina Środkowej Wisły (2%); są to obszary ochrony siedlisk i ptaków.

Poza opisanymi wyżej obszarami za cenne przyrodniczo należy uznać kompleksy leśne, znajdujące się w środkowej części opisywanego terenu oraz gleby wysokich klas bonitacyjnych. Zwarte powierzchnie gleb chronionych 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).

Z informacji zawartych w bazie MIDAS wynika, że na obszarze przetargowym „Ryki” znajdują się udokumentowane złoża kopalin. Są to: kruszywa naturalne, węgiel brunatny, surowce ilaste ceramiki budowlanej, piaski kwarcowe. W granicach charakteryzowanego terenu zlokalizowane są także obszary prognostyczne wystąpień: piasków, piasków kwarcowych, ilów ceramiki budowlanej, piasków i żwirów oraz torfów.

Informacje środowiskowe o obszarze przetargowym „Ryki” zostały podsumowane na karcie uwarunkowań środowiskowych (Tab. 1.1.) oraz na mapie ograniczeń środowiskowych na Fig. 1.3. i 1.4.

↓ **Figura 1.3.** Obszar przetargowy „Ryki” (N). Ograniczenia środowiskowe.

↓ **Figura 1.4.** Obszar przetargowy „Ryki” (S). Ograniczenia środowiskowe.



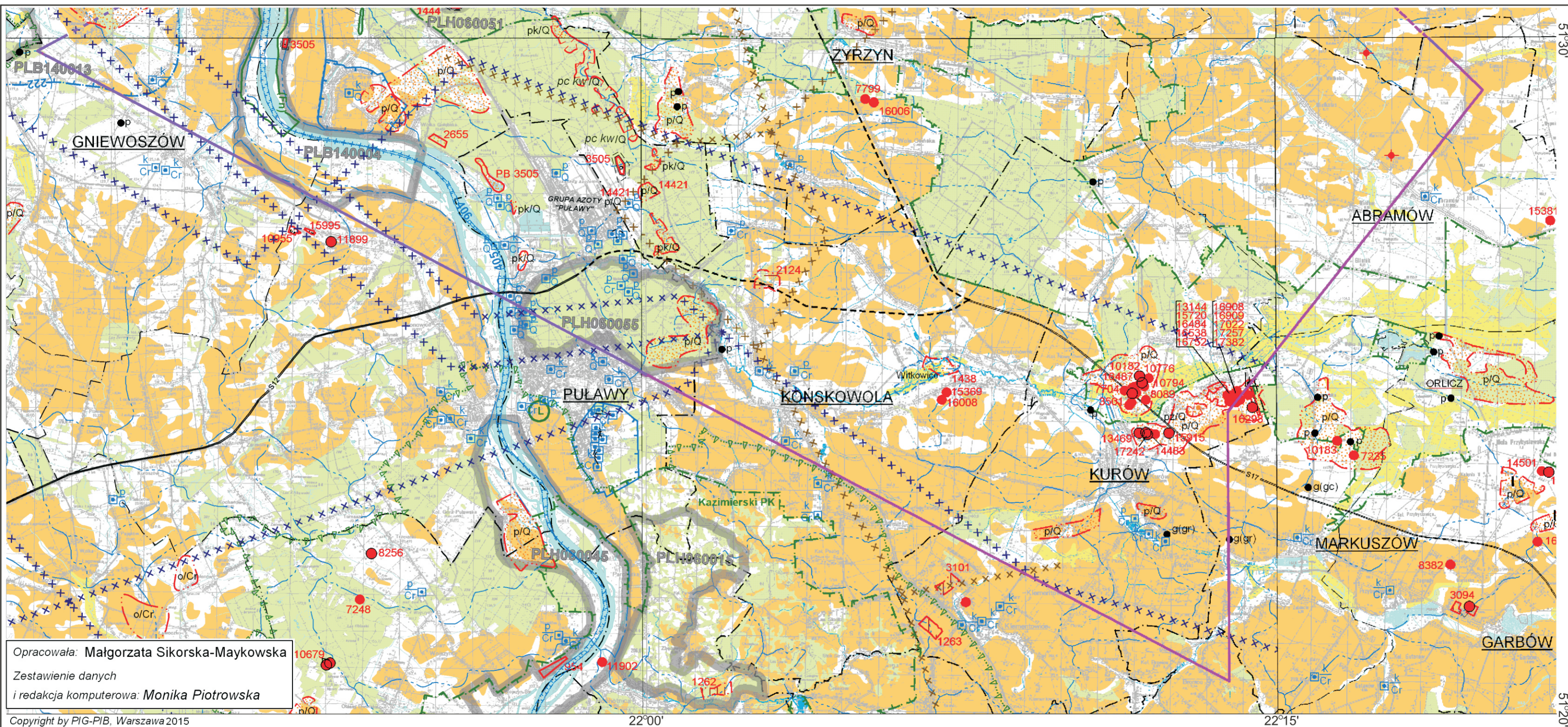


OBSZAR PRZETARGOWY "RYKI" (S) OGRANICZENIA ŚRODOWISKOWE

skala 1:100 000



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



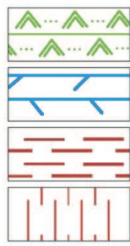
OBJAŚNIENIA DO MAPY OGRANICZEŃ ŚRODOWISKOWYCH OBSZARU PRZETARGOWEGO "RYKI"

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

PAŃSTWOWY
INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY



ZŁOŻA KOPALIN ORAZ PERSPEKTYWY I PROGNOZY ICH WYSTĘPOWANIA



piaskowce kwarcytowe

opoki, opoki i margle, opoki margliste

ilty

gliny



piaski i żwiry

piaski

piaski kwarcowe

torfy

7351

identyfikator z bazy MIDAS

granica złoża o zasobach udokumentowanych w kategoriach A+B+C₁ i C

granica złoża o zasobach udokumentowanych w kategorii C₂

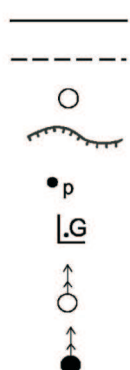
granica obszaru prognostycznego

granica obszaru perspektywicznego

złożo o powierzchni ≤ 5 ha

obszar prognostyczny nie dający się odwzorować w skali mapy

GÓRNICTWO I PRZETWÓRSTWO KOPALIN



granica obszaru górniczego

granica terenu górniczego

obszar i teren górniczy złoża o powierzchni ≤ 5 ha

wyrobisko (zarys)

punkt występowania kopaliny (p - rodzaj kopaliny)

zakład pierwotnej przeróbki kopaliny (G - przeróbka gazu, kr - kruszywo)

szyb eksploatacyjny gazu ziemnego

szyb eksploatacyjny ropy naftowej

Symbol kopaliny:

Wb - węgiel brunatny

G - gaz

R - ropa

pc kw - piaskowce kwarcytowe

o - opoki i margle, opoki margliste

i(ic) - ility ceramiki budowlanej

g(gc) - gliny ceramiki budowlanej

g(gr) - gliny o różnym zastosowaniu

pż - piaski i żwiry

p - piaski

pk - piaski kwarcowe

t - torfy

b - bursztyn

Symbol jednostki stratygraficznej:

Q - czwartorzęd

Ng - neogen

Pg - paleogen

Cr - kreda

C - karbon

OCHRONA PRZYRODY I KRAJOBRAZU



grunty orne (klasy I-IVa użytków rolnych)

łąki na glebach pochodzenia organicznego

lasy

zieleń urządzone

granica parku krajobrazowego (PK)

granica strefy ochronnej (otuliny) parku krajobrazowego

granica obszaru chronionego krajobrazu

granica zespołu przyrodniczo-krajobrazowego

granica rezerwatu przyrody lub obszaru ochrony ścisłej (os) w obrębie parku narodowego (K - krajobrazowy, L - leśny, Fn - faunistyczny)

granica projektowanego rezerwatu przyrody lub obszaru ochrony ścisłej (os) w obrębie parku narodowego

granica obszaru Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000; kod obszaru

obszary predysponowane do występowania ruchów masowych

głaz narzutowy o średnicy 1,5 m (nie zakwalifikowany jako pomnik przyrody)

INFORMACJE DODATKOWE



granica obszaru przetargowego

sieć gazociągów

sieć energetyczna

granica województwa

granica powiatu

granica gminy, miasta

oś autostrady lub drogi szybkiego ruchu

oś projektowanej autostrady lub drogi szybkiego ruchu

ŻELECHÓW

GARBATKA-LETNISKO

siedziba urzędu gminy, miasta

miejscowość letniskowa

WODY POWIERZCHNIOWE I PODZIEMNE

Granice działu wodnego:



drugiego rzędu

trzeciego rzędu

czwartego rzędu

granica głównego zbiornika wód podziemnych wraz z jego numerem

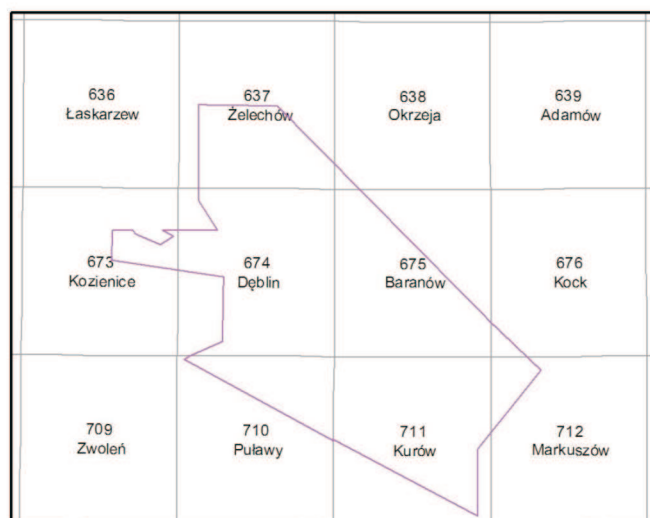
granica strefy ochrony pośredniej ujęcia wód

ujęcie wód podziemnych (k - komunalne, p - przemysłowe, Q - wiek ujmowanych utworów)

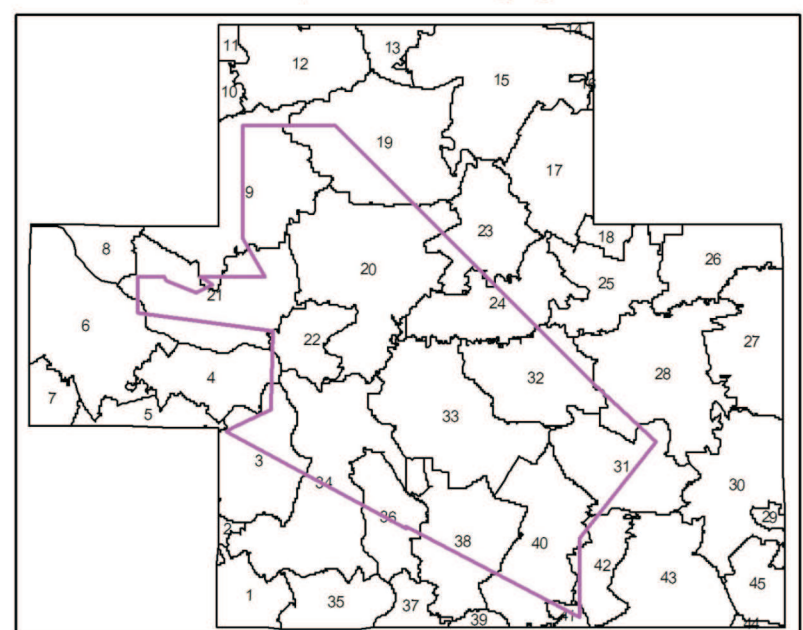
granica leja depresyjnego wywołanego eksploatacją wód podziemnych (Pg, Ng - wiek eksploatowanych utworów)

projektowany zbiornik retencyjny

Położenie obszaru przetargowego
na arkuszach 1:50 000



Położenie obszaru przetargowego
na tle podziału administracyjnego



woj. MAZOWIECKIE

powiat zwoleński

1 - gm. Przylęk

2 - gm. Policzna

powiat kozienicki

3 - gm. Gniewosów

4 - gm. Sieciechów

5 - gm. Garbatka-Letnisko

6 - m. Kozienice

powiat radomski

7 - gm. Pionki

powiat garwoliński

8 - gm. Maciejowice

9 - gm. trojanów

10 - gm. Sobolew

11 - gm. Górzno

12 - gm. Żelechów

woj. LUBELSKIE

powiat łukowski

13 - gm. Wola Mysłowska

14 - gm. Stanin

15 - gm. Krzywda

16 - gm. Wojcieszków

17 - gm. Adamów

18 - gm. Serokomla

powiat rycki

19 - gm. Kłoczew

20 - gm. Ryki

21 - gm. Stężyca

22 - gm. Dęblin

23 - gm. Nowodwór

24 - gm. Ułęż

powiat lubartowski

25 - gm. Jeziorzany

26 - gm. Kock

27 - gm. Firlej

28 - gm. Michów

29 - gm. Lubartów

30 - gm. Kamionka

31 - gm. Abramów

powiat puławski

32 - gm. Baranów

33 - gm. Żyrzyn

34 - gm. Puławy

35 - gm. Janowiec

36 - m. Puławy

37 - gm. Kazimierz Dolny

38 - gm. Końskowola

39 - gm. Wąwolnica

40 - gm. Kurów

41 - gm. Nałęczów

42 - gm. Markuszów

powiat lubelski

43 - gm. Garbów

44 - gm. Jastków

45 - gm. Niemce

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO RYKI				
1.	LOKALIZACJA OBSZARU PRZETARGOWEGO NA MAPIE	nazwa i numer arkusza mapy w skali 1:50000	Żelechów 637, Okrzeja 638, Kozienice 673, Dęblin 674, Baranów 675, Kock 676, Puławy 710, Kurów 711, Markuszów 712	
2.	POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE	województwo	mazowieckie (9,61%)	
		powiat	kozienicki (2,79%)	
		gmina i % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego	Gniewoszków (2,53%), Sieciechów (0,19%) Kozienice (0,07%)	
		powiat	garwoliński (6,82%)	
		gmina	Trojanów (6,82%)	
		województwo	lubelskie (90,39%)	
		powiat	rycki (37,43%)	
		gmina	Kłoczew (4,10%), Ryki (16,01%), Stężyca (6,77%) Dęblin (3,91%), Nowodwór (1,39%), Ułęż (5,24%)	
		powiat	lubartowski (5,76%)	
		gmina	Michów (0,82%), Abramów (4,94%), Puławy (8,56%), Żyrzyn (13,34%), Baranów (7,85%)	
		powiat	puławski (47,20%)	
		gmina	m. Puławy (2,79%), Końskowola (5,94%), Kurów (8,15%), Nałęczów (0,18%), Markuszów (0,41%)	
3.	REGIONALIZACJA FIZYCZNO- GEOGRAFICZNA (wg KONDRACKIEGO, 2009)	makroregion	Nizina Środkowomazowiecka (318,7)	
		mezoregion	Dolina Środkowej Wisły (318,75),	
		makroregion	Nizina Południowopodlaska (318,9)	
		mezoregion	Wysoczyzna Żelechowska (318,95), Pradolina Wieprza (318,97); Wysoczyzna Lubartowska (318,98)	
		makroregion	Wyżyna Lubelska (343,1)	
		mezoregion	Małopolski Przełom Wisły (343,11); Płaskowyż Nałęczowski (343,12)	
4.	WSPÓŁRZĘDNE PUNKTÓW WYZNACZAJĄCYCH GRANICE OBSZARU PRZETARGOWEGO	układ PL-1992 [Y; X]	700604,46	435481,98
			725578,28	412349,86
			731105,46	407494,55
			724478,08	398381,37
			724815,79	391027,02
			708533,60	398721,51
			691560,89	406938,85
			692222,72	407325,82
			695716,82	409150,21
			695521,79	416283,82
			683035,52	417513,16
			682944,96	420925,35
			685294,80	421010,20
			685271,70	420923,26
			685725,44	420469,35
			686189,02	420460,44
			687320,49	419968,31
			687716,99	419554,49
			688409,45	419553,99
			689664,43	420317,36
			689659,36	420580,60
			688618,60	421133,16
			694639,27	421361,48
			692342,61	424645,99
			691942,04	435143,76

Tabela 1.1. Karta uwarunkowań środowiskowych dla obszaru przetargowego „Ryki”.

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO RYKI			
5.	POWIERZCHNIA OBSZARU PRZETARGOWEGO	[km ²]	968,69
6.	CEL KONCESJI		poszukiwanie złóż węglodorów
7.	WIEK FORMACJI ZŁOŻOWEJ		karbon i dewon
8.	PRZYRODNICZE OBSZARY PRAWNIE CHRONIONE:		
	parki narodowe		nie
	rezerwaty	[tak/ nie]	Czapliniec koło Gołębia(<1%); Piskory (<1%)
	parki krajobrazowe	jeśli „tak” to: nazwa obszaru oraz % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego	nie
	obszary chronionego krajobrazu		Kozi Bór (6%); Pradolina Wieprza(16%)
	Natura 2000- SOO		Puławy (1%); Dolny Wieprz (4%);
	Natura 2000- OSO		Podebłocie(<1%)
	zespoły przyrodniczo- krajobrazowe		Dolina Środkowej Wisły(2%)
9.	GLEBY CHRONIONE	[tak/ nie]	nie
10.	KOMPLEKSY LEŚNE	[tak/ nie]	tak
11.	GŁÓWNE ZBIORNIKI WÓD PODZIEMNYCH	[tak (numer, nazwa i wiek zbiornika)/ nie]	222 - Dolina Wisły (Warszawa- Puławy) Q _D ; 406- Zbiornik Niecka Lubelska (Lublin) Cr ₃ ; 405-Niecka Radomska Cr ₃
12.	STREFY OCHRONNE UJĘĆ WODY	[tak/ nie]	tak
13.	STREFY OCHRONY UZDROWISKOWEJ	[tak/ nie]	nie
14.	TERENY ZAGROŻONE PODTOPIENIAMI	[tak/ nie]	nie
15.	UDOKUMENTOWANE ZŁOŻA KOPALIN	[tak/ nie]	tak (kruszywa naturalne, węgiel brunatny, surowce ilaste ceramiki budowlanej, piaski kwarcowe)
16.	OBSZARY PROGNOSTYCZNE I PERSPEKTYWICZNE WYSTĘPOWANIA KOPALIN	[tak/ nie]	tak (piaski, piaski kwarcytowe, iły ceramiki budowlanej, piaski i żwiry, torfy)
17.	SIECI PRZESYŁOWE GAZU	[tak/ nie]	tak
18.	PODZIEMNE MAGAZYNY GAZU	[tak/ nie]	nie
19.	DATA WYPEŁNIENIA KARTY	24.09.2015 r.	
20.	ZESTAWIENIE I OPRACOWANIE DANYCH	Anna Bliźniuk, Dominika Kafara	

Tabela 1.1. cd.

2. OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

2.1. DEWON

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 wschodnio-europejskiej. 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 & Kozłowski, 1983).

Granice 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 & 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 podpermiskiego, charakteryzująca się występowaniem znacznej luki między starszym paleozoikiem a niezgodnie zalegającym wyższym karbonem 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 warwicyjskie basenu lubelskiego są na ogół związane 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 warwicyjskich 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 Stężycy-Mełgiew.

Na zdeformowanych osadach dewonu i karbonu leży niemal płasko kompleks permsko-mezozoiczny-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 nie przekraczającej 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, a najbliższe osady starszego paleozoiku (sylur) znane są z wierceń zlokalizowanych na NE, takich jak Izdebno IG 1 i Maciejowice IG 1 (Miłaczewski i in., 1983). W podłożu karbonu występują różne ogniwa dewonu górnego. Na powierzchnię podpermsko-mezozoicznej wychodzą utwory wyższej części westfalu (westfal C), a tylko wzdłuż wyniesienia Stężycy-Mełgiew (por. Fig. 2.1.) – niższego westfalu (Żelichowski & Kozłowski, 1983). Na karbonie zalega

na większości obszaru 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 Dębina i Ryk) występują nieznacznej miąższości osady permu (głównie cechszynu) i triasu (Żelichowski & Kozłowski, 1983). Ogólnie miąższość pokrywy permsko-mezozoicznej wynosi średnio 1200 m, osiągając wartości minimalne ok. 1050 m w części NE, przy wzroście do 1200 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 warwicyjskim obszar „Ryki” jest przecięty w kierunku WNW-ESE fragmentem antyklinalno-zrębowej struktury wyniesienia centralnego Stężycy-Mełgiew (Fig. 2.1.), określanej w rejonie opisywanym jako wał Dębina (Żelichowski & Kozłowski, 1983) lub struktura Stężycy (Narkiewicz i in., 2007). Po jej obu stronach występują jednostki synklinalne – od SW synklina Kozienic, a od NE – synklina Stoczek-Dorohuczy (Żelichowski & 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 & Kozłowskiego (1983) na obszarze opisywanym 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 warwicyjskiej. 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 Stoczek-Dorohuczy. Powierzchnia strukturalna związana ze stropem karbonu, odzwierciedla ukształtowanie stropu całego kompleksu warwicyjskiego, 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.

Zarys stratygrafii dewonu w rejonie obszaru „Ryki”

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 wydzieli oraz dominującymi facjami w obrębie porównywalnych jednostek stratygraficznych.

Obszar przetargowy „Ryki” znajduje się w części SE segmentu stężycyjskiego (NW), na pograniczu z segmentem lubelskim (centralnym). Schemat litostratygrafii dewonu segmentu stężycyjskiego 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,

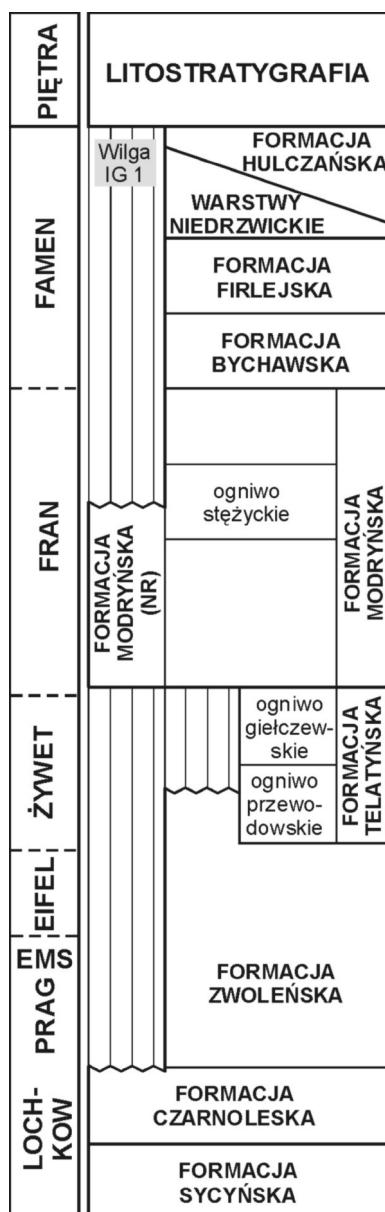


Figura 2.3. Schemat litostratygrafii dewonu w segmencie stężyczym basenu lubelskiego (wg. Narkiewicz, 2011)

strop jest diachroniczny. Na ogół przebiega w najwyższym emsie, ale może sięgać do eiflu, a nawet (jak w segmencie stężyczym) 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 ok. 20 m w profilu Stężycza 1, gdzie jest reprezentowany przez facje obrzeża basenu – klastyki ognia przewodowskiego i leżące na nich łowce dolomityczne ognia gielczewskiego.

Najpełniejszy profil dewonu górnego na obszarze przetargowym „Ryki” stwierdzono w profilu Stężycza 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-terygeniczej 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 Dębina), niższych ogniw famenu.

2.2. KARBON

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 północnowschodniej części Lubelskiego Basenu Karbońskiego (LBK) oraz różnowiekowe osady dewonu do famenu włącznie. Wyrównana powierzchnia utworów starszych od karbonu (starszych od późnego wizenu) miała ogólny kierunek NW-SE z niewielkim nachyleniem w kierunku SW. Na tak ukształtowaną powierzchnię wkroczyła morsko-paraliczna sedimentacja późnego wizenu, a następnie przekraczając w kierunku NW kolejne piętra karbonu do moskowskiego włącznie (Porzycki, 1988; Porzycki & Zdanowski, 1995) (Fig. 2.4.). Po długotrwałym okresie subsydencji równoważonej sedimentacją karbonu, w końcowych fazach orogenezy waryscyjskiej ostatecznie przebudowana została powierzchnia spągu karbonu, lekko modyfikowana subsydencją i sedimentacją w późniejszych dziejach Ziemi (Fig. 2.5.). W aktualnej morfologii spągu karbonu zaznaczają się dwa wyniesienia odpowiadające strukturze antyklinalno-zrębowym Żelechów-Kock-Tyszowce i Stężycza-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 na 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 Stężycza-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 Stężycza-Dęblin wyznaczono strefę obniżenia Puław (synklina Kozienic) o maksymalnym przegłębieniu poniżej 3400 m p.p.m.

Wczesny karbon – missisip

Późny wizen, którego odpowiednikiem jest jednostka litostratygraficzna określana mianem formacji Huczwy. Sedimentacja na obszarze Lubelskiego Basenu Karbońskiego rozpoczęła się w późnym wizenie, co dokumentują liczne skamieniałości fauny znajdujące w rdzeniach wiertniczych kilkadziesiąt otworów pełno rdzeniowych 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.

CARBONIFEROUS										Stratigraphy		Lithostratigraphy			Goniatis horizons Musiał, Tabor, 1988		Limestones beds																																																																																																																																																																																																
System	Series		Stage	Porzycki, 1966 (W: Rühle, 1966)	Porzycki, 1972	Porzycki, 1988	Goniatis horizons Musiał, Tabor, 1988	Limestones beds																																																																																																																																																																																																									
	Upper		Pennsylvanian	Bashkirian	Moscovian	??	Magnuszew Fm.	Poziom z Dunbarella	G2	S																																																																																																																																																																																																							
																	Paralic sediments	Kumow beds	Deblin Fm.	Kumow Mb	R2	R2+G1	G1	R	P.	O	N	M.	L	K	J	I																																																																																																																																																																																	
																																	Bug beds	Bug Mb.	R1																																																																																																																																																																														

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

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 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 profili otworów Dęblin. Wyższą część profilu budują naprzemianległe skały węglanowo-klastyczne z fauną morską lokalnie

przelawicane piaskowcami i cienkimi warstewkami węgla, w spagu których występują ilowce gruzłowate, z fragmentami systemów korzeniowych roślin węglotwórczych, o charakterze gleb stigmarowych. Grubość utworów wizenu w granicach obszaru przetargowego „Ryki”, według wierceń Dęblin i Stężycza wynosi około 60–70 m i wykazuje tendencję redukcji w kierunku północno-zachodnim.

Serpuchow, którego odpowiednikiem jest jednostka litostratygraficzna określana mianem formacji Terebina, w 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 ilowców morskich z fauną, przeławicanych, podobnie jak w innych regionach lubelskiego basenu karbońskiego, wkładkami osadów węglanowych często podścielonymi osadem węglowym (fitogenicznym) o grubości do kilkudziesięciu centymetrów. W dolnej części profilu mogą występować mułowce i piaskowce o właściwościach kolektorskich („piaskowce poryckie”). Górną część profilu budują ilowce ciemnoszare, lokalnie czarne z wkładkami ilowców sapropelowych udokumentowane w otworze pełnordzeniowym Lublin IG-2 (Fig. 2.6.). Ich cechą charakterystyczną jest obecność małżów morskich z rodzaju *Posidonia corrugata* (Musiał & Tabor, 1988; Musiał i in., 1995). Strop tych ilowców 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). Grubość 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 spenepelnizowanej powierzchni różnowiekowych osadów wczesnego karbonu rozpoczęła się sedimentacja wczesnego baszkiru, której efektem jest miąższy kompleks osadów mułowcowych i piaskowcowych (Fig. 2.6.) lokalnie z wkładkami wapieni i margli o grubości 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 srebrzyste”, na spagu 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 grubości, zinterpretowanej na podstawie pomiarów geofizycznych, około 1,0–1,5 m (otwory Dęblin). Wykonane otwory pełnordzeniowe na zewnątrz obszaru przetargowego wykazały występowanie pokładów węgla o grubości nie przekraczającej 0,75 m (otw. Lublin IG-2). W otworach Stężycza nie przeprowadzono interpretacji geologicznej pomiarów karotażowych, których celem byłoby określenie występowania pokładów węgla i ocena ich grubości. Górna część formacji (ogniwo z Kumowa) jest zdecydowanie bardziej piaskowcowe, na co wskazują profile otworów Żyrzyn IG-1, Dęblin 2 i 4 oraz otwór Stężycza 2 zinterpretowany przez Waksmundzką (1997a) (Fig. 2.6.). Poza piaskowcami w profilu omawianego ogniwa występują mułowce, rzadziej ilowce i pojedyncze pokłady węgla humusowego o grubości do 0,8 m, jaką stwierdzono w sąsiednich otworach pełnordzeniowych. W środkowej części profilu występuje poziom fauny słodkowodnej z *Carbonicola pseudorobusta* (Musiał & Tabor, 1988), który wyznacza granicę

namur B-C – westfal A. Grubość formacji z Dębina w obszarze przetargowym „Ryki” wynosi około 500 m.

Późny baszkir. Stratygraficznie zgodnie na piaskowcach kumowskich występuje 600 m grubości 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 grubości lokalnie osiągających 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 grubości w granicach od 0,1 do lokalnie ponad 2,0 m. Profil ten jest dobrze rozpoznany wierceniami pełno rdzeniowymi 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 w obszarze przetargowym będzie profil podobny, ale należy zaznaczyć, że interpretowane przed laty miąższości pokładów węgla w otworach Dęblin są zdecydowanie zawyżone. W otworach Stężycy dotychczas nie podano informacji o ilości i grubości pokładów węgla. Wewnątrz tej serii węglonośnej lokalnie występują litosomy piaskowców, w przewadze drobnoziarnistych, o maksymalnej grubości do 10–15 m.

Moskow (formacja z Magnuszewa) to kontynuacja osadów limno-fluwialnych, o maksymalnej zachowanej grubości przekraczającej 500 m. W profilu dominują iłowce przelawicane mułowcami i piaskowcami. Pokłady węgla występują sporadycznie, a ich grubość rzadko przekracza 0,5 m w otworach pełno rdzeniowych. Wyinterpretowane wg krzywych kartożowych grubości węgla w otworach Dęblin, w centrum obszaru przetargowego, należy uznać za sporo zawyżone i mało wiarygodne. Trzeba zaznaczyć, że wszystkie skały starsze od moskowskiej mają barwy wyłącznie różnych odcieni szarości, natomiast skały moskowskie 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-Dorohuczka, antyklinalno-zrębowa struktura Stężycy-Dęblin-Abramów-Świdnik i obniżenie Puław, oraz kilka innych, mniejszych jednostek tektonicznych nie mających związku z obszarem przetargowym „Ryki”. W okresie późnokarbońskim i pokarbońskim, a przed permskim, 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 wartości 900 m p.p.m. do 1200 m p.p.m. (Fig. 2.7. i 2.8.).

↓ **Figura 2.5.** Szkic strukturalny spągu karbonu (stropu dewonu).

↓ **Figura 2.6.** Zestawienie profili karbonu w obszarze przetargowym „Ryki”.

↓ **Figura 2.7.** Szkic strukturalny stropu karbonu.

2.3. TRIAS

W planie struktur mezozoicznych obszar przetargowy „Ryki” jest położony w północno-wschodnim obrzeżeniu niecki puławskiej (Narkiewicz & Dadlez, 2008). Osady triasu występują jedynie w północno-zachodniej części obszaru „Ryki”. Linie współczesnego zasięgu triasu można w przybliżeniu poprowadzić między otworami Zwolen 1, Rycice 2 i Żelechów 1 (CBDG, 2015). 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 Stężycy. 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 przewarstwiałych piaskowców, mułowców i iłowców. Mułowce często rozpadają się bulasto. Piaskowce mają różną barwę od jasnoszarej czy różowawej po brunatną i wiśniową (Senkiewicz, 1969). Proporcje udziału piaskowców i osadów drobnoziarnistych są bardzo zmienne. W rejonie złoża Stężycy przeważają w profilu 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 Stężycy i otworu Stężycy 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 Stężycy 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 przewarstwiałych 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 szczegółowo rozpoziomowane.

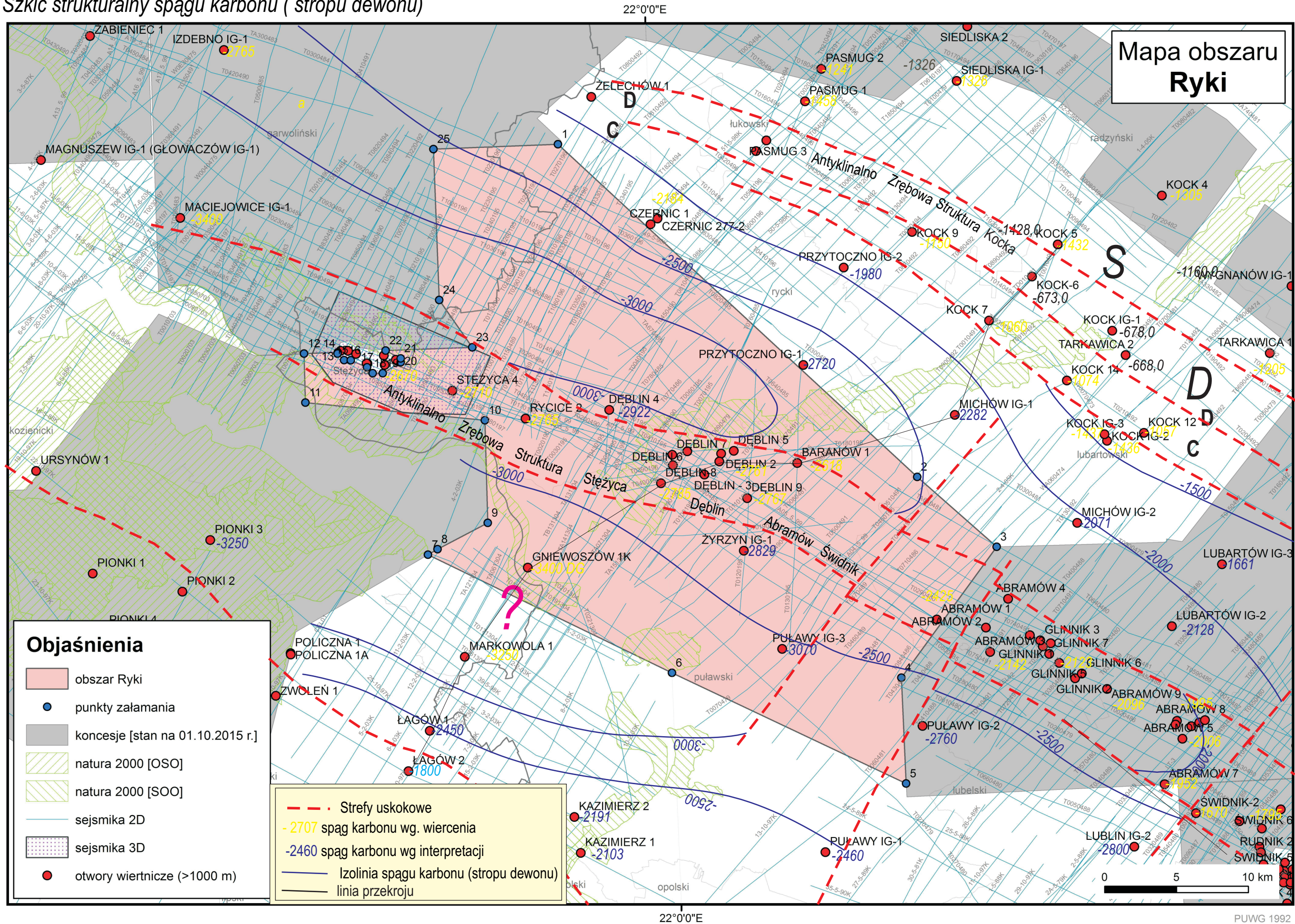
Depozycja osadów triasu odbywała się głównie w środowiskach lądowych, fluwialnych. Jedynie osady wapienia muszlowego reprezentują proksymalną strefę płytkiego zbiornika morskiego (Iwanow & Kiersnowski, 1998; Iwanow, 1998).

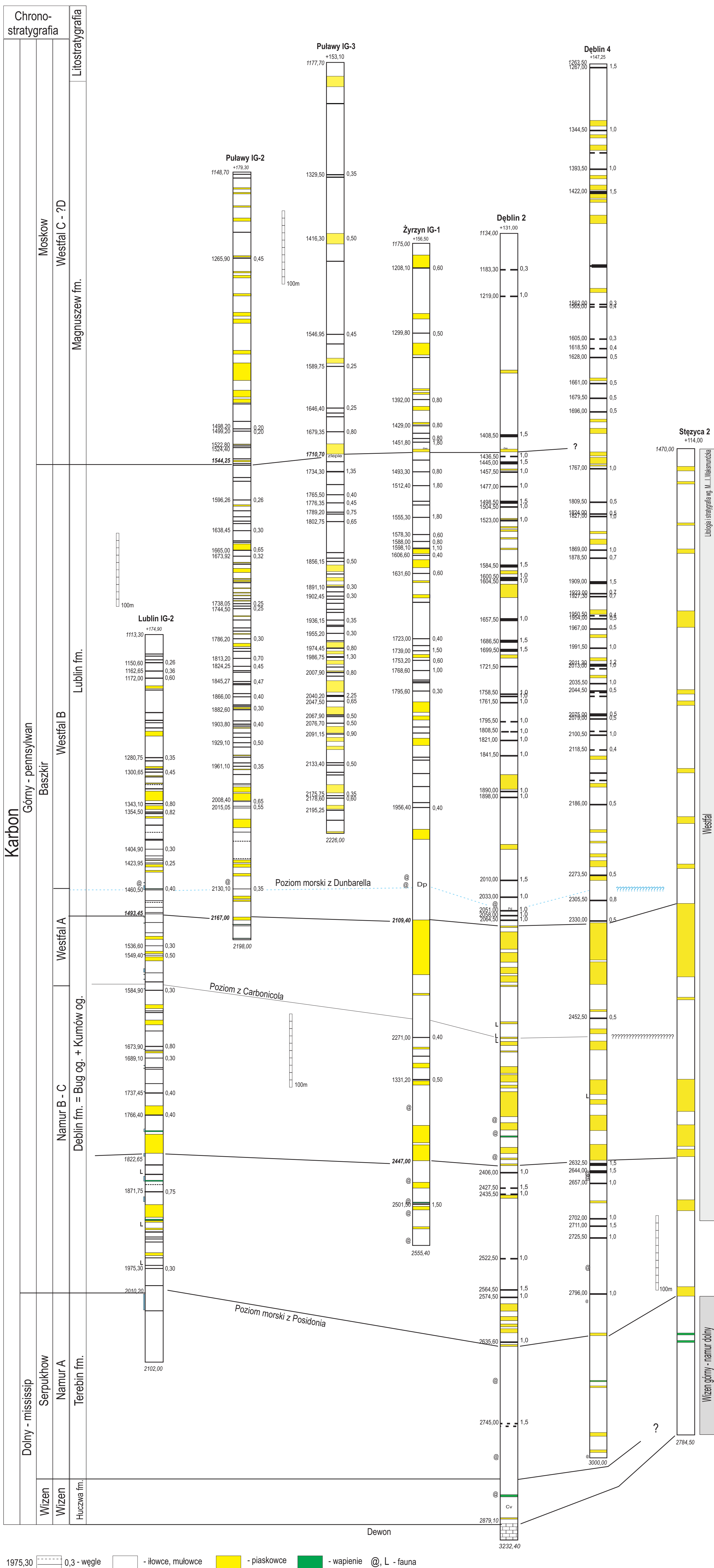
2.4. JURA

Budowa geologiczna (stratygrafia i litologia)

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

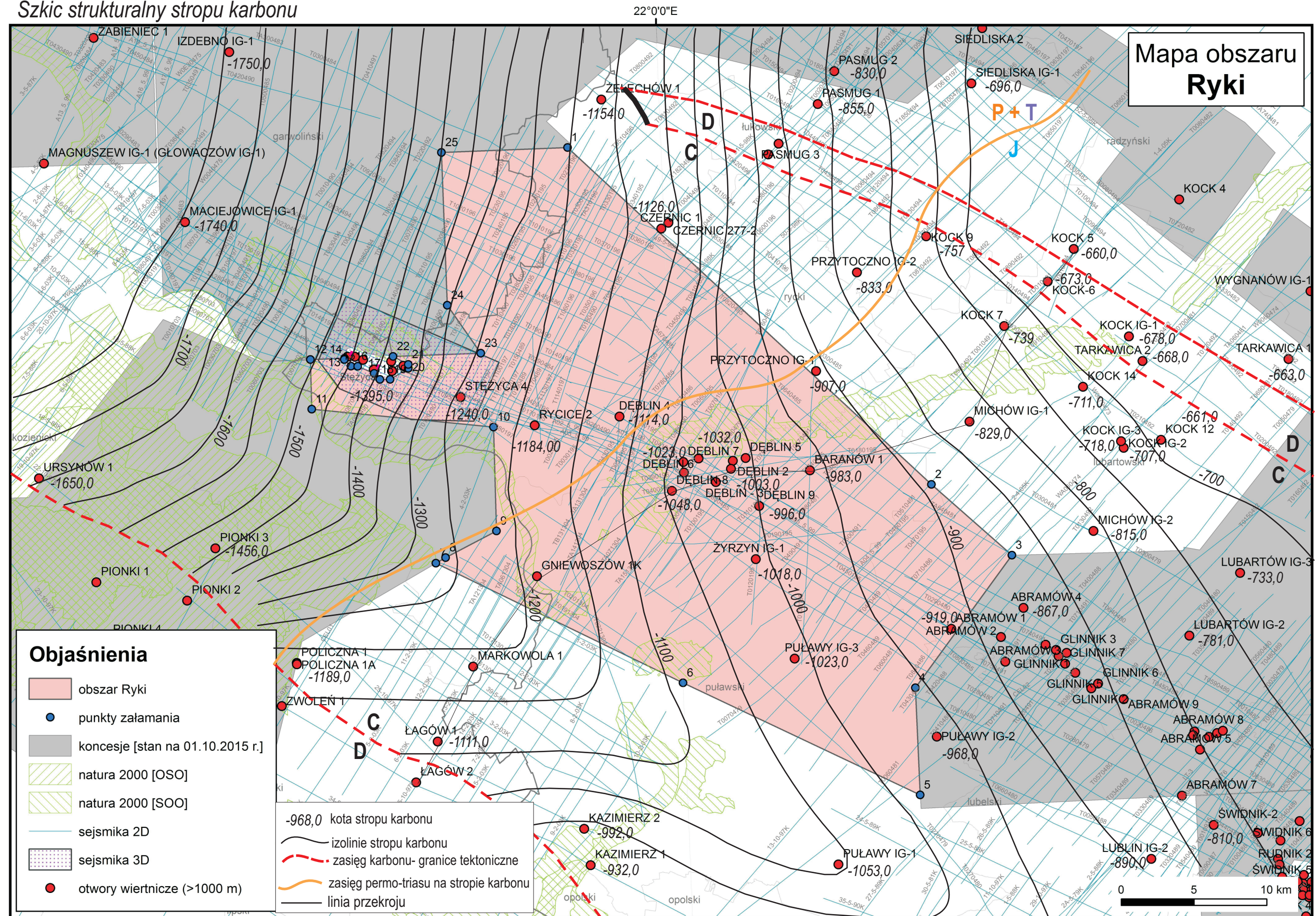
Szkic strukturalny spągu karbonu (stropu dewonu)





1975,30  0,3 - węgle  - iłowce, mułowce  - piaskowce  - wapienie @, L - fauna

Szkic strukturalny stropu karbonu



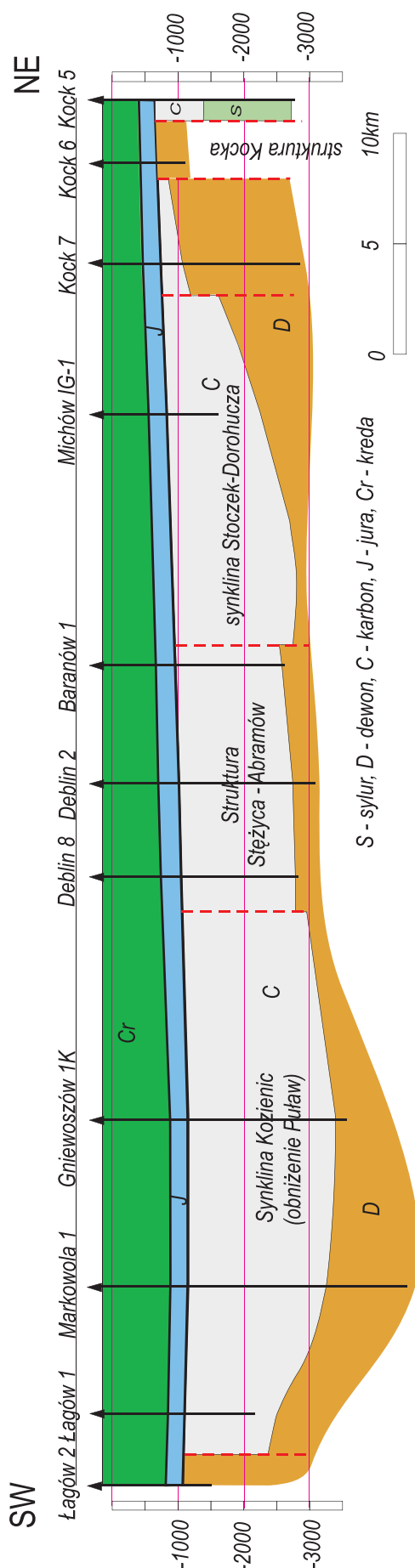


Figura 2.8. Przekrój geologiczny – obszar „Ryki” wg. A. Zdanowskiego; lokalizacja na Fig. 2.5. i 2.7.

oraz częściowo również jurę środkową; ma charakter zarówno sedimentacyjny, 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 sedimentacyjnej 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 piaszkowce 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 1990. Występuje ona tam na głębokości ponad 1200 m w otworze Rycice 2 i nieco ponad 1300 m w rejonie wierceń Stężycza 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 piaszczystych drobnoziarnistych, o spoiwie wapnistym, miejscami dolomitycznych, barwy szarej lub z domieszką pyłu limonitowego i konglomeratami limonitowymi, barwy szaro-rdzawej. W otworach wiertniczych, w których granica karbon-jura została przedzieleniona (Puławy IG 3, Żyrzyn IG 1), w spagu tego kompleksu stwierdzono warstwę zlepioną złożoną z otoczków piaszczystych, pyłu, ooidów i polew limonitowych oraz szczątków fauny częściowo również zlimonitowanej (Niemczycka, 1966). Spoiwo w zlepioncu jest mułowcowo-wapniste. Ku górze piaszczystość przechodzi 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 ona 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 stopie 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, konglomeratami 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 & Kozłowski, 1983; CBDG, 2015). Utwory kimerydu wykształcone są w postaci margli i wapieni marglistych. Reprezentują one formację głowaczowską, która na omawianym obszarze ma miąższość od kilkunastu m 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 782,5 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, a dalej ku zachodowi (rejon Stężycy) na głębokości nieco powyżej 900 m (CBDG, 2015).

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 wyznaczone są umownie na podstawie korelacji z sąsiednimi obszarami, opierając się przede wszystkim na podobieństwach litologicznych i miąższościowych oraz charakterystyce petrofizycznej skał w otworach odwierconych w sąsiednich otworach wiertniczych 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 piaszkowce margliste i margle piaszczyste z konkrekcjami fosforytowymi.

Profil cenomanu (ok. 20 m miąższości) jest reprezentowany w spagu przez margle piaszczyste, często z konkrekcjami fosforytowymi, przechodzące szybko w wapień margliste i wapień organodetrytyczne z fauną *Inoceramus* (tzw. wapień inoceramowy) o wysokiej zawartości CaCO_3 .

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

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

Santon (70–130 m) również budują wapień 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 wapień 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 wapień margliste i tzw. wapień kredopodobny oraz kredę piszącą marglistą. W górnym mastrychcie występuje znaczne zróżnicowanie litologiczne profilu. W niższej części dominuje kreda pisząca, kreda pisząca marglista i wapień kredopodobny, w wyższej zaś w kredzie piszącej pojawiają się wkładki margli, a powyżej występują margle i opoki. W wyższym mastrychcie stwierdzano poziom twardego dna (np. otwory wiertnicze Żyrzyn IG1 i Abramów 2).

Utwory danu (paleocenu dolnego) reprezentowane są przez opoki, gezy, mułki wapniste i mułki o miąższościach nieprzekraczających 50 m. Stropowa powierzchnia danu jest erozyjna. Ponad tą powierzchnią występują utwory kenozoiku o miąższości kilkudziesięciu metrów. Są to klastyczne utwory oligocenu i neogenu, oraz lodowcowe i wodnolodowcowe plejstocenu: gliny, piaski i żwiry. Na powierzchni terenu odsłaniają się osady zlodowaceń środkowopolskich i północnopolskich, a w dolinach rzek utwory holocenińskiej akumulacji rzecznej. Lokalnie występują formy akumulacji eolicznej (wydmowe).

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 spagu kredy. Miąższości kredy maleją z południa ku północy. 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 3. W profilach Stężycy 1–9 osady kenozoiku nie zostały rozdzielone.

Trzeciorząd (paleogen i neogen)

Osady trzeciorzędowe w analizowanych profilach wiertniczych mają miąższość wynoszącą od 36,5 m w otworze Puławy IG 3 do 140,0 m w otworze Czernic 1. Wykształcone są w postaci: zielonych ilów, 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 na całym obszarze przetargowym „Ryki”. Ich miąższość jest niewielka i w analizo-

wanych otworach 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 nizinny (Paczyński, 1995; Paczyński & Sadurski, 2007). Wody podziemne na obszarze przetargowym występują w utworach: czwartorzędowych, czwartorzędowo-paleogeńskich, czwartorzędowo-kredowych, paleogeńsko-kredowych i kredowych (Fig. 2.9.). 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 plejstoceniowej. W obrębie dolin rzecznych występują piaski różnoziarniste z domieszką żwirów i otoczków pochodzenia rzeczno-lodowcowego. Miąższość poziomu wynosi od kilku do kilkadziesiąt metrów. Zwierciadło występuje na głębokości od 1 do

6 m i ma charakter swobodny. Na obszarze wysoczyzny wody podziemne związane są z piaskami wodolodowcowymi 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 (oligoceniński)

Poziom oligoceniński występuje w centralnej części obszaru „Ryki” w rejonie miejscowości Ryki i Baranów. Głównym poziomem wodonośnym są drobnoziarniste piaski oligocenińskie, 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 wyżejległych poziomów czwartorzędowych i miocenijskich. 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,

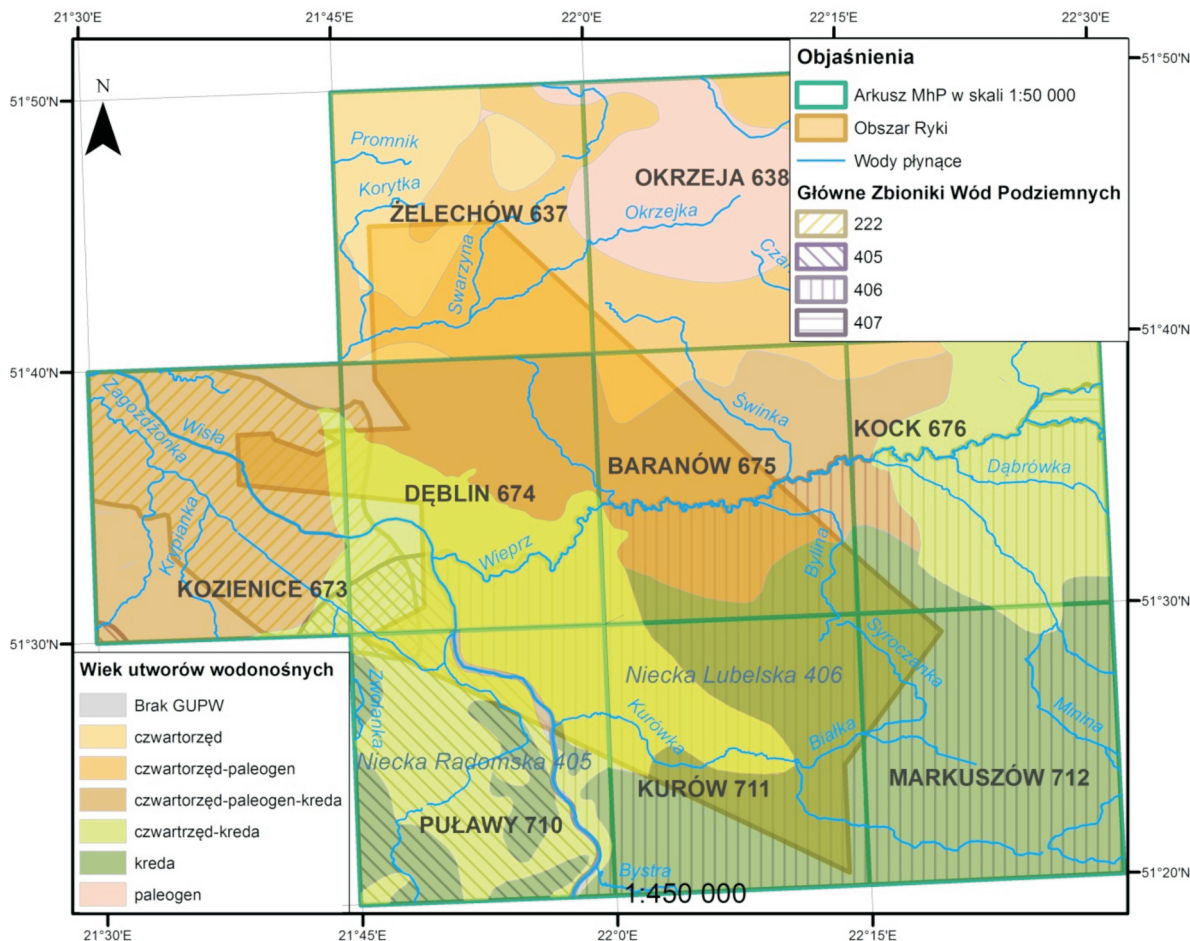


Figura 2.9. Wiek i występowanie wód podziemnych na obszarze przetargowym „Ryki”.

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 niej 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 zawadzionych 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 czwartorzędowe 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” (Nr inw. 2518/2000) (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” (Nr inw. 1265/99, Kazimierski i in., 1998).

Niewielki fragment obszaru na południe do Wisły został objęty udokumentowaniem zasobów w ramach „Dokumentacji hydrogeologicznej, ustalającej zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Kamiennej i Iłżanki” (Nr inw. 1105/2012) (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 niewielką 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.

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 & Andrews, 1985), do których zaliczamy rów lubelski, na obszarze którego zlokalizowana jest 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 uskoku,
- 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. SKAŁA MACIERZYSTA

Na obszarze przetargowym „Ryki” wyznaczono położenie skał macierzystych w obrębie ogniwa werbkowskiego, 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). Zasto-

sowany 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 – górnowiązki kompleks morsko-paraliczny, II – dolnonamurski kompleks paraliczny, III – środkonamurski dolnowestfalski kompleks paraliczny, IV – środkowo- i górnowiązki kompleks terygeniczny. W obrębie tych kompleksów znajdują się nie tylko poziomy skały 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). Sugero- wano się wynikami analizy geochemicznej próbek pobranych z utworów dewonu i karbonu z otworów: Dęblin-7, Rycice-2, Stężycza-1, Stężycza-2, Stężycza-3K, Stężycza-4, Stężycza-7, Stężycza-8. Materiałem badawczym były głównie skały węglano- we, iłowce i mułowce, a w przypadku utworów karbońskich dodatkowo łupki węgliste i węgle.

Utwory dewonu – ogniwo werbkowickie (formacja modryńska)

Ogniwo werbkowickie zostało opróbowane jedynie w otwo- rze Stężycza-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 Stężyczy-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 Stężycza-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 0,61% 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 zubo- wickim odpowiada oknu ropnemu.

Utwory dewonu – formacja bychawska

Formacja bychawska została opróbowana w otworach Stę- życza-1 i Stężycza-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 Stężyczy-1 do około 0,47% wag. Ponadto można się spo- dziewać wkladek o zawartości węgla organicznego powyżej 5% wag. Potencjał węglowodorowy jest wysoki i średnio wynosi 262 mg HC/g TOC, natomiast potencjał genetyczny jest przeciętny i wynosi średnio 2,78 mg HC/g skały. Stopień dojrzałości sub- stancji organicznej zawartej w formacji bychawskiej odpowiada oknu ropnemu.

Podsumowanie skał macierzystych dewonu

Utwory dewonu ogniwa werbkowickiego, zubowickiego i for- macji bychawskiej na obszarze przetargowym „Ryki”, charakte- ryzują się słabymi parametrami macierzystości (Tab. 3.1.). W

	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} (°C)	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 ropotwórczy	II ropotwórczy	II ropotwórczy
Stopień dojrzałości	dojrzały	dojrzały	dojrzały
Potencjał węglowodorowy	słaby	słaby	słaby
Mięszość sumaryczna skał macierzystych na przykładzie profili otworu Stężycza-1 (m)	25	60	160

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

utworach tych występuje niewielka zawartość węgla organicznego TOC, średnio nie przekraczając 0,61% wag. Jest to w przewadze materia organiczna II typu, odpowiadająca głównie za generowanie ropy naftowej, ale również można 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 ognia werbkowickiego, zubowickiego i formacji bychawskiej wynosi odpowiednio 25, 60 i 160 m.

Utwory karbonu – kompleks I

Utwory kompleksu I karbonu zostały opróbowane w otworach Rycice-2, Stężycza-1, Stężycza-2, Stężycza-3K, Stężycza-4 i Stężycza-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 węgla kamiennych w profilach odwiertów Stężycza-1, Stężycza-2 i Stężycza-7 (Kotarba i in., 2005b). Średnia zawartość węgla organicznego wynosi 4,45% wag. Najwyższą, >7% wag. średnią zawartość TOC stwierdzono w profilu Stężycza-7. Potencjał genetyczny jest zmienny, średnio wynosząc 15,5 mg HC/g skały. Dla skał z rozproszoną materią organiczną osiąga wartości >80 mg HC/g skały, a dla łupków węglistych i węgla 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 Stężycza-2 sugerując 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, Stężycza-1, Stężycza-2, Stężycza-3K i Stężycza-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 Stężycza-2 (Kotarba i in., 2005b). Średnia zawartość węgla organicznego wynosi 2,09% wag. Potencjał genetyczny jest zmienny, średnio wynosząc 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, Stężycza-1, Stężycza-2, Stężycza-3K, Stężycza-4, Stężycza-7 i Stężycza-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 Stężycza-1, Stężycza-2, Stężycza-4, i Stężycza-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 Stężycza-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, Stężycza-1, Stężycza-7 i Stężycza-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 węgla 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 węgla 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 około 1–1,7% 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.

	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)
Tmax (°C)	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	II ropotwórczy	II ropotwórczy
Stopień dojrzałości	dojrzały	dojrzały	dojrzały	dojrzały
Potencjał węglowodorowy	średni	średni	dobry	dobry
Miąszość sumaryczna skał macierzystych na przykładzie profili otworu Stężycza-1 (m)	90	130	50	*

Tabela 3.2. Charakterystyka geochemiczna i potencjał węglowodorowy utworów karbonu dla obszaru przetargowego „Ryki” (na podstawie: Kotarba i in., 2005b). TOC – całkowita zawartość węgla organicznego; S2 – rezydualny potencjał genetyczny; Tmax – temperatura maksimum pików; PI – wskaźnik produktywności; HI – wskaźnik wodorowy (potencjał generacyjny); OI – wskaźnik tlenowy; * – miąszość niemożliwa do określenia ze względu na słabe lub nie reprezentatywne opróbowanie. W tabeli podano wartości średnie a w nawiasach znajdują się wartości minimalne i maksymalne.

3.2. SKAŁA ZBIORNIKOWA

Na obszarze przetargowym „Ryki” wyznaczono położenie skał zbiornikowych w utworach węglanowych dewonu górnego oraz w piaskowcach przeławiających 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 mocno skał węglanowych, w których obliczone przepuszczalności średnie nie osiągają, poza częściowo klastyczną formacją telatyńską, 1mD. Podobnie jak w przypadku porowatości, również przepuszczalność jest nieco lepsza w utworach klastycznych dewonu dolnego. Formacja sycyńska, czarnoleska i zwoleńska posiadają najlepsze wyniki przepuszczalności, >7mD.

Parametry zbiornikowe utworów karbonu

Badania porowatości efektywnej utworów karbonu (Tab. 3.5.) wykazały, że utwory te charakteryzują się dwudzielną strukturą profilu karbonu pod względem własności zbiornikowych. Skały należące do kompleksów I i II charakteryzują się słabą porowatością średnią (2,22% 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 dwudzielną strukturę 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) najslabsze własności zbiornikowe mają

Porowatość efektywna [%]																
	Fm. sycyńska	Fm. czarnoleska	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
Licz.	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

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

Przepuszczalność efektywna [mD]																
	Fm. sycyńska	Fm. czarnoleska	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
Licz.	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

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

Porowatość efektywna [%]				
	Kompleks I	Kompleks II	Kompleks III	Kompleks IV
Licz.	158	254	347	181
Śr.	2,62	4,35	8,97	8,88
Maks.	23,61	15,40	23,56	25,00
Min.	0,00	0,00	0,20	0,30
Odch. stand.	3,82	3,72	5,22	7,01
Med.	1,5	2,9	10,01	5,20

Tabela 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
Licz.	25	109	252	100
Śr.	5,38	6,32	11,18	12,89
Maks.	23,61	15,40	23,56	25,00
Min.	0,00	0,00	0,93	1,20
Odch. stand.	7,83	3,49	4,23	6,76
Med.	0,80	5,80	11,70	13,75

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

Przepuszczalność efektywna [mD]				
	Kompleks I	Kompleks II	Kompleks III	Kompleks IV
Licz.	43	87	205	114
Śr.	0,68	3,79	40,94	191,67
Maks.	10,10	109,30	450,00	6450,00
Min.	0,00	0,00	0,00	0,00
Odch. stand.	1,79	15,27	79,24	702,73
Med.	0,10	0,50	5,90	0,83
Śr. geom.	0,08	1,18	3,56	2,00

Tabela 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
Licz.	5	52	168	76
Śr.	3,97	6,15	48,08	286,83
Maks.	10,10	109,30	450,00	6750,00
Min.	0,00	0,00	0,00	0,00
Odch. stand.	4,25	19,47	82,82	846,46
Med.	4,00	0,10	12,95	15,60
Śr. geom.	0,19	0,23	7,75	7,24

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

piaskowce kompleksu I (średnia geometryczna 0,19 mD), a najwyższe – piaskowce kompleksu III (średnia geometryczna 7,79 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 utwory 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, wykazując 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, nie przekraczającą 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).

3.3. SKAŁA USZCZELNIAJĄCA

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 skały 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 Glinik (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 utworzenia i ekranowania pułapek węglowodorów w dewonie. Przebudowa strukturalna i erozja miała 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 Stężycy (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 Stężycy).

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. Formowanie się pułapek strukturalnych w karbonie jest związane z deformacjami synwaryscyjskimi (faza asturyjska), natomiast 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 przyskokowych, 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, Dębina, rejon Abramowa, Nasutowa, Glinnika, kończąc na antyklinach Ciecierzyna i Melgwi 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 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 modeli systemów naftowych ma na celu przeprowadzenie rekonstrukcji procesów i mechanizmów generowania, migracji i akumulacji węglowodorów. Podstawą modeli procesów generowania jest modelowanie paleotermiczne, które polega na modelowaniu dojrzałości termicznej skał zwłaszcza macierzystych. Takie 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 metodologia modelowania systemów naftowych została przedstawiona w pracach m.in. Batora & Kosakowskiego (2000), Al-Hajeri i in. (2009) i Highley i in. (2006).

Na obszarze przetargowym „Ryki” występuje kilkadziesiąt otworów wiertniczych nawierających perspektywiczne utwory dewonu i karbonu. Do tej pory dla analizowanego obszaru przetargowego, będącego północną częścią rowu lubelskiego,

wykonano liczne modelowania systemów naftowych, które zostały przedstawione w pracach m.in.: Burzewskiego i in. (1998), Batora 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 modeli 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% Ro). Skały macierzyste kompleksów II, III i IV karbonu obecnie występują w oknie odpowiadającym wczesnej fazie generowania ropy naftowej (0,5–0,7% Ro). 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 wzrosła >120°C. Skały macierzyste karbonu I, II i III osiągnęły wczesną fazę dojrzałości w westfalu przy pogrążeniu na głębokość <1600 m i temperaturze >90°C. Wypiętrzenie i

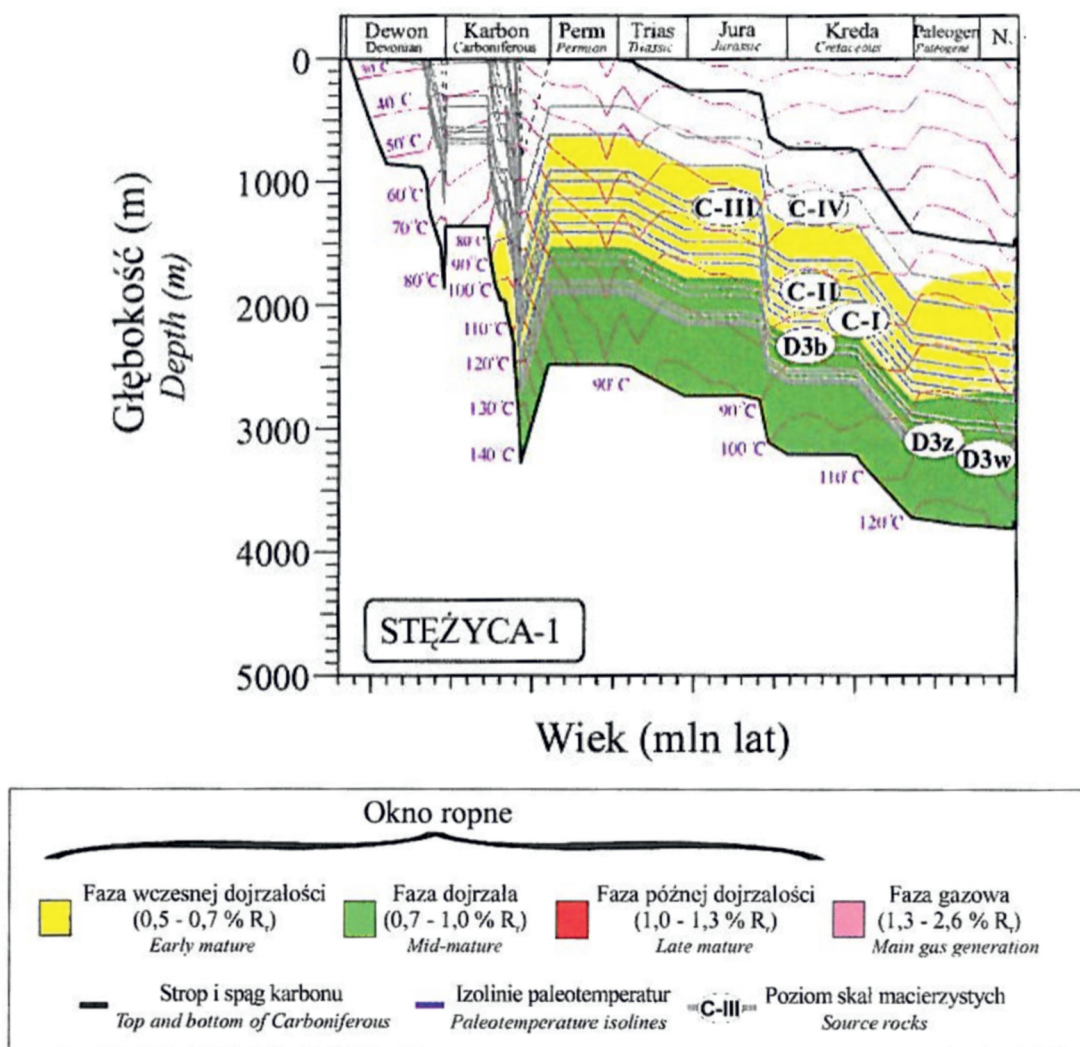


Figura 3.1. Model 1D historii pogrążania i dojrzałości termicznej dla otworu Stężycza-1 (Kosakowski i in., 2005).

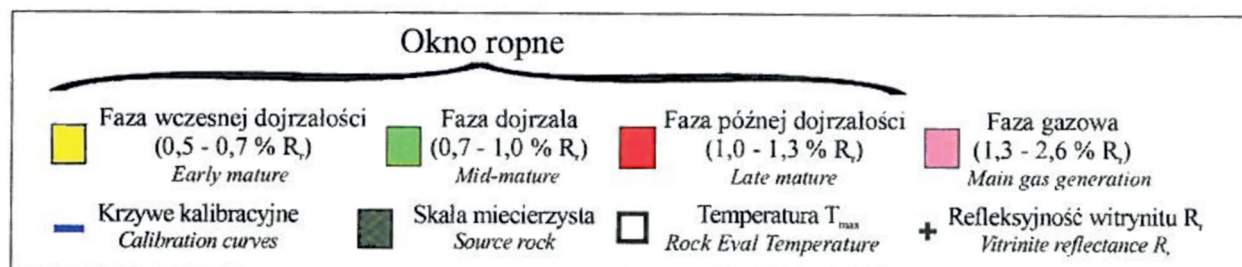
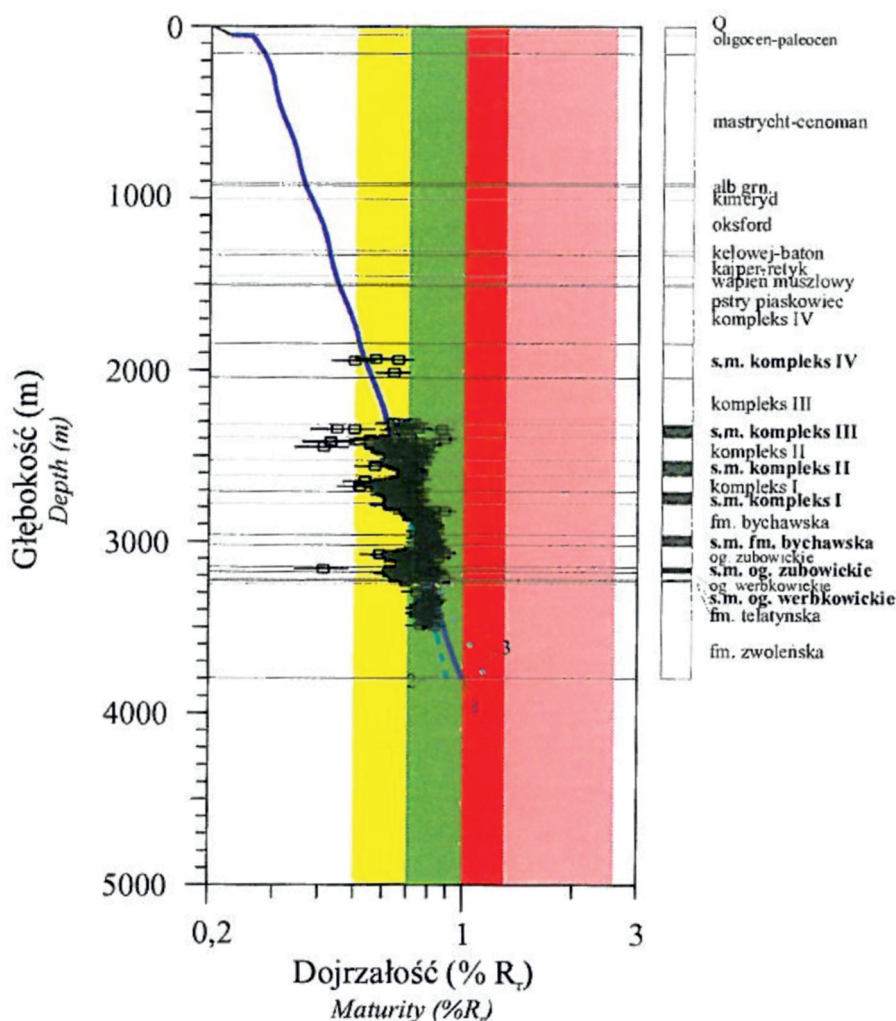


Figura 3.2. Krzywa kalibracyjna dojrzałości termicznej dla kompleksów macierzystych dewonu i karbonu w profilach geologicznych odwiertów północnej części rowu lubelskiego (segment stężycki) (Kosakowski i in., 2005).

erozja późnokarbońska (powestfalska) zahamowała czasowo dalszy wzrost dojrzałości termicznej utworów karbonu. Depozycja utworów mezozoiku przyczyniła się dopiero do dalszego pogrzebienia, a tym samym zwiększenia głębokości i temperatury. Kompleks I osiągnął dojrzałość termiczną na poziomie generowania ropy naftowej dopiero w paleogenie, kiedy skały zostały pograżone 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 sedimentacji i deformacji synwarwyskich. 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-akumula-

cyjny 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 „Stężycza”, znajdującego się w bezpośrednim sąsiedztwie obszaru przetargowego.

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 Stężycza. 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 Stężycza-1, Stężycza-3K i Stężycza 5-K (Tab. 3.9.).

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

Składnik	Stężycza-1	Stężycza-3K	Stężycza 5-K
	% objętości		
CH ₄	89,5	89,5	52,7
C ₂ H ₆	3,55	4,02	13,08
C ₃ H ₈	2,03	1,89	13,96
iC ₄ H ₁₀	0,346	0,273	2,925
nC ₄ H ₁₀	0,533	0,572	7,415
C ₅ H ₁₂	0,426	0,370	5,162
C ₆ H 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

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

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

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

3.9. PODSUMOWANIE

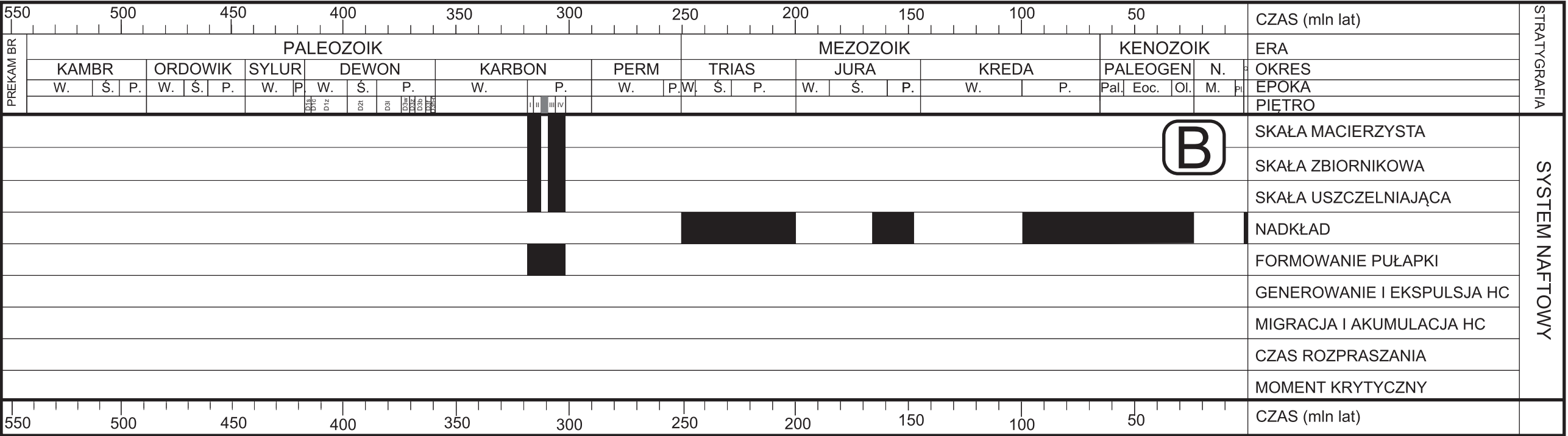
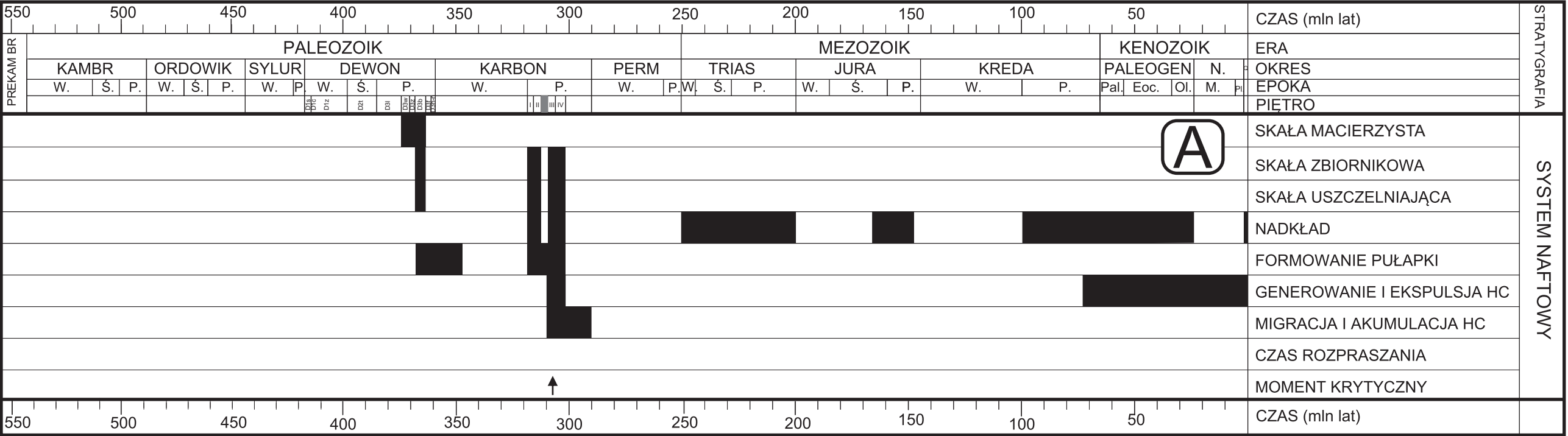
System naftowy obszaru przetargowego „Ryki” (Fig. 3.3.) reprezentują perspektywiczne utwory ropo- i gazonośne dewonu i karbonu. Do skał macierzystych zalicza się utwory ogniwa zubkowickiego, werbkowickiego i formacji bychawskiej dewonu górnego oraz kompleksy I, II, III i IV karbonu. Skały zbiornikowe tworzą utwory węglanowe dewonu górnego oraz piaskowce przeławicające poszczególne macierzyste kompleksy karbonu. Skały uszczelniające reprezentują marglisto-ilaste utwory formacji bychawskiej dewonu oraz poziomy ilasto-mułcowe 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 synwarwscyjskimi (faza asturyjska), natomiast pułapek stratygraficznych 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. Czas i mechanizm formowania się strukturalnych pułapek naftowych w utworach dewonu jest związany z bretońską fazą przebudowy strukturalnej obszaru rowu lubelskiego. Formowanie się pułapek strukturalnych w karbonie jest związane z deformacjami synwarwscyjskimi (faza asturyjska), natomiast pułapek stratygraficznych – na czas sedymentacji utworów 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.

Kompleks karbonu	Gęstość		Siarka (% wag.)	Fracje				Nas/aro	δ ¹³ C (nas)	δ ¹³ C (ropa)	δ ¹³ C (aro)	δ ¹³ C (żyw)	δ ¹³ C (asf)
	(g/cm ³)	°API		(% 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

Tabela 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: Kotarba i in., 2005a).

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



4. CHARAKTERYSTYKA ZŁÓŻ WĘGLOWODORÓW

STĘŻYCA
(KOD MIDAS) GZ 8233

Złoże gazu ziemnego i ropy naftowej „Stężyca” przylega do zachodniej granicy obszaru „Ryki” (Fig. 4.3.).

Złoże zostało udokumentowane w 1998 r. w „Dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego i ropy naftowej Stężyca”, którą zatwierdzono decyzją Ministra Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 15 kwietnia 1999 r. znak: DG/kzk/ZW/7018/99 (nr w archiwum NAG 737/99). Najnowszy dodatek: „Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego i ropy naftowej Stężyca”, przyjęty bez zastrzeżeń zawiadomieniem Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2002 r. znak: DG/kzk/EZD/7414/2002 (nr w archiwum NAG 1894/2002).

1. Położenie złoża:

miejscowość: Pawłowice, Długowola, Piotrowice, Podeblucie

gmina:	Stężyca Trojanów	powiat:	rycki garwoliński	woje- wództwo:	lubelskie mazowieckie
--------	---------------------	---------	----------------------	-------------------	--------------------------

2. Użytkownik złoża: Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. w Warszawie

3. Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Lublin

4. Koncesja na wydobywanie: nr koncesji: 1/2001 z dnia 5 stycznia 2001 r. wydana przez: Ministra Środowiska

5. Kopaliny:

- kopalina główna: gaz ziemny (gaz ziemny wysoko-metanowy, gazolinowy); horyzont L₂A, L₂B, L₂C, L₂A;
- kopalina główna: ropa naftowa (lekka ropa naftowa); horyzont I₂B, D₂;
- kopalina towarzysząca: gaz ziemny towarzyszący ropie naftowej (gaz ziemny gazolinowy); horyzont I₂B, D₂;

6. Stan zagospodarowania: złożo zagospodarowane

7. Data rozpoczęcia eksploatacji: 2002 rok

8. Stratygrafia i litologia skały zbiornikowej: karbon górny, piaskowce

9. Ilość poziomów ropo- i gazonośnych:

gaz ziemny	4
ropa naftowa	2
gaz ziemny towarzyszący ropie naftowej	2

10. Głębokość położenia złoża, miąższość efektywna złoża:

– ropa naftowa

głębokość położenia złoża [m]	min.	2 376,50	max.	2 674,00
miąższość efektywna złoża [m]	min.	3.50	max.	4.05

– gaz ziemny towarzyszący ropie naftowej

głębokość położenia złoża [m]	min.	2 372,30	max.	2 674,00	śr.	–
miąższość efektywna złoża [m]	min.	–	max.	–	śr.	3.20

– gaz ziemny

głębokość położenia złoża [m]	min.	1 908,40	max.	2 441,20
miąższość efektywna złoża [m]	min.	4,10	max.	15,09

11. Parametry złoża oraz parametry jakościowe kopaliny

– ropa naftowa

Nazwa parametru	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 V _{dozw.}	217,000	Nm ³ /min	horyzont I2B, wartość szacunkowa
wydajność dozwolona V _{dozw.}	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

– gaz ziemny towarzyszący ropie naftowej

Nazwa parametru	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	

Nazwa parametru	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
typ chemiczny wody złożowej	–	–	chlorkowo-wapniowa
warunki produkowania	–	–	samoczynny
współczynnik nasycenia węglowodorami	0,360	%	horyzont I2B
wydajność absolutna V_{abs}	161,000	Nm ³ /min	VIII 2001
wydajność dozwolona $V_{dozw.}$	43,000	Nm ³ /min	
wykładnik wodny	0,000	g/Nm ³	
zapiaszczenie	79,680	%	horyzont I2B

– gaz ziemny

Nazwa parametru	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie aktualne	18,580	MPa	horyzont L2A, XI 1998
ciśnienie aktualne	19,510	MPa	horyzont L2C, VIII 1998
ciśnienie aktualne	18,810	MPa	horyzont L2B, IX 1998
ciśnienie aktualne	23,080	MPa	horyzont I2A, 2001
ciśnienie złożowe pierwotne	19,160	MPa	horyzont L2A
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
temperatura złoża	322,520	K	horyzont L2B

Nazwa parametru	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
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 V_{abs}	51,440	Nm ³ /min	horyzont L2C
wydajność absolutna V_{abs}	65,420	Nm ³ /min	horyzont L2B
wydajność absolutna V_{abs}	233,430	Nm ³ /min	horyzont I2A
wydajność absolutna V_{abs}	201,910	Nm ³ /min	horyzont L2A
wydajność dozwolona $V_{dozw.}$	50,000	Nm ³ /min	horyzont L2A
wydajność dozwolona $V_{dozw.}$	217,000	Nm ³ /min	horyzont I2A, wartość szacunkowa
wydajność dozwolona $V_{dozw.}$	–	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

12. Współczynnik wydobywania:

– ropa naftowa: 0,325

– gaz ziemny, gaz ziemny towarzyszący ropie naftowej: 0,75

13. Metoda obliczenia zasobów:

– ropa naftowa, gaz ziemny towarzyszący ropie naftowej: objętościowa

– gaz ziemny: bilansu masowego

14. Wydobycie (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 (gaz ziemny – mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)	
			A+B	C
gaz ziemny	T	02/12/31	31,25	
gaz ziemny	T	03/12/31	102,02	
gaz ziemny	T	04/12/31	92,37	
gaz ziemny	T	05/12/31	82,85	
gaz ziemny	T	06/12/31	59,63	
gaz ziemny	T	07/12/31	18	
gaz ziemny	T	08/12/31	6,01	
gaz ziemny	T	09/12/31	1,24	1,23
gaz ziemny	T	10/12/31		1,16
gaz ziemny	T	11/12/31		3,89
gaz ziemny	N	12/12/31		0,3
ropa naftowa	T	12/12/31		0,32
gaz ziemny	T	12/12/31		2,35
gaz ziemny	N	13/12/31		0,56
ropa naftowa	T	13/12/31		0,8
gaz ziemny	T	13/12/31		0,78
gaz ziemny	N	14/12/31		0,53
gaz ziemny	T	14/12/31		0,16
ropa naftowa	T	14/12/31		0,34

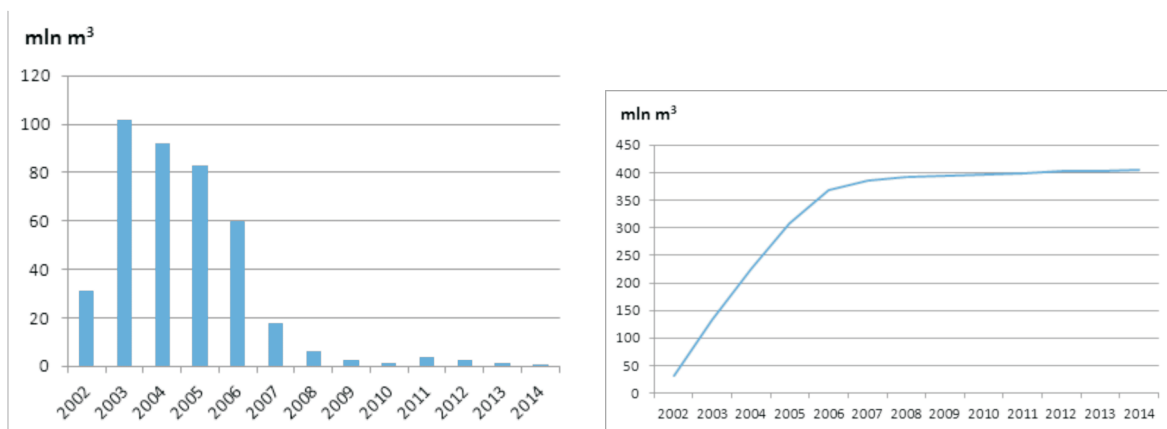


Figura 4.1. Wydobycie gazu ziemnego ze złoża Stężycza w ujęciu rocznym i skumulowane (na podstawie danych z Bilansów Zasobów Złóż Kopalin za lata 2002–2014)

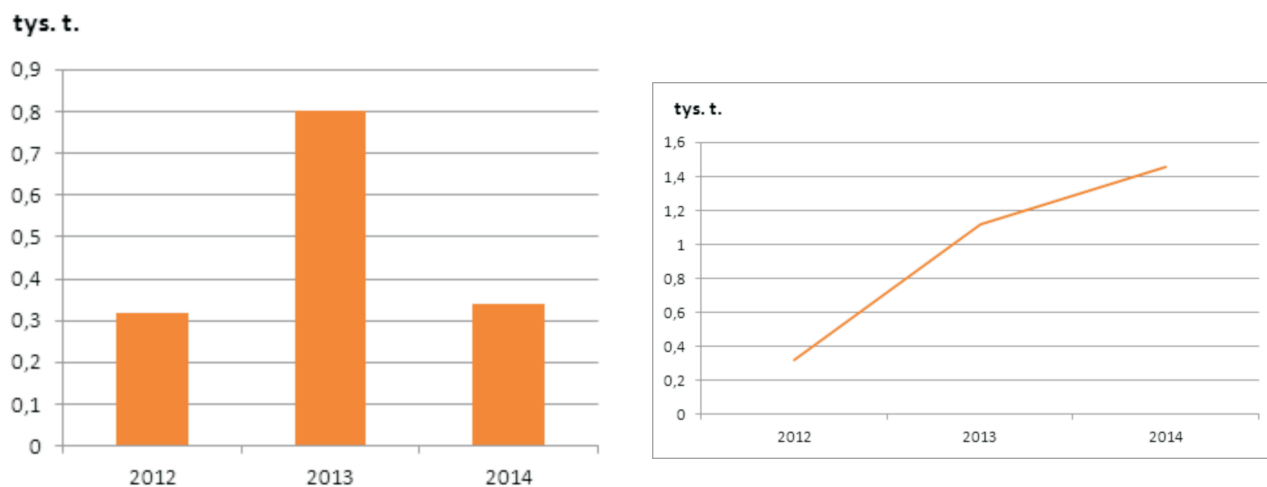
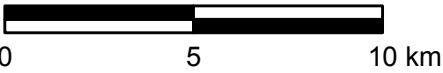


Figura 4.2. Wydobycie ropy naftowej ze złoża Stężycza w ujęciu rocznym i skumulowane (na podstawie danych z Bilansów Zasobów Złóż Kopalin za lata 2012–2014)

↓ **Figura 4.3.** Konwencjonalne złoża węglowodorów w rejonie obszaru przetargowego „Ryki”.

Obszary wytypowane
do postępowania przetargowego na koncesje
na poszukiwanie i rozpoznawanie
złóż węglowodorów oraz wydobywanie
węglowodorów ze złóż w 2016 r.

RYKI



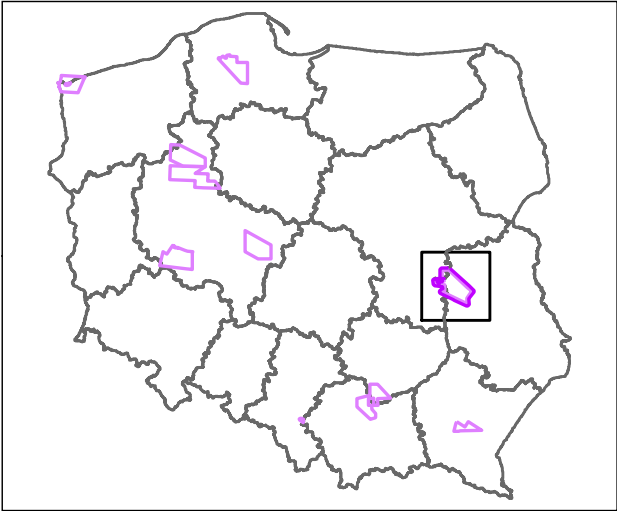
Układ współrzędnych: PL-1992

Objaśnienia

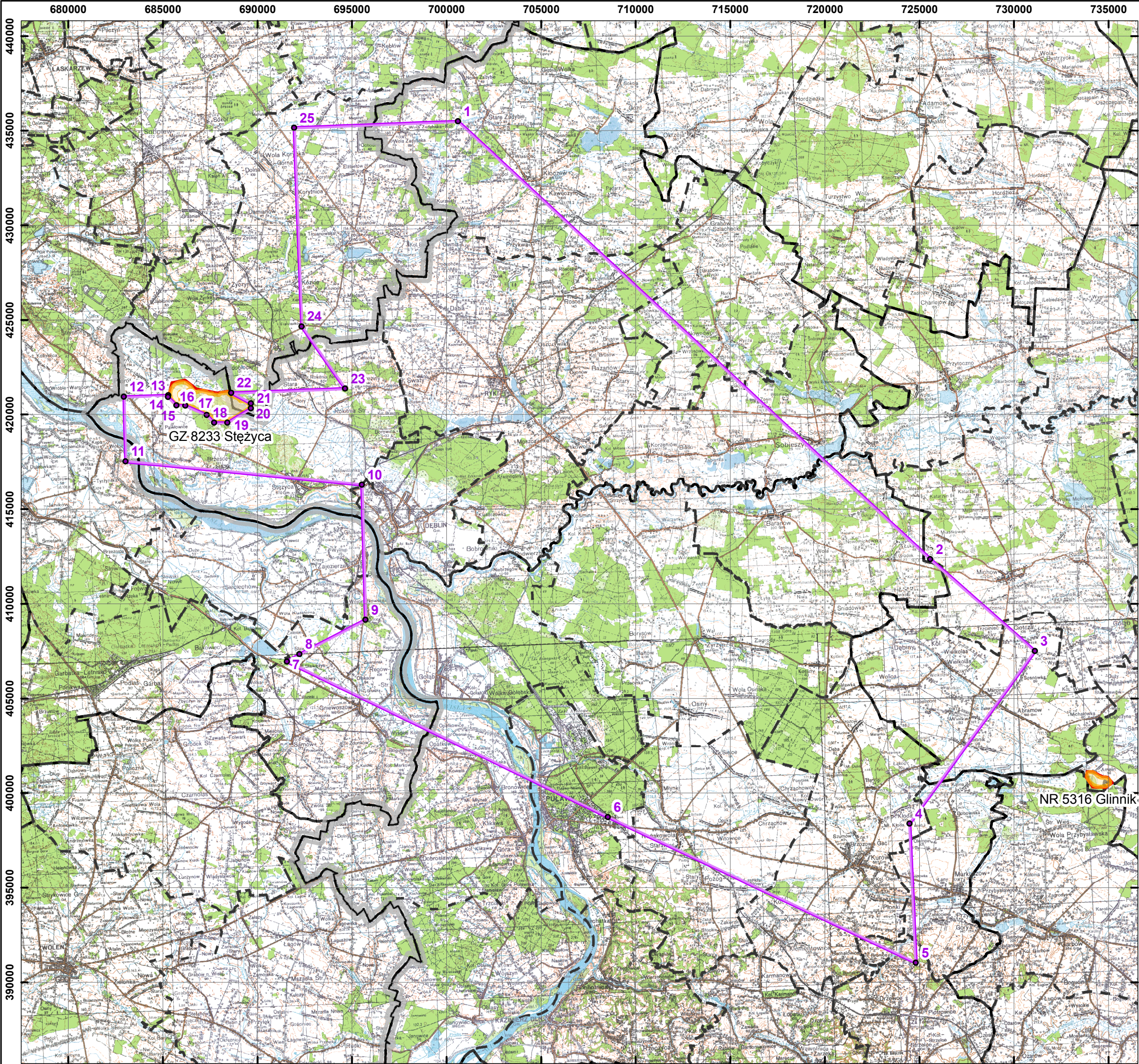
- obszary wytypowane do przetargu
- złoża węglowodorów
- obszary górnicze
- granice gmin
- granice powiatów
- granice województw

Współrzędne punktów wyznaczających granice obszaru Ryki
układ współrzędnych PL-1992

nr	x	y	nr	x	y
1	435481,98	700604,46	14	420923,26	685271,71
2	412349,86	725578,28	15	420469,35	685725,44
3	407494,55	731105,46	16	420460,44	686189,02
4	398381,37	724478,08	17	419968,31	687320,49
5	391027,02	724815,79	18	419554,49	687716,99
6	398721,51	708533,60	19	419553,99	688409,45
7	406938,85	691560,89	20	420317,35	689664,43
8	407325,82	692222,72	21	420580,60	689659,36
9	409150,21	695716,82	22	421133,16	688618,60
10	416283,82	695521,79	23	421361,48	694639,27
11	417513,16	683035,52	24	424645,99	692342,61
12	420925,35	682944,96	25	435143,76	691942,04
13	421010,20	685294,80			



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



GLINNIK
(KOD MIDAS) NR 5316

Złoże ropy naftowej „Glinnik” położone jest odległości około 7 km na południowy wschód od obszaru „Ryki” (Fig. 4.3.).

Złoże zostało udokumentowane w 1995 r. w „Dokumentacji geologicznej złoża ropy naftowej Glinnik”, zatwierdzonej decyzją Ministra Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 08 stycznia 1996 r., znak: KZK/2/6536/95 (nr w archiwum NAG 247/96). Najnowszy: „Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża ropy naftowej Glinnik”, zatwierdzony został decyzją Ministra Środowiska z dnia 19 marca 2013 r., znak: DGKkzk-4741-8137/2/10831/13/MW (nr w archiwum NAG 972/2013).

1. Położenie złoża:

miejscowość: Amelin, Mesno

gmina: Kamionka Garbów powiat: lubartowski lubelski województwo: lubelskie

2. Użytkownik złoża: Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. w Warszawie

3. Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Lublin

4. Koncesja na wydobywanie:

nr koncesji: 8/2001 z dnia 6 lipca 2001 roku

wydana przez: Ministra Środowiska

5. Kopaliny:

Kopalina główna: ropa naftowa (niskosiarkowa parafinowa)

kopalina towarzysząca: gaz ziemny towarzyszący ropie naftowej (gaz ziemny gazolinowy)

6. Stan zagospodarowania: złożo zagospodarowane

7. Data rozpoczęcia eksploatacji: 1991 rok

8. Stratygrafia i litologia skały zbiornikowej: dewon górny-famen, piaskowce

9. Ilość poziomów ropo- i gazonośnych: 1

10. Głębokość położenia złoża, miąższość efektywna złoża:

głębokość położenia złoża [m]	min.	2 293,50	max.	2 299,50	śr.	–
miąższość efektywna złoża [m]	min.	1,50	max.	7,00	śr.	4.20

11. Parametry złoża oraz parametry jakościowe kopalin

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie aktualne	–	–	2,530	MPa	
ciśnienie złożowe pierwotne	–	–	21,220	MPa	
głębokość położenia wody podścielającej	–	–	–2 146,50	m	określono na podstawie prób złożowych w otworze Glinnik-3
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, grawitacyjne
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	

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciężar właściwy ropy	0,812	0,845	0,828	g/cm ³	
zawartość Hg	–	–	–	µg/nm ³	nie występuje
zawartość siarki	0,060	0,360	–	%	

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
wartość opałowa	41,430	67,010	51,800	MJ/Nm ³	
zawartość C ₂ H 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 C ₃ +	139,330	712,040	379,610	g/Nm ³	

12. Współczynnik wydobywania: 0,3

13. Metoda obliczenia zasobów: krzywych spadku wydobywania

14. Błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów: 9.1%

15. Wydobycie (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 (gaz ziemny – mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)	wydobycie z zasobów pozabilansowych (gaz ziemny – mln m ³ ; ropa naftowa – tys. ton)
			A+B	A+B
gaz ziemny	N	95/12/31	0,01	
ropa naftowa	T	95/12/31	0,17	
ropa naftowa	T	96/12/31	0,75	
gaz ziemny	N	96/12/31	0,05	
ropa naftowa	T	97/12/31	0,5	
gaz ziemny	N	97/12/31	0,06	
gaz ziemny	N	98/12/31	0,06	
ropa naftowa	T	98/12/31	0,7	
ropa naftowa	T	99/12/31	0,72	
gaz ziemny	N	99/12/31	0,06	
ropa naftowa	T	00/12/31	0,24	
gaz ziemny	N	00/12/31	0,02	
ropa naftowa	T	01/12/31	0,36	
gaz ziemny	N	01/12/31	0,01	
ropa naftowa	T	02/12/31		0,5
gaz ziemny	N	02/12/31		0,02
ropa naftowa	T	03/12/31		0,26
gaz ziemny	N	03/12/31		0,03
ropa naftowa	T	04/12/31		0,16
gaz ziemny	N	05/12/31		0,02
ropa naftowa	T	05/12/31		0,25
ropa naftowa	T	06/12/31		0,22
gaz ziemny	N	06/12/31		0,01
ropa naftowa	T	07/12/31		0,31
gaz ziemny	N	07/12/31		0,04
gaz ziemny	N	08/12/31		0,03
ropa naftowa	T	08/12/31		0,26
ropa naftowa	T	09/12/31		0,52
gaz ziemny	N	09/12/31		0,08
ropa naftowa	T	10/12/31		0,4
gaz ziemny	N	10/12/31		0,05
gaz ziemny	N	11/12/31		0,04
ropa naftowa	T	11/12/31		0,27
ropa naftowa	T	12/12/31	0,38	
gaz ziemny	N	12/12/31	0,05	
ropa naftowa	T	13/12/31	0,28	
gaz ziemny	N	13/12/31	0,04	
gaz ziemny	N	14/12/31	0,04	
ropa naftowa	T	14/12/31	0,34	

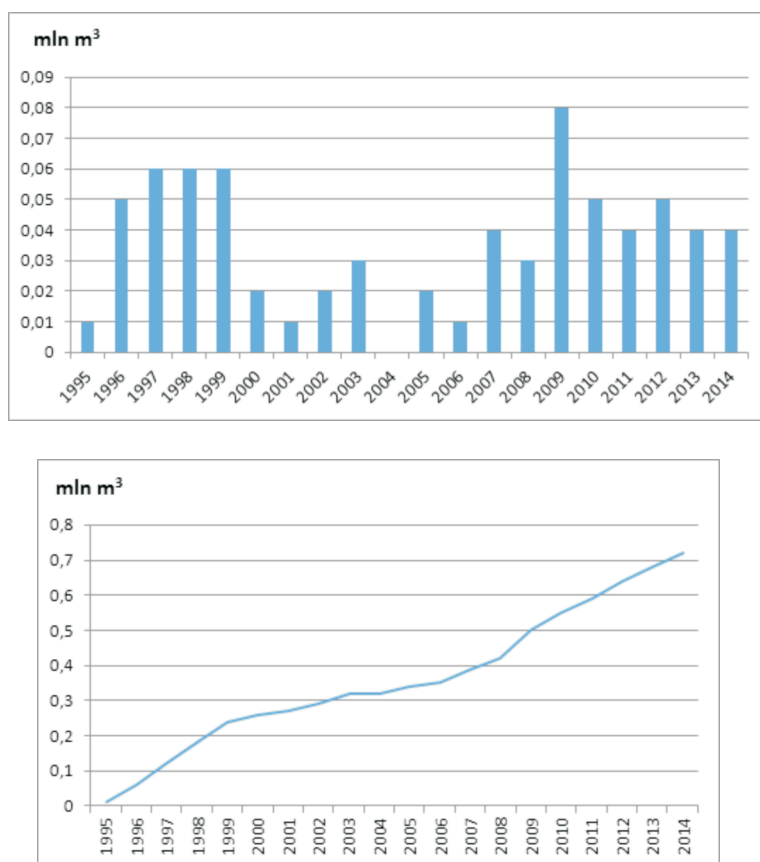


Figura 4.4. Wydobycie gazu ziemnego ze złoża Glinnik w ujęciu rocznym i skumulowane (na podstawie danych z Bilansów Zasobów Złóż Kopalni za lata 1995–2014)

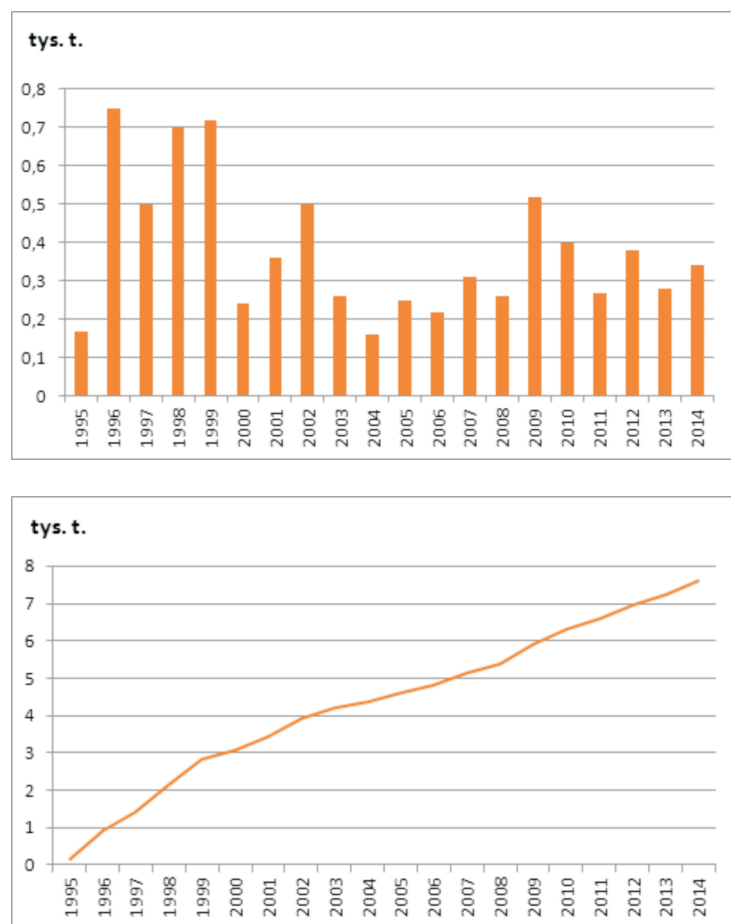


Figura 4.5. Wydobycie ropy naftowej ze złoża Glinnik w ujęciu rocznym i skumulowane (na podstawie danych z Bilansów Zasobów Złóż Kopalni za lata 1995–2014)

5. DANE O OTWORACH WIERTNICZYCH

5.1. PODSTAWOWE DANE

(otwory wiertnicze w obrębie obszaru przetargowego i na jego granicy, Fig. 1.2.).

Współrzędne otworów wiertniczych w obrębie obszaru przetargowego i na jego granicy w układzie PL-1992

L.P.	Nazwa	X-1992	Y-1992
1	Abramów 1	402428,670	726945,356
2	Baranów 1	413315,604	717245,935
3	Czernic 1	429908,738	707040,002
4	Czernic 277-2	430317,280	707525,340
5	Dęblin 2	413970,768	711947,146
6	Dęblin 3	412508,810	710786,957
7	Dęblin 4	417008,216	704162,936
8	Dęblin 5	414164,730	712821,977
9	Dęblin 6	414126,379	709592,534
10	Dęblin 07 (Cezaryn)	413887,796	708548,909
11	Dęblin 8	411906,018	707763,003
12	Dęblin 9	410869,921	713762,241
13	Dęblin 10	413168,778	708588,583
14	Gniewoszów 1K	406040,254	698504,897
15	Przytoczno IG-1	420128,107	717659,586
16	Puławy IG-3	400382,487	716188,229
17	Rycice-2	416405,210	698340,037
18	Stężycza 1 (Pawłowice)	420906,875	686564,482
19	Stężycza 2 (Długowola)	420131,341	688555,859
20	Stężycza 3k	420250,900	687293,893
21	Stężycza 4	418339,835	693255,292
22	Stężycza 5k	420407,166	689498,380
23	Stężycza 6k	420222,210	687352,782
24	Stężycza 7	421118,484	686005,130
25	Stężycza 8	420786,820	688484,617
26	Stężycza 9	420487,280	689321,503

ABRAMÓW 1

miejsowość	Glinnik		
współrzędne geogr.	51° 26' 38,00" 22° 16' 08,00"		
arkusz 100 000	Puławy	pas-słup	43-34
głębokość (pionowa)			
długość (gł.wiertnicza)	4825,80 m	odchylenie na spodzie:	azymut:
wys n.p.m.	155,00 m		
rok zak. wiercenia	1970	likwidacja otworu	Cel wiercenia, złoże posz rg: GN nr CDBG 122984
stratygrafia wg.	weryfikacja 2008; karbon wg. M. Waksmundziej, 2010		

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q			Q	czwartorzęd		0,0	35,0	35,0
Kz	NP			Ng, Pg	neogen, paleogen		35,0	105,0	70,0
Mz	K	K3	Km-Kcn	Km+Kcn	mastrycht + koniak		105,0	665,0	560,0
Mz	K	K3	Kt	Kt	turon		665,0	776,0	111,0
Mz	K	K3	Kc	Kc	cenoman		776,0	795,0	19,0
Mz	K	K1	Kal	Kal	alb		795,0	807,5	12,5
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		807,5	837,0	29,5
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		837,0	1058,5	221,5
Mz	J	J2	Jcl-Jbt	Jcl+Jbt3	kelowej + baton górny		1058,5	1073,0	14,5
Plz	C	C3	Cw	CwC	westfal C		1073,0	1293,5	220,5
Plz	C	C3	Cw	CwB	karbon górny: westfal B		1293,5	1573,5	280,0
Plz	C	C3	Cw	CwA	westfal A		1573,5	1796,0	222,5
Plz	C	C3	Cn	CnC	namur C		1796,0	1945,0	149,0
Plz	C	C3	Cn	CnB	namur B		1945,0	2013,0	68,0
Plz	C	C3	Cn	CnA	namur A		2013,0	2342,0	329,0
Plz	C	C1	Cv	Cv	wizen		2342,0	2580,0	238,0
Plz	D	D3	Dfa	Dfa, D3	famen, dewon górny		2580,0	4225,0	1645,0
Plz	D	D3	Dfr	Dfr, D3	fran, dewon górny		4225,0	4639,0	414,0
Plz	D	D2		D2	dewon środkowy		4639,0	4647,5	8,5
Plz	D	D3	Dfr	Dfr, D3	fran, dewon górny		4647,5	4811,0	163,5
Plz	D	D2	Dgt	Dgt, D2	żywet, dewon środkowy		4811,0	4825,8	14,8

BARANÓW 1

miejsowość	Czołna		
współrzędne geogr.	51° 32' 46,00" 22° 08' 08,00"		
arkusz 100 000	Dęblin	pas-słup	42-34
głębokość (pionowa)			
długość (gł.wiertnicza)	3022,00 m	odchylenie na spodzie:	azymut:
wys n.p.m.	150,00 m		
rok zak. wiercenia	1980	likwidacja otworu	Cel wiercenia, złoże posz rg: GN nr CDBG 6602
stratygrafia wg.	weryfikacja 2008		

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q			Q	czwartorzęd		0,0	25,0	25,0
Kz	NP			Pg, Ng	paleogen, neogen		25,0	130,0	105,0
Mz	K	K3	Km-Kc	Km+Kc	mastrycht + cenoman		130,0	809,0	679,0
Mz	K	K1	Kal	Kal	alb		809,0	825,0	16,0
Mz	J	J3-2	Jkm-Jbt	Jkm+Jbt3	kimeryd + baton górny		825,0	1133,0	308,0
Plz	C			C	karbon		1133,0	2768,0	1635,0
Plz	D	D3	Dfa	Dfa, D3,D	górný, dewon		2768,0	2881,0	113,0
Plz	D	D3	Dfa	Dfa	famen		2881,0	3022,0	141,0

CZERNIC 1

miejscowość: Czernic
 współrzędne geogr.: 51° 41' 53,00" 21° 59' 53,00"
 arkusz 100 000: Dęblin pas-słup 42-34
 głębokość (pionowa):
 długość (gł.wiertnicza): 3152,00 m odchylenie na spodzie: azymut:
 wys n.p.m.: 181,00 m
 rok zak. wiercenia: 1969 likwidacja otworu: Cel wiercenia, złożo: posz rg: GN nr CDBG: 117375
 stratygrafia wg. weryfikacja 2008

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q			Q	czwartorzęd		0,0	47,0	47,0
Kz	NP			Pg+Ng	paleogen + neogen		47,0	136,0	89,0
Kz	Pg	Pc	Pod	Pod	dan		136,0	187,5	51,5
Mz	K	K3	Km-Kcn	Km+Kcn	mastrycht + koniak		187,5	746,0	558,5
Mz	K	K3	Kt	Kt	turon		746,0	831,0	85,0
Mz	K	K3	Kc	Kc	cenoman		831,0	847,0	16,0
Mz	K	K1	Kal	Kal3	kreda dolna: alb górny		847,0	850,0	3,0
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		850,0	894,0	44,0
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		894,0	1124,0	230,0
Mz	J	J2	Jcl	Jcl2	kelowej środkowy		1124,0	1125,0	1,0
Mz	J	J2	Jcl	Jcl1	kelowej dolny		1125,0	1126,0	1,0
Mz	J	J2	Jbt	Jbt3	jura środkowa: baton górny		1126,0	1133,0	7,0
Mz	J	J2	Jbt	Jbt2	baton środkowy		1133,0	1135,0	2,0
Mz	T	T3	Tre	Tre	trias górny: retyk		1135,0	1190,0	55,0
Mz	T	T3	Tn	Tn	noryk		1190,0	1242,0	52,0
Plz	C	CP	Cba	Cba	pensylwan: baszkir		1242,0	2203,5	961,5
Plz	C	Cmi	Cse	Cse	missisip: serpuchow		2203,5	2322,0	118,5
Plz	C	C1	Cv	Cv	wizen		2322,0	2364,0	42,0
Plz	D	D3	Dfa	Dfa	famen		2364,0	3152,0	788,0

CZERNIC 277-2

miejscowość: Nowiny-Rososz
 współrzędne geogr.: 51° 40' 06,38" 22° 03' 12,46"
 arkusz 100 000: Dęblin pas-słup 42-34
 głębokość (pionowa):
 długość (gł.wiertnicza): 2990,00 m odchylenie na spodzie: azymut:
 wys n.p.m.: 175,00 m
 rok zak. wiercenia: 1999 likwidacja otworu: Cel wiercenia, złożo: posz rg: GN nr CDBG: 125482
 stratygrafia wg. dok.1268/2001/E3: F. Stolarczyk, 2000

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q			Q	czwartorzęd		0,0	30,0	30,0
Kz	NP			Tr	trzeciorzęd		30,0	162,5	132,5
Mz	K	K3	Km	Km	mastrycht		162,5	498,0	335,5
Mz	K	K3	Kcp-Kc	Kcp+Kc	kampan + cenoman		498,0	794,0	296,0
Mz	K	K1	Kal	Kal	alb		794,0	815,5	21,5
Mz	J	J3		J3	jura górna		815,5	1084,0	268,5
Mz	J	J2		J2	jura środkowa		1084,0	1100,0	16,0
Mz	T	T3	Tre	Tre	trias górny: retyk		1100,0	1146,0	46,0
Plz	P	P3		PZ	perm	cechsztyń (itowce szarobrazowe i żółte, plastyczne)	1146,0	1154,0	8,0
Plz	C	C3	Cw	Cw3	westfal górny	fm magnuszewska	1154,0	1379,0	225,0
Plz	C	C3	Cw	Cw2	westfal środkowy	fm lubelska	1379,0	1664,0	285,0
Plz	C	C3	Cw-Cn	Cw1+Cn3	westfal dolny + namur górny	fm dęblińska	1664,0	1902,0	238,0
Plz	C	C3-1	Cn-Cv	Cn1+Cv3	wizen górny	fm terebińska	1902,0	2189,0	287,0
Plz	C	C1	Cv	Cv3	wizen górny	fm Huczwy	2189,0	2228,0	39,0
Plz	D	D3	Dfa	Dfa3	famen górny	fm hulczańska	2228,0	2407,0	179,0
Plz	D	D3	Dfa	Dfa1	famen dolny	fm.firlejska	2407,0	2717,0	310,0
Plz	D	D3	Dfa	Dfa1-	famen dolny (np)	fm bywawska	2717,0	2990,0	273,0

DĘBLIN 2

miejsowość	Wilczanka		
współrzędne geogr.	51° 33' 12,00" 22° 02' 40,00"		
arkusz 100 000	Dęblin	pas-słup	42-34
głębokość (pionowa)			
długość (gł.wiertnicza)	3232,40 m	odchylenie na spodzie:	azymut:
wys n.p.m.	145,00 m		
rok zak. wiercenia	1968	likwidacja otworu	Cel wiercenia, złożo posz rg: GN nr CDBG 117371
stratygrafia wg.	weryfikacja 2008		

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q			Q	czwartorzęd		0,0	40,0	40,0
Kz	Pg	OI		OI	oligocen		40,0	49,0	9,0
Kz	Pg	Pc		Pc1	paleocen dolny		49,0	100,0	51,0
Mz	K	K3	Km-Kcn	Km+Kcn	mastrycht + koniak		100,0	698,0	598,0
Mz	K	K3	Kt	Kt	turon		698,0	801,0	103,0
Mz	K	K3	Kc	Kc	cenoman		801,0	810,0	9,0
Mz	K	K1	Kal	Kal	alb		810,0	834,0	24,0
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		834,0	855,0	21,0
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		855,0	1093,0	238,0
Mz	J	J2	Jcl-Jbt	Jcl+Jbt3	kelowej + baton górny		1093,0	1134,0	41,0
Plz	C			C	karbon		1134,0	2880,0	1746,0
Plz	D	D3	Dfa	Dfa, D3, D	famen, dewon górny, dewon		2880,0	3232,5	352,5

DĘBLIN 3

miejsowość	Parafianka		
współrzędne geogr.	51° 32' 25,00" 22° 02' 30,00"		
arkusz 100 000	Dęblin	pas-słup	42-34
głębokość (pionowa)			
długość (gł.wiertnicza)	2368,00 m	odchylenie na spodzie:	azymut:
wys n.p.m.	146,90 m		
rok zak. wiercenia	1971	likwidacja otworu	Cel wiercenia, złożo posz rg: GN nr CDBG 117382
stratygrafia wg.	weryfikacja 2008		

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q			Q	czwartorzęd		0,0	40,0	40,0
Kz	NP			Pg+Ng	paleogen + neogen		40,0	66,0	26,0
Kz	Pg	Pc	Pcd	Pcd	dan		66,0	103,0	37,0
Mz	K	K3		Kc+K3	cenoman + kreda górna		103,0	840,0	737,0
Mz	K	K1	Kal	Kal	alb		840,0	862,0	22,0
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		862,0	890,0	28,0
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		890,0	1123,0	233,0
Mz	J	J2		Jbt3+Jcl	baton górny + kelowej		1123,0	1174,0	51,0
Plz	C			C	karbon		1174,0	2368,0	1194,0

miejsowość	Krasnogrądy		
współrzędne geogr.	51° 35' 00,00" 21° 57' 00,00"		
arkusz 100 000	Dęblin	pas-słup	42-34
głębokość (pionowa)			
długość (gt. wiertnicza)	3000,00 m	odchylenie na spódzie:	
		azymut:	
wys n.p.m.	147,30 m		
rok zak. wiercenia	1969	likwidacja otworu	
		Cel wiercenia, złożo	posz rg: GN
		nr CDBG	117374
stratygrafia wg.	weryfikacja 2008		

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spąg	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q			Q	czwartorzęd		0,0	25,0	25,0
Kz	NP			Pg+Ng	paleogen + neogen		25,0	93,5	68,5
Kz	Pg	Pc	Pcd	Pcd	dan		93,5	126,0	32,5
Mz	K	K3	Km	Km	mastrycht		126,0	483,0	357,0
Mz	K	K3	Kcp	Kcp	kampan		483,0	628,0	145,0
Mz	K	K3	Kst	Kst	santon		628,0	710,0	82,0
Mz	K	K3	Kcn	Kcn	koniak		710,0	745,0	35,0
Mz	K	K3	Kt	Kt	turon		745,0	843,0	98,0
Mz	K	K3	Kc	Kc	cenoman		843,0	859,5	16,5
Mz	K	K1	Kal	Kal	alb		859,5	875,0	15,5
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		875,0	910,0	35,0
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		910,0	1186,0	276,0
Mz	J	J2	Jcl-Jbt	Jcl+Jbt3	kelowej + baton górny		1186,0	1265,0	79,0
Plz	C			C	karbon		1265,0	3000,0	1735,0

miejscowość	Wilczanka		
współrzędne geogr.	51° 33' 20,00" 22° 04' 33,00"		
arkusz 100 000	Dęblin	pas-słup	42-34
głębokość (pionowa)			
długość (gł.wiertnicza)	2652,00 m	odchylenie na spodzie:	
		azymut:	
wys n.p.m.	127,50 m		
rok zak. wiercenia	1973	likwidacja otworu	
		Cel wiercenia, złożo	posz rg: GN
		nr CDBG	117388
stratygrafia wg.	K.Mandziuch; W.Weil		

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spąg	miałż-szość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q			Q	czwartorzęd		0,0	42,5	42,5
Kz	NP			Tr	trzeciorzęd		42,5	103,0	60,5
Mz	K	K3	Kse	Kse	senon		103,0	661,0	558,0
Mz	K	K3	Kt	Kt	turon		661,0	793,0	132,0
Mz	K	K3	Kc	Kc	cenoman		793,0	804,0	11,0
Mz	K	K1	Kal	Kal	alb		804,0	832,0	28,0
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		832,0	851,0	19,0
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		851,0	1081,0	230,0
Mz	J	J2		J2	jura środkowa		1081,0	1120,0	39,0
Plz	C	C3	Cw	Cw	westfal		1120,0	1974,5	854,5
Plz	C	C3	Cn	Cn-	namur (np)		1974,5	2652,0	677,5

DĘBLIN 6

mięscowość	Parafianka		
współrzędne geogr.	51° 33' 19,00" 22° 01' 36,00"		
arkusz 100 000	Dęblin	pas-słup	42-34
głębokość (pionowa)			
długość (gł.wiertnicza)	2879,00 m	odchylenie na spodzie:	azymut:
wys n.p.m.	120,00 m		
rok zak. wiercenia	1969	likwidacja otworu	Cel wiercenia, złoże posz rg: GN nr CDBG 117370
stratygrafia wg.	weryfikacja 2008		

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q			Q	czwartorzęd		0,0	46,0	46,0
Kz	NP			Pg+Ng	paleogen + neogen		46,0	105,5	59,5
Mz	K	K3	Km	Km	mastrycht		105,5	442,0	336,5
Mz	K	K3	Kcp-Kcn	Kcp+Kcn	kampan + koniak		442,0	691,0	249,0
Mz	K	K3	Kc	Kc	cenoman		691,0	810,0	119,0
Mz	K	K1	Kal	Kal	alb		810,0	828,0	18,0
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		828,0	864,0	36,0
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		864,0	1102,0	238,0
Mz	J	J2	Jcl-Jbt	Jcl+Jbt3	kelowej + baton górny		1102,0	1140,0	38,0
Plz	C			C	karbon		1140,0	2826,0	1686,0
Plz	D	D3	Dfa	Dfa, D3, D	famen, dewon górny, dewon		2826,0	2879,0	53,0

DĘBLIN 07 (Cezaryn)

mięscowość	Cezaryn		
współrzędne geogr.	51° 33' 13,00" 22° 00' 45,00"		
arkusz 100 000	Dęblin	pas-słup	42-34
głębokość (pionowa)			
długość (gł.wiertnicza)	2684,50 m	odchylenie na spodzie:	azymut:
wys n.p.m.	123,80 m		
rok zak. wiercenia	1968	likwidacja otworu	Cel wiercenia, złoże posz rg: GN nr CDBG 117372
stratygrafia wg.	weryfikacja 2008		

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q			Q	czwartorzęd		0,0	30,0	30,0
Kz	NP			Pg+Ng	paleogen + neogen		30,0	91,0	61,0
Mz	K	K3	Km	Km	mastrycht		91,0	442,0	351,0
Mz	K	K3	Kcp	Kcp	kampan		442,0	526,0	84,0
Mz	K	K3	Kst-Kc	Kst+Kcn	santon+koniak		526,0	691,0	165,0
Mz	K	K3	Kt	Kt	turon		691,0	803,0	112,0
Mz	K	K3-1	Kc-Kal	Kc+Kal3	cenoman + alb górny		803,0	820,0	17,0
Mz	K	K1	Kal	Kal	alb		820,0	842,0	22,0
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		842,0	875,0	33,0
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		875,0	1120,0	245,0
Mz	J	J2	Jcl-Jbt	Jcl+Jbt3	kelowej + baton górny		1120,0	1156,0	36,0
Plz	C	CP	Cmo	Cmo	pensylwan: moskow		1156,0	1667,0	511,0
Plz	C	CP	Cba	Cba	pensylwan: baszkir		1667,0	2530,0	863,0
Plz	C	Cmi	Cse	Cse	missisip: serpuchow		2530,0	2684,5	154,5

DĘBLIN 8

miejsowość

Sochalin

współrzędne geogr.

51° 32' 13,00" 21° 59' 57,00"

arkusz 100 000

Dęblin

pas-słup

42-34

głębokość (pionowa)

długość (gł.wiertnicza)

2928,10 m

odchylenie na spodzie:

azymut:

wys n.p.m.

120,00 m

rok zak. wiercenia

1969

likwidacja otworu

☒

22-11-1969

Cel wiercenia, złoże

posz rg: GN

nr CDBG

122363

stratygrafia wg.

weryfikacja 2008

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miaż-szość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q			Q	czwartorzęd		0,0	46,0	46,0
Kz	NP			Pg+Ng	paleogen + neogen		46,0	101,0	55,0
Mz	K	K3	Km	Km	mastrycht		101,0	456,0	355,0
Mz	K	K3	Kcp-Kc	Kcp+Kc	kampan + cenoman		456,0	828,5	372,5
Mz	K	K1	Kal	Kal	alb		828,5	850,0	21,5
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		850,0	889,0	39,0
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		889,0	1126,0	237,0
Mz	J	J2	Jcl-Jbt	Jcl+Jbt3	kelowej + baton górny		1126,0	1168,0	42,0
Plz	C			C	karbon		1168,0	2905,0	1737,0
Plz	D	D3	Dfa	Dfa, D3, D	famen, dewon górny, dewon		2905,0	2928,1	23,1

DĘBLIN 9

miejsowość

Żerdź

współrzędne geogr.

51° 31' 52,00" 22° 05' 10,00"

arkusz 100 000

Dęblin

pas-słup

42-34

głębokość (pionowa)

długość (gł.wiertnicza)

3003,00 m

odchylenie na spodzie:

azymut:

wys n.p.m.

147,60 m

rok zak. wiercenia

1968

likwidacja otworu

☐

Cel wiercenia, złoże

posz rg: GN

nr CDBG

117369

stratygrafia wg.

weryfikacja 2008

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miaż-szość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q			Q	czwartorzęd		0,0	38,0	38,0
Kz	NP			Pg+Ng	paleogen + neogen		38,0	106,0	68,0
Mz	K	K3		K3	kreda górna		106,0	828,0	722,0
Mz	K	K1	Kal	Kal3	kreda dolna: alb górny		828,0	855,0	27,0
Mz	J	J3	Jkm-Jo	Jkm+Jo	kimeryd + oksford		855,0	1105,0	250,0
Mz	J	J2	Jcl	Jcl	kelowej		1105,0	1117,0	12,0
Mz	J	J2	Jbt	Jbt3	jura środkowa: baton górny		1117,0	1144,0	27,0
Plz	C			C	karbon		1144,0	2915,0	1771,0
Plz	D	D3	Dfa	Dfa-	famen (np)		2915,0	3003,0	88,0

DĘBLIN 10

miejsowość	Cezaryn		
współrzędne geogr.	51° 32' 44,00" 22° 00' 42,00"		
arkusz 100 000	Dęblin	pas-słup	42-34
głębokość (pionowa)			
długość (gł. wiertnicza)	3004,00 m	odchylenie na spodzie:	azymut:
wys n.p.m.	145,00 m		
rok zak. wiercenia	1980	likwidacja otworu	☒ 03-06-1981 Cel wiercenia, złożo
			posz rg: GN nr CDBG 6605
stratygrafia wg.	weryfikacja 2008		

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q			Q	czwartorzęd		0,0	45,0	45,0
Kz	NP			Pg+Ng	paleogen + neogen		45,0	105,0	60,0
Mz	K	K3-1	Km-Kal	Km+Kal3	mastrycht + alb górny		105,0	857,0	752,0
Mz	J	J3-2		J3+J2	jura górna + środkowa		857,0	1176,0	319,0
Plz	C			C	karbon		1176,0	2928,5	1752,5
Plz	D	D3	Dfa	Dfa, D3, D	famen, dewon górny, dewon		2928,5	3004,0	75,5

GNIEWOSZÓW 1K

miejsowość	Gołęb		
współrzędne geogr.	51° 29' 10,60" 21° 51' 42,50"		
arkusz 100 000	Puławy	pas-słup	43-34
głębokość (pionowa)	3502,05 m		
długość (gł. wiertnicza)	3636,00 m	odchylenie na spodzie:	920,4 m azymut: 218,28
wys n.p.m.	117,50 m		
rok zak. wiercenia	2006	likwidacja otworu	☒ 06-04-2006 Cel wiercenia, złożo
			posz rg: GN nr CDBG 3168085
stratygrafia wg.	135635-dok. lik: M. Fiedeń, Z. Kołodziejczyk (głęb. wiertnicza MD)		

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	NP			Tr	trzeciorzęd		0,0	112,5	112,5
Mz	K	K3		K3	kreda górna		112,5	914,0	801,5
Mz	K	K1		K1	kreda dolna		914,0	920,5	6,5
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		920,5	993,5	73,0
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		993,5	1299,0	305,5
Plz	C			C	karbon	fm. magnuszewska	1299,0	1718,0	419,0
Plz	C			C	karbon	fm. lubelska (węglonośna)	1718,0	2586,0	868,0
Plz	C			C	karbon	fm. dęblińska	2586,0	2959,0	373,0
Plz	C			C	karbon	fm. Terebinia	2959,0	3497,0	538,0
Plz	C			C	karbon	fm. Huczwy	3497,0	3560,0	63,0
Plz	D	D3	Dfa	Dfa-	famen (np)		3560,0	3635,0	75,0

PRZYTOCZNO IG-1

miejscowość
 współrzędne geogr.
 arkusz 100 000 pas-słup
 głębokość (pionowa)
 długość (gł.wiertnicza) odchylenie na spodzie: azymut:
 wys n.p.m.
 rok zak. wiercenia likwidacja otworu Cel wiercenia, złożo nr CDBG
 stratygrafia wg.

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q			Q	czwartorzęd		0,0	58,5	58,5
Kz	NP			Pg+Ng	paleogen + neogen		58,5	119,0	60,5
Mz	K	K3	Km-Kc	Km+Kc	mastrycht + cenoman		119,0	435,0	316,0
Mz	K	K3	Kcp	Kcp	kampan		435,0	565,0	130,0
Mz	K	K3	Kst	Kst	santon		565,0	635,0	70,0
Mz	K	K3	Kcn	Kcn	koniak		635,0	663,0	28,0
Mz	K	K3	Kt	Kt	turon		663,0	760,5	97,5
Mz	K	K3	Kc	Kc	cenoman		760,5	781,3	20,8
Mz	K	K1	Kal	Kal3	kreda dolna: alb górny		781,3	782,2	0,9
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		782,2	800,0	17,8
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		800,0	1038,0	238,0
Mz	J	J2		Jcl+Jbt	kelowej + baton		1038,0	1074,0	36,0
Plz	C			C	karbon		1074,0	2091,5	1017,5

PUŁAWY IG-3

miejscowość
 współrzędne geogr.
 arkusz 100 000 pas-słup
 głębokość (pionowa)
 długość (gł.wiertnicza) odchylenie na spodzie: azymut:
 wys n.p.m.
 rok zak. wiercenia likwidacja otworu Cel wiercenia, złożo nr CDBG
 stratygrafia wg.

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q			Q	czwartorzęd		0,0	34,5	34,5
Kz	Pg	Pc	Pcd	Pcd	dan		34,5	71,0	36,5
Mz	K	K3	Km	Km3	mastrycht górny		71,0	360,0	289,0
Mz	K	K3	Km	Km1	mastrycht dolny		360,0	468,0	108,0
Mz	K	K3	Kcp	Kcp	kampan		468,0	603,0	135,0
Mz	K	K3	Kst	Kst	santon		603,0	686,0	83,0
Mz	K	K3	Kcn	Kcn	koniak		686,0	726,0	40,0
Mz	K	K3	Kt	Kt	turon		726,0	840,5	114,5
Mz	K	K3	Kc	Kc	cenoman		840,5	861,4	20,9
Mz	K	K1	Kal	Kal3	kreda dolna: alb górny		861,4	865,3	3,9
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		865,3	927,8	62,5
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		927,8	1143,0	215,2
Mz	J	J2		Jcl+Jbt	kelowej + baton		1143,0	1173,0	30,0
Plz	C			C	karbon		1173,0	2226,0	1053,0

RYCICE-2

mięscowosc	Dęblin		
współrzędne geogr.	51° 34' 42,00" 21° 51' 54,00"		
arkusz 100 000	Dęblin	pas-słup	42-34
głębokość (pionowa)			
długość (gł.wiertnicza)	2900,00 m	odchylenie na spodzie:	azymut:
wys n.p.m.	117,82 m		
rok zak. wiercenia	1997	likwidacja otworu	Cel wiercenia, złoże posz rg: GN nr CDBG 119806
stratygrafia wg.	weryfikacja 2008: karbon wg. M. Waksmundzkiej, 2010		

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz				Kz	kenozoik		0,0	142,5	142,5
Mz	K	K3-1	Km-Kal	Km+Kal	mastrycht + alb		142,5	873,0	730,5
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		873,0	928,0	55,0
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		928,0	1212,0	284,0
Mz	J	J2	Jcl-Jbt	Jcl+Jbt3	kelowej + baton górny		1212,0	1232,5	20,5
Mz	T	T3		T3	trias górny		1232,5	1264,0	31,5
Mz	T	T2		T2	trias środkowy		1264,0	1294,5	30,5
Mz	T	T1		T1	trias dolny		1294,5	1301,5	7,0
Plz	C	C3	Cw	CwC	westfal C		1301,5	1732,0	430,5
Plz	C	C3	Cw	CwB	karbon górny: westfal B		1732,0	2060,0	328,0
Plz	C	C3	Cw	CwA	westfal A		2060,0	2264,0	204,0
Plz	C	C3	Cn	CnC	namur C		2264,0	2408,0	144,0
Plz	C	C3	Cn	CnA	namur A		2408,0	2677,0	269,0
Plz	C	C1	Cv	Cv	wizen		2677,0	2882,5	205,5
Plz	D	D3	Dfa	Dfa-	famen (np)		2882,0	2900,0	18,0

STĘŻYCA 1 (Pawłowice)

mięscowosc	Pawłowice		
współrzędne geogr.	51° 37' 27,00" 21° 41' 49,00"		
arkusz 100 000	Kozienice	pas-słup	42-33
głębokość (pionowa)			
długość (gł.wiertnicza)	3724,00 m	odchylenie na spodzie:	azymut:
wys n.p.m.	112,48 m		
rok zak. wiercenia	1994	likwidacja otworu	Cel wiercenia, złoże zrg reg.N: Stężyca nr CDBG 126486
stratygrafia wg.	D. Jagiello, 1994; karbon wg. M. Waksmundzkiej, 2010		

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q-NP			Q+Tr	czwartorzęd + trzeciorzęd		0,0	158,0	158,0
Mz	K	K3		K3	kreda górna		158,0	911,5	753,5
Mz	K	K1	Kal	Kal3	kreda dolna: alb górny		911,5	927,5	16,0
Mz	J	J3		J3	jura górna		927,5	1303,5	376,0
Mz	J	J2		J2	jura środkowa		1303,5	1327,0	23,5
Mz	T	T3		T3	trias górny		1327,0	1452,0	125,0
Mz	T	T2	Ti/a	Tm	trias środkowy	wapień muszlowy	1452,0	1497,0	45,0
Mz	T	T1		T1	trias dolny		1497,0	1509,0	12,0
Plz	C	C3	Cw	CwC	westfal C		1509,0	1763,0	254,0
Plz	C	C3	Cw	CwB	karbon górny: westfal B		1763,0	2044,0	281,0
Plz	C	C3	Cw	CwA	westfal A		2044,0	2250,0	206,0
Plz	C	C3	Cn	CnC	namur C		2250,0	2359,0	109,0
Plz	C	C3	Cn	CnB	namur B		2359,0	2434,0	75,0
Plz	C	C3	Cn	CnA	namur A		2434,0	2605,0	171,0
Plz	C	C1	Cv	Cv	wizen		2605,0	2780,0	175,0
Plz	D	D3	Dfa	Dfa	famen		2780,0	3024,0	244,0
Plz	D	D3	Dfr	Dfr	fran		3024,0	3230,0	206,0
Plz	D	D2		D2	dewon środkowy		3230,0	3250,5	20,5
Plz	D	D1		D1-	dewon dolny (np)		3250,5	3720,0	469,5

mięjsowość	Długowola		
współrzędne geogr.	51° 36' 58,00" 21° 43' 32,00"		
arkusz 100 000	Kozienice	pas-słup	42-33
głębokość (pionowa)			
długość (gł.wiertnicza)	2820,00 m	odchylenie na spodzie:	
		azymut:	
wys n.p.m.	113,83 m		
rok zak. wiercenia	1995	likwidacja otworu	
		Cel wiercenia, złożo	
		zrg reg.N: Stężyca	
		nr CDBG	5515
stratygrafia wg.	weryfikacja 2008; karbon wg. M. Waksmundzkiej, 2010		

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miał- szość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz				Kz	kenozoik		0,0	150,0	150,0
Mz	K			K	kreda		150,0	912,0	762,0
Mz	J	J3	Jkm-Jo	Jkm+Jo	kimeryd + oksford		912,0	1271,5	359,5
Mz	J	J2	Jcl-Jbt	Jcl+Jbt3	kelowej + baton górny		1271,5	1285,0	13,5
Mz	T	T3		T3	trias górny		1285,0	1401,0	116,0
Mz	T	T2		T2	trias środkowy		1401,0	1441,0	40,0
Mz	T	T1		T1	trias dolny		1441,0	1470,0	29,0
Plz	C	C3	Cw	CwC	westfal C		1470,0	1787,0	317,0
Plz	C	C3	Cw	CwB	karbon górny: westfal B		1787,0	2038,0	251,0
Plz	C	C3	Cw	CwA	westfal A		2038,0	2250,0	212,0
Plz	C	C3	Cn	CnC	namur C		2250,0	2354,0	104,0
Plz	C	C3	Cn	CnB	namur B		2354,0	2430,0	76,0
Plz	C	C3	Cn	CnA	namur A		2430,0	2610,0	180,0
Plz	C	C1	Cv	Cv	wizen		2610,0	2784,5	174,5
Plz	D	D3	Dfa	Dfa-	famen (np)		2784,5	2820,0	35,5

mięjscość	Długowola				
wspólrzędne geogr.	51° 37' 04,00" 21° 42' 29,00"				
arkusz 100 000	Kozienice	pas-słup	42-33		
głębokość (pionowa)	2849,50 m				
długość (gł.wiertnicza)	2910,00 m	odchylenie na spodzie:		azymut:	
wys n.p.m.	113,07 m				
rok zak. wiercenia	1997	likwidacja otworu		Cel wiercenia, złoże	zrg reg.N: Stężyca
					nr CDBG
stratygrafia wg.	weryfikacja 2008; karbon wg. M. Waksmundzkiej, 2010				

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spąg	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz				Kz	kenozoik		0,0	155,0	155
Mz	K			K	kreda		155,0	920,0	765,0
Mz	J	J3		J3	jura górna		920,0	1276,0	356,0
Mz	J	J2	Jcl-Jbt	Jcl+Jbt3	kelowej + baton górny		1276,0	1313,0	37,0
Mz	T			T	trias		1313,0	1491,0	178,0
Plz	C	C3	Cw	CwC	westfal C		1491,0	1760,0	269,0
Plz	C	C3	Cw	CwB	karbon górny: westfal B		1760,0	2070,0	310,0
Plz	C	C3	Cw	CwA	westfal A		2070,0	2286,0	216,0
Plz	C	C3	Cn	CnC	namur C		2286,0	2402,4	116,4
Plz	C	C3	Cn	CnB	namur B		2402,4	2477,5	75,1
Plz	C	C3	Cn	CnA	namur A		2477,5	2653,0	175,5
Plz	C	C1	Cv	Cv	wizen		2653,0	2844,0	191,0
Plz	D	D3	Dfa	Dfa-	famen (np)		2844,0	2908,0	64,0

STĘŻYCA 4

miejsowość	Rokitnia Stara		
współrzędne geogr.	51° 35' 52,00" 21° 47' 35,00"		
arkusz 100 000	Kozienice	pas-słup	42-33
głębokość (pionowa)			
długość (gł.wiertnicza)	2849,00 m	odchylenie na spodzie:	azymut:
wys n.p.m.	116,38 m		
rok zak. wiercenia	1995	likwidacja otworu	Cel wiercenia, złożo
		zrg reg.N: Stężyca	
		nr CDBG	
		5517	
stratygrafia wg.	weryfikacja 2008; karbon wg. M. Waksmundzkiej, 2010		

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz				Kz	kenozoik		0,0	148,0	148,0
Mz	K			K	kreda		148,0	892,0	744,0
Mz	J	J3		J3	jura górna		892,0	1250,0	358,0
Mz	J	J2		J2	jura środkowa		1250,0	1258,0	8,0
Mz	T	T3		T3	trias górny		1258,0	1347,0	89,0
Mz	T	T2		T2	trias środkowy		1347,0	1373,0	26,0
Plz	C	C3	Cw	CwC	westfal C		1373,0	1782,0	409,0
Plz	C	C3	Cw	CwB	karbon górny: westfal B		1782,0	2030,0	248,0
Plz	C	C3	Cw	CwA	westfal A		2030,0	2236,0	206,0
Plz	C	C3	Cn	CnC	namur C		2236,0	2374,7	138,7
Plz	C	C3	Cn	CnB	namur B		2374,7	2455,0	80,3
Plz	C	C3	Cn	CnA	namur A		2455,0	2628,0	173,0
Plz	C	C1	Cv	Cv-	wizen (np)		2628,0	2826,0	198,0
Plz	D	D3	Dfa	Dfa-	famen (np)		2826,0	2849,0	23,0

STĘŻYCA 5k

miejsowość	Długowola		
współrzędne geogr.	51° 37' 00,50" 21° 43' 24,20"		
arkusz 100 000	Kozienice	pas-słup	42-33
głębokość (pionowa)	2389,50 m		
długość (gł.wiertnicza)	2505,00 m	odchylenie na spodzie:	azymut:
wys n.p.m.	114,05 m		
rok zak. wiercenia	1998	likwidacja otworu	Cel wiercenia, złożo
		zrg reg.N: Stężyca	
		nr CDBG	
		120063	
stratygrafia wg.	ko.134316: M.Tetych, A.Rybak, H.Getka, 1998		

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q-NP			Q+Tr	czwartorzęd + trzeciorzęd		0,0	155,0	155,0
Mz	K	K3		K3	kreda górna		155,0	903,0	748,0
Mz	K	K1	Kal	Kal	alb		903,0	912,0	9,0
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		912,0	978,5	66,5
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		978,5	1290,0	311,5
Mz	J	J2		J2	jura środkowa		1290,0	1309,5	19,5
Mz	T	T3	Tre	Tre	trias górny: retyk		1309,5	1451,0	141,5
Mz	T	T2	T1/a	Tm	trias środkowy	wapień muszlowy	1451,0	1495,0	44,0
Mz	T	T1		T1	trias dolny		1495,0	1506,0	11,0
Plz	C	C3	Cw	Cw	westfal		1506,0	2261,0	755,0
Plz	C	C3	Cn	Cn-	namur (np)		2261,0	2505,0	244,0

STĘŻYCA 6k

miejsowość

Długowola

współrzędne geogr.

51° 37' 03,00" 21° 42' 32,00"

arkusz 100 000

Kozienice

pas-słup

42-33

głębokość (pionowa)

2367,50 m

długość (gł.wiertnicza)

2448,00 m

odchylenie na spodzie:

azymut:

wys n.p.m.

113,00 m

rok zak. wiercenia

1998

likwidacja otworu

☐

Cel wiercenia, złoże

zrg reg.N: Stężycza

nr CDBG

120075

stratygrafia wg.

ko.134316: D.Jagiełło; karbon: kompleksy geofizyczne - J. Kaczyński

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz	Q-NP			Q+Tr	czwartorzęd + trzeciorzęd		0,0	157,5	157,5
Plz	C	C3	Cw	Cw	westfal		0,0	0,0	0,0
Mz	K	K3		K3	kreda górna		157,5	910,0	752,5
Mz	K	K1	Kal	Kal	alb		910,0	920,0	10,0
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		920,0	990,0	70,0
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		990,0	1276,0	286,0
Mz	J	J2		J2	jura środkowa		1276,0	1310,5	34,5
Mz	T	T3		T3	trias górny		1310,5	1457,0	146,5
Mz	T	T2	Tl/a	Tm	trias środkowy	wapień muszlowy	1457,0	1476,5	19,5
Mz	T	T1		T1	trias dolny		1476,5	1489,0	12,5
Plz	C	C3	Cw	Cw	westfal		1489,0	2171,0	682,0
Plz	C	C3	Cn	Cn-	namur (np)		2171,0	2367,5	196,5

STĘŻYCA 7

miejsowość

Piotrowice

współrzędne geogr.

51° 37' 33,60" 21° 41' 23,70"

arkusz 100 000

Kozienice

pas-słup

42-33

głębokość (pionowa)

długość (gł.wiertnicza)

2700,00 m

odchylenie na spodzie:

azymut:

wys n.p.m.

113,00 m

rok zak. wiercenia

1999

likwidacja otworu

☐

Cel wiercenia, złoże

zrg reg.N: Stężycza

nr CDBG

120411

stratygrafia wg.

weryfikacja 2008

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz				Kz	kenozoik		0,0	160,0	160,0
Mz	K			K	kreda		160,0	924,0	764,0
Mz	J	J3	Jkm-Jo	Jkm+Jo	kimeryd + oksford		924,0	1284,0	360,0
Mz	J	J2		J2	jura środkowa		1284,0	1334,0	50,0
Mz	T	T3		T3	trias górny		1334,0	1482,0	148,0
Mz	T	T2-1		T2+T1	trias środkowy + dolny		1482,0	1519,0	37,0
Plz	C			C	karbon		1519,0	2700,0	1181,0

STĘŻYCA 8

miejsowość

Piotrowice

współrzędne geogr.

51° 37' 19,90" 21° 43' 31,90"

arkusz 100 000

Kozienice

pas-słup

42-33

głębokość (pionowa)

długość (gł.wiertnicza)

2395,00 m

odchylenie na spodzie:

azymut:

wys n.p.m.

115,00 m

rok zak. wiercenia

1999

likwidacja otworu

Cel wiercenia, złoże

zrg reg.N: Stężycza

nr CDBG

120444

stratygrafia wg.

weryfikacja 2008

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz				Kz	kenozoik		0,0	153,0	153,0
Mz	K			K	kreda		153,0	915,0	762,0
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		915,0	979,0	64,0
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		979,0	1024,0	45,0
Mz	J	J2		J2	jura środkowa		1024,0	1288,0	264,0
Mz	T	T3		T3	trias górny		1288,0	1444,0	156,0
Mz	T	T2		T2	trias środkowy		1444,0	1468,0	24,0
Mz	T	T1		T1	trias dolny		1468,0	1474,0	6,0
Plz	C			C-	karbon (np)		1474,0	2395,0	921,0

STĘŻYCA 9

miejsowość

Podobłocie

współrzędne geogr.

51° 37' 09,20" 21° 44' 14,80"

arkusz 100 000

Kozienice

pas-słup

42-33

głębokość (pionowa)

długość (gł.wiertnicza)

2400,00 m

odchylenie na spodzie:

azymut:

wys n.p.m.

115,25 m

rok zak. wiercenia

2000

likwidacja otworu

Cel wiercenia, złoże

zrg reg.N: Stężycza

nr CDBG

122944

stratygrafia wg.

weryfikacja 2008

CHRONOSTRATYGRAFIA				profil wg dokumentu	CHRONOSTRATYGRAFIA	LITOSTRATYGRAFIA LITOLOGIA	strop	spag	miąższość
ERA	OKRES	EPOKA	WIEK						
Kz				Kz	kenozoik		0,0	150,0	150,0
Mz	K	K3		K3	kreda górna		150,0	904,0	754,0
Mz	K	K1	Kal	Kal	alb		904,0	912,5	8,5
Mz	J	J3	Jkm	Jkm	kimeryd		912,5	977,0	64,5
Mz	J	J3	Jo	Jo	oksford		977,0	1237,0	260,0
Mz	J	J2	Jcl-Jbt	Jcl+Jbt3	kelowej + baton górny		1237,0	1278,5	41,5
Mz	T			T	trias		1278,5	1449,5	171,0
Plz	C			C	karbon		1449,5	2400,0	950,5

5.2. WYBRANE ZBIORCZE PROFILE

Abramów 1, Dęblin 8, Stężycza 1 (Fig. 5.1.–5.3.)

**Wykonane badania
dla otworu wiertniczego ABRAMÓW 1**
Dokumentacja wynikowa nr 110504
Narodowe Archiwum Geologiczne PIG-PIB
w Warszawie

Pomiary geofizyczne:

- uproszczone sondowanie oporności
- boczne sondowanie oporności
- profilowanie średnicy otworu
- profilowanie krzywizny otworu
- mikroprofilowanie oporności
- profilowanie oporności
- profilowanie sondą węglanową
- profilowanie gamma i n-gamma

Wykonane analizy:

- analiza petrograficzna
- analizy fizyko-chemiczne
- analizy mikrofaunistyczne

**Wykonane badania
dla otworu wiertniczego DĘBLIN 10**
Dokumentacja wynikowa nr 126897
Narodowe Archiwum Geologiczne PIG-PIB
w Warszawie

Pomiary geofizyczne:

- profilowanie gamma i n-gamma
- profilowanie gamma-gamma
- boczne sondowanie oporności
- profilowanie średnicy otworu
- profilowanie krzywizny otworu
- mikroprofilowanie średnicy
- log profilowanie n-gamma
- profilowanie oporności
- profilowanie oporności sterowane
- log profilowanie oporności sterowane
- mikroprofilowanie oporności
- profilowanie gazowe ciągłe
- profilowanie akustyczne
- profilowanie akustyczne po cementowaniu
- diagram upadów warstw

Wykonane analizy:

- analizy petrofizyczne rdzeni (porowatość, przepuszczalność)
- analizy gazu
- analizy wody i filtratu z płuczki
- analizy petrograficzne

**Wykonane badania
dla otworu wiertniczego STĘŻYCZA 1**
Dokumentacja wynikowa nr 135840

Narodowe Archiwum Geologiczne PIG-PIB
w Warszawie

Pomiary geofizyczne:

- boczne sondowanie oporności
- profilowanie potencjałów własnych
- profilowanie gamma i n-gamma
- profilowanie średnicy
- profilowanie akustyczne
- profilowanie krzywizny
- profilowanie indukcyjne
- mikroprofilowanie oporności sterowane (log)
- profilowanie oporności sterowane (log)
- mikroprofilowanie średnicy otworu
- profilowanie gamma-gamma
- profilowanie akustyczne dla oceny zacementowania rur
- profilowanie temp. dla ustalenia stropu cementu

Wykonane analizy:

- analizy fizyczne rdzeni
- analizy geochemiczne rdzeni
- widma IR bituminów wyekstrahowanych z rdzeni chloroformem
- analizy geochemiczne ropy naftowej
- analizy chemiczne rdzeni
- analizy rentgenowskie rdzeni
- analizy petrograficzne rdzeni
- analizy ciężaru właściwego
- analizy wód, ropy i gazu ziemnego

5.3. GEOFIZYKA OTWOROWA

Dostępne w CBDG dane cyfrowe

Dla wszystkich otworów w formie cyfrowej w NAG dostępne są jedynie wybrane, połączone krzywe geofizyki otworowej. W archiwach PGNiG znajdują się być może cyfrowe wersje badań odcinkowych oraz interpretacje. Dla otworu Stężycza 1 w archiwum PGNiG znajduje się zestaw cyfrowych pomiarów aparaturami Halliburtona, interpretacja pomiarów upadomierzem oraz kompleksowa interpretacja.

W otworach Abramów 1 i Dęblin 8 (oba wywiercone w 1969 r.) w karbońskim interwale perspektywicznym w formie cyfrowej dostępne są jedynie profilowania średnicy (CALI), naturalnej promieniotwórczości gamma (GR) i neutron-gamma (NEGR). Profilowania radiometryczne zostały zarejestrowane w impulsach na minutę (nie były skalibrowane), w obecnie dostępnych danych wyrażone są w jednostkach „a_un” będących prawdopodobnie próbą skalibrowania oryginalnych pomiarów przez PGNiG. Krzywe NEGR są szczególnie wrażliwe na obecność licznych w obu otworach kawern.

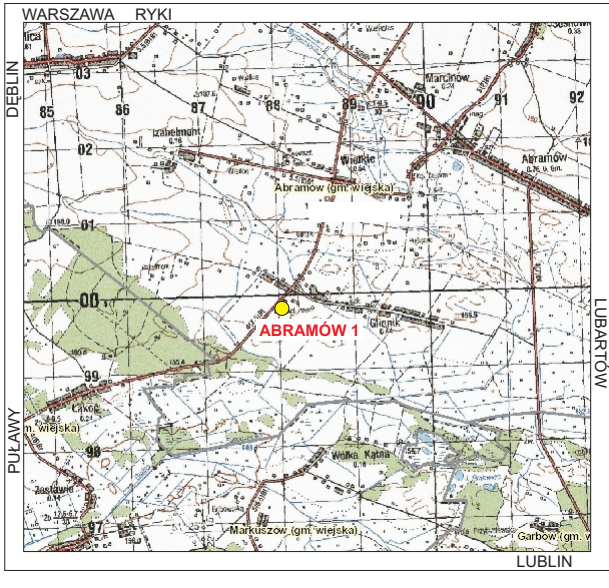
W otworze Stężycza 1 (wywierconym w 1994 r.) w perspektywicznym interwale karbonu w formie cyfrowej w NAG dostępne są połączone profilowania GR, NEGR (profilowania te wyrażone są w imp/min – nie były skalibrowane), CALI, profilowanie gęstości (RHOB) wyrażone w g/cm³, profilowanie akustyczne (DT) i – do głębokości 2479 m – profilowanie oporności elektrycznej laterologiem trójelektrodowym (LL3). Krzywe NEGR, DT i RHOB są niskiej jakości z uwagi na kiepski stan techniczny otworu (liczne kawerny).

Figura 5.1. PROFIL ZBIORCZY ODWIERTU ABRAMÓW 1

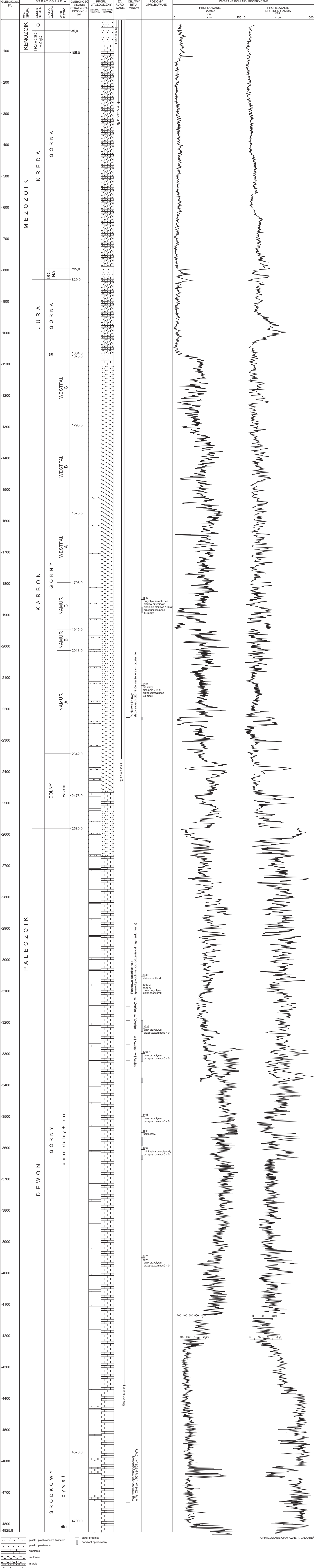
SKALA: 1:4000

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

WSPÓŁRZEDNE PL-1992
X: 402428,670
Y: 726845,356
WYSOKOŚĆ N.P.M. 155 m



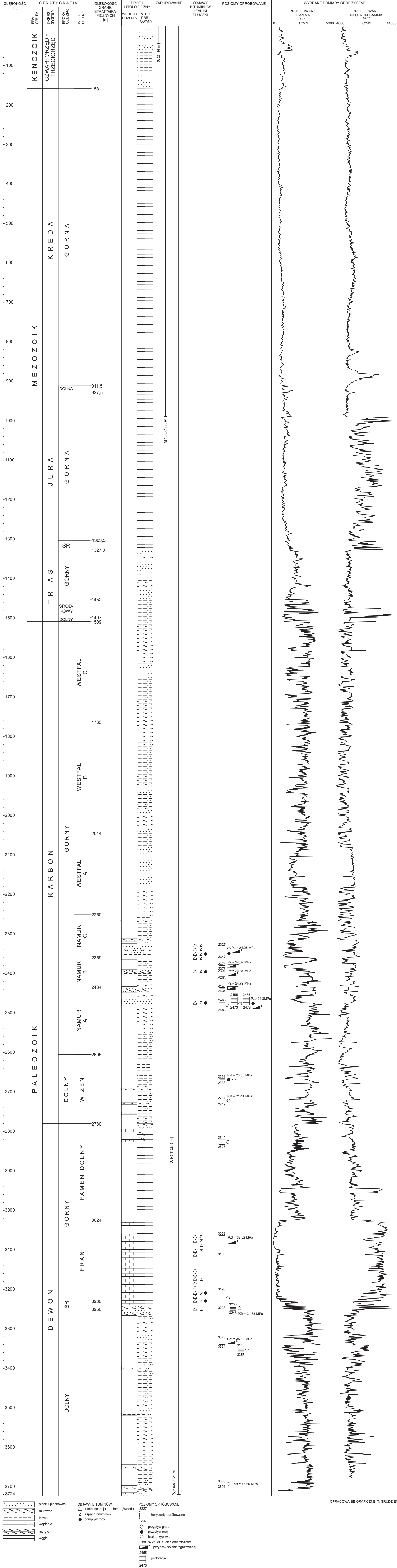
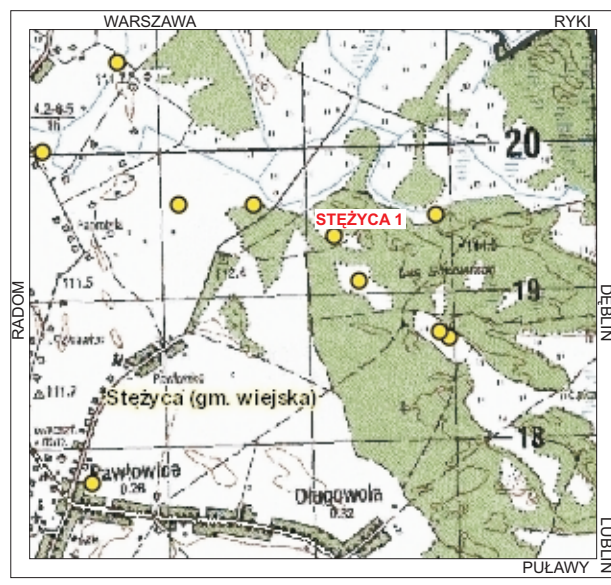
STRATYGRAFIA WG: KARTY OTWORU nr NAG 110504



SKALA: 1:4000

WSPÓŁRZĘDNE PL-1992
X: 420906,875
Y: 686564,482
WYSOKOŚĆ N.P.M. 112,48 m

kenozoik - Jacek Kasiński, weryfikacja 2008
kreda - Krzysztof Leszczyński, weryfikacja 2008
jura, trias górny - Anna Feldman Olszewska, weryfikacja 2008
trias środkowy - Katarzyna Narkiewicz, weryfikacja 2008
trias dolny - Anna Becker, Katarzyna Narkiewicz, weryfikacja 2008
karbon - Maria I. Waksmundzka, 2010
dewon - Lech Miłaczewski, weryfikacja 2008



Wykonane w utworach karbonu pomiary geofizyki otworowej

W otworze Abramów 1 w perspektywnym interwale karbonu (głębokość 1073–2580 m) wykonano następujące badania geofizyki otworowej analogowymi zestawami aparatur:

1. Boczne sondowanie oporności (zestaw klasycznych profilowań oporności i profilowanie naturalnych potencjałów) w interwałach: 550–1180 m; 655–1862 m; 1800–2327 m; 2193–2385 m; 2575–2868 m.
2. Mikroprofilowanie oporności: 767–1190 m; 1086–1859 m; 1800–2330 m; 2187–2380 m; 2362–2868 m.
3. Profilowanie oporności: 820–1095 m
4. Profilowanie gamma: 10–1190 m; 1113–1858 m; 1767–2386 m; 2315–2860 m; 220–2337 m.
5. Profilowanie neutron-gamma: 10–1190 m; 1113–1858 m; 1767–2386 m; 2315–2860 m; 220–2337 m.
6. Profilowanie średnicy: 250–1179 m; 1074–1853 m; 266–2309 m; 2358–2865 m; 2360–4374 m.
7. Profilowanie krzywizny: 600–1175 m; 2325–2850 m.

W otworze Dęblin 8 w perspektywnym interwale karbonu (głębokość 1168–2905 m) wykonano następujące badania geofizyki otworowej analogowymi zestawami aparatur:

1. Boczne sondowanie oporności (5 klasycznych profilowań oporności i profilowanie naturalnych potencjałów) w interwałach 600–1645 m; 2210–2639 m; 2500–2910 m.
2. Boczne sondowanie elektryczne (6 klasycznych profilowań oporności i dwa profilowania naturalnych potencjałów): 1600–2072 m; 1100–2205 m.
3. Profilowanie elektryczne (2 klasyczne profilowania oporności i profilowanie naturalnych potencjałów): 2210–2405 m.
4. Mikroprofilowanie oporności: 600–1645 m; 1600–2072 m; 2003–2202 m.
5. Profilowanie oporności: 2213–2910 m.
6. Sterowane profilowanie oporności krótkiego zasięgu: 2200–2910 m.
7. Profilowanie gamma: 14–2072 m; 2000–2205 m; 2175–2910 m.
8. Profilowanie neutron-gamma: 14–2072 m; 2000–2205 m; 2175–2910 m.
9. Profilowanie średnicy: 252–1644 m; 1600–2070 m; 252–2200 m; 2210–2631 m; 2213–2901 m.
10. Mikroprofilowanie średnicy: 2211–2417 m.
11. Profilowanie krzywizny: 1125–2502 m; 2501648 m; 1600–2050 m; 2050–2200 m; 2150–2625 m; 2550–2900 m.
12. Profilowanie temperatury w celu ustalenia wysokości stropu cementu: 17–1970 m.
13. Profilowanie akustyczne dla oceny jakości zacementowania rur: 350–2200 m.

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

A. Analogowymi aparaturami:

1. Boczne sondowanie oporności w interwałach: 991–1627 m; 1570–2178 m; 1580–2394 m; 2330–2473 m.
2. Profilowania potencjałów naturalnych: 940–1631 m; 1570–2184 m; 1580–2402 m; 2330–2482 m; 1495–2815 m; 2740–3095 m; 1500–2814 m.
3. Profilowanie akustyczne: 991–1630 m; 1570–2477 m.
4. Profilowanie krzywizny: 950–1630 m; 2775–3095 m;
5. Profilowanie indukcyjne: 1300–1631 m; 1570–2477 m.
6. Sterowane mikroprofilowanie oporności: 1300–1631 m.
7. Sterowane profilowanie oporności: 991–1631 m; 1580–2400 m; 2330–2479 m.

8. Mikroprofilowanie średnicy otworu: 2302–3402 m; 2384–2482 m.

9. Profilowanie gamma-gamma: 1300–1631 m.

10. Profilowanie średnicy: 991–1631 m; 1570–2184 m; 1580–2402 m.

11. Profilowanie akustyczne dla oceny zacementowania rur: 2000–2809 m; 2000–2810 m; 78–3578 m.

12. Profilowanie temperatury dla ustalenia stropu cementu: 2640–3390 m.

B. Cyfrowymi aparaturami Halliburtona:

1. Spektrometryczne profilowanie gamma w interwałach: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.

2. Profilowanie neutron-neutron: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.

3. Profilowanie akustyczne: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.

4. Profilowanie gęstości: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.

5. Profilowanie indukcyjne: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.

6. Sterowane profilowanie oporności krótkiego zasięgu: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.

7. Sferyczne sterowane mikroprofilowanie oporności: 2047–2377 m; 2245–2815 m.

8. Sterowane profilowanie oporności płytkiego zasięgu: 2245–2815 m.

9. Sterowane profilowanie oporności głębokiego zasięgu: 2245–2815 m.

10. Sterowane profilowanie oporności średniego zasięgu: 2245–2815 m.

11. Profilowanie indukcyjne średniego zasięgu: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.

12. Profilowanie indukcyjne głębokiego zasięgu: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.

13. Profilowanie upadu warstw: 1000–2344 m; 2050–2377 m; 2295–2812 m.

14. Profilowanie krzywizny: 1441–2342 m; 2245–2815 m.

15. Profilowanie średnicy: 1441–2342 m; 2047–2377 m; 2245–2815 m.

16. Profilowanie cementomierzem akustycznym: 1800–2810 m.

17. Impulsowe profilowanie akustyczne w rurach: 2291,9–2410 m.

Dostępne w NAG interpretacje pomiarów

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.

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 11,5%.
5. 2765–2770 m o przybliżonej porowatości 10%.

W dostępnej w NAG „Dokumentacji wynikowej otworu poszukiwawczego Stężycza 1” znajduje się jedynie spis sporządzonych orzeczeń geofizycznych, prawdopodobnie orze-

czenia te są dostępne w archiwum PGNiG. W rozdziale „Ocena stopnia wykonania zadania geologicznego” ww. dokumentacji znajduje się wzmianka o tym, że m. in. na podstawie pomiarów geofizyki otworowej wytypowano do prób złożowych 6 poziomów w karbonie oraz 4 w dewonie. Jedynie w dwóch karbonowych poziomach udokumentowano przemysłowe nagromadzenia węglowodorów:

1. 2661–2666 m o średniej porowatości wg interpretacji pomiarów geofizyki otworowej równej 13%.

2. 2330–2338 m o średniej porowatości wg interpretacji pomiarów geofizyki otworowej równej 12,98%.

W dokumentacji podkreślono jednak perspektywiczność utworów dewonu w tym otworze, których najlepszy poziom perspektywiczny okazał się niemożliwy do opróbowania.

5.4. OBJAWY WĘGLOWODORÓW. TESTY ZŁOŻOWE

Charakterystykę hydrodynamiczną i hydrochemiczną poziomów zbiornikowych na obszarze objętym postępowaniem przetargowym przedstawiono na podstawie otworów wiertniczych Dęblin-10, Abramów-1 i Sężyca -1.

Otwór Dęblin-10

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 przypiływu, 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 mdcy.

Solankę określono jako Cl-Na o mineralizacji (suchej pozostałości) 179,73 g/dm³, gęstości 1,116 g/cm³ i odczynie około 6 w skali pH. Skład chemiczny solanki przedstawiono w tabeli.

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺ + K ⁺	48 376	2 103,579	66,704
Ca ²⁺	12 525	625,000	19,820
Mg ²⁺	5 168	425,000	13,476
Razem	66 069	3 153,579	100,00
Aniony			
Cl ⁻	111 680	3 150,601	99,906
HCO ₃ ⁻	169	2,770	0,088
SO ₄ ²⁻	10	0,208	0,006
Razem	111 859	3 153,579	100,000

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

Opróbowanie wykonano w trakcie wiercenia przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-146. W wyniku opróbowania nie uzyskano przypiływu. 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% CH₄ i profilowanie ciągłe – 0,1–1,0% CH₄).

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

Opróbowanie wykonano w trakcie wiercenia przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-146. Podczas okresu przypiływu, 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 mdcy.

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

Opróbowanie wykonano w trakcie wiercenia przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-146. W wyniku opróbowania w czasie 22 min. otrzymano przypiływ około 4,5 m³ solanki lekko zgazowanej gazem palnym. Podczas wiercenia w interwale 2403,0–2409,0 m stwierdzono ślady ropy. Ciśnienie złożowe wynosiło 242 atm. Strefa przyodwiertowa została uszkodzona w minimalnym stopniu. Przepuszczalność badanego poziomu jest dosyć dobra. Porowatość badanych piaskowców osiąga 11,77%, a ich maksymalna przepuszczalność około 49 mdcy.

Solankę określono jako Cl-Na-Ca o mineralizacji (suchej pozostałości) 165,67 g/dm³, gęstości 1,113 g/cm³ i odczynie kwaśnym pH = 5,5. Skład chemiczny solanki przedstawiono w tabeli.

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺ + K ⁺	40 419	1 757,5931	59,18
Ca ²⁺	16 783	837,4750	28,20
Mg ²⁺	4 560	374,9998	12,62
Razem	61 762	2 970,0679	100,00
Aniony			
Cl ⁻	105 041	2 963,0700	99,76
HCO ₃ ⁻	427	6,9979	0,24
SO ₄ ²⁻	nie wykryto	–	–
Razem	105 468	2 970,0679	100,000

W wyniku odgazowania solanki uzyskano gaz o gęstości 0,632, którego skład przedstawiono w poniższej tabeli.

Składnik	% obj.	g/Nm ³	Składnik	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	81,918	587,19	n-C ₄ H ₁₀	0,022	0,59
C ₂ H ₆	1,265	17,15	n-C ₅ H ₁₂	0,046	1,59
C ₃ H ₈	0,135	2,70	N ₂	16,600	207,58
i-C ₄ H 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 przypiływu, który wynosił 60 min., uzyskano 0,5 m³ 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 mdcy. Maksymalna porowatość badanych piaskowców osiąga 10,66%.

Solankę określono jako Cl-Na-Ca o mineralizacji (suchej pozostałości) 95,829 g/dm³, gęstości 1,064 g/cm³ 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 tabeli.

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺ + K ⁺	23 366	1 016,0324	62,30
Ca ²⁺	8 918	445,0010	27,28
Mg ²⁺	2 067	169,9835	10,42
Razem	34 351	1 631,0169	100,00
Aniony			
Cl ⁻	57 300	1 616,3585	99,10
HCO ₃ ⁻	854	13,9959	0,86
SO ₄ ²⁻	32	0,6625	0,04
Razem	58 186	1 631,0169	100,00

Analizę gazu, o gęstości 0,643, uzyskanego z odgazowania solanki przedstawiono w poniższej tabeli.

Składnik	% obj.	g/Nm ³	Składnik	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	78,495	562,65	n-C ₄ H ₁₀	0,027	0,73
C ₂ H ₆	1,023	13,87	n-C ₅ H ₁₂	0,066	2,28
C ₃ H ₈	0,117	2,34	N ₂	20,260	253,35
i-C ₄ H 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 przyływu. Ciśnienie, zarejestrowane na wykresie manometru wgłębnego, odbudowało się do wartości 162 atm. Maksymalna porowatość badanych piaskowców wynosi 9,56%, a przepuszczalność około 0,4 mdcy.

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 przyływu. Ciśnienie, zarejestrowane na wykresie manometru wgłębnego, wzrosło do wartości 57,2 atm. Maksymalna porowatość badanych piaskowców wynosi 6,24%, a przepuszczalność 0,23 mdcy.

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 przyływ 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 tabeli.

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺ + K ⁺	39 280,7	1 708,0803	64,826
Ca ²⁺	10 900,0	543,9122	20,644
Mg ²⁺	3 600,0	296,0525	11,236
Fe ³⁺	1 615,6	86,7824	3,294
Razem	55 396,3	2 634,8274	100,000
Aniony			
Cl ⁻	93 251,9	2 630,5148	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
SiO ₃ ²⁻	10,8	0,2840	0,010
Razem	93 523,1	2 634,8274	100,000

Analizę gazu o gęstości 0,693 uzyskanego z odgazowania solanki przedstawiono w poniższej tabeli.

Składnik	% obj.	g/Nm ³	Składnik	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	69,755	500,00	n-C ₄ H ₁₀	0,014	0,38
C ₂ H ₆	0,720	9,76	n-C ₅ H ₁₂	0,037	1,28
C ₃ H ₈	0,056	1,12	C ₆ H ₁₄	0,092	3,54
i-C ₄ H ₁₀	0,006	0,16	N ₂	29,320	366,64

Otwór Abramów-1

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

Opróbowanie wykonano po zakończeniu wiercenia poprzez perforację rur 6^{3/8}", przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-95 zapieczętowanego w głębokości 2124,0 m. Otrzymano przyływ wody złożowej z filtrem płuczką o ciężarze właściwym 1,03 g/cm³. 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 mdcy.

Solankę określono jako Cl-Na-Ca, Fe o mineralizacji (suchej pozostałości) 150,252 g/dm³, gęstości 1,1027 g/cm³ i odczynie pH = 6,3. Skład chemiczny solanki przedstawiono w tabeli.

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺ + K ⁺	42 161,8	1 833,3607	69,544
Ca ²⁺	11 343,6	566,0468	21,472
Mg ²⁺	2 830,7	232,7877	8,830
Fe ³⁺	23,5	1,2623	0,048
NH ₄ ⁺	50,0	2,7716	0,106
Razem	56 409,6	2 636,2291	100,000
Aniony			
Cl ⁻	93 358,3	2 632,7694	99,870
HCO ₃ ⁻	167,4	2,7000	0,102
SO ₄ ²⁻	22,6	0,4705	0,018
SiO ₃ ²⁻	11,0	0,2892	0,010
Razem	93 559,3	2 636,2291	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 6⁵/₈". Otrzymano przyływ wody złożowej w ilości 3,69 m³/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/dm³, gęstości 1,0407 g/cm³ i odczynie słabo zasadowym pH = 8. Skład chemiczny solanki przedstawiono w tabeli. 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 filtrem płuczką.

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺ + K ⁺	19 903,3	865,4727	91,048
Ca ²⁺	1 319,3	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	21 481,8	950,5583	100,000
Aniony			
Cl ⁻	32 726,8	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	34 161,6	950,5583	100,000

Podstawowe wyniki opróbowania pozostałych poziomów zbiornikowych w otworze Abramów-1 zestawiono w poniższej tabeli.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Litologia	Metoda badania	Ciśnienie złożowe [hPa]	Przyływ wód	Typ wody	Dopływ gazu
3980,0–3982,0	dewon	wapienie	próbnik złoża KII 2 M-95	–	brak	–	nie
3635,0–3622,5	dewon	wapienie	próbnik złoża KII 2 M-95	–	Q = 0,93 m ³ /d	brak danych	nie
3592,0–3565,0	dewon	wapienie	próbnik złoża KII 2 M-95	–	brak	–	nie
3330,0–3370,0	dewon	wapienie	próbnik złoża KII 2 M-95	–	brak	–	nie
3321,0–3298,0	dewon	wapienie	próbnik złoża KII 2 M-95	–	brak	–	nie
3222,0–3191,0	dewon	wapienie	próbnik złoża KII 2 M-95	–	brak	–	nie

Otwór Stężycza-1

Jednym z głównych celów opróbowania było zbadanie własności zbiornikowych oraz ropo- i gazonośności utworów węglanowych dewonu pod kątem określenia możliwości występowania w ich obrębie złoża węglowodorów, a także zbadanie roponośności utworów karbonu. W czasie wiercenia wykonano opróbowanie siedmiu poziomów w utworach karbonu (3) i dewonu (4). Po zakończeniu wiercenia do badań wytypowano, na podstawie analizy materiałów geologiczno-geofizycznych i złożowych, 4 poziomy dewonu (z czego zrealizowano 3) i 6 poziomów karbonu. Analizy laboratoryjne solanek wykonano w Laboratorium Zakładu Poszukiwania Nafty i Gazu w Wołominie, a gazów w Laboratorium Instytutu Górnictwa Naftowego i Gazownictwa w Krośnie.

Poziom zbiornikowy 2327,0–2347,0 m
(karbon – piaskowce)

Opróbowanie wykonano w czasie wiercenia przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-146. W wyniku opróbowania otrzymano przyływ gazu palnego w ilości nieokreślonej oraz 0,2 m³ ropy i 0,3 m³ solanki w czasie 35 min. Ciśnienie złożowe wynosiło 23,25 MPa, a gradient ciśnienia 0,0099 MPa-m. Przepuszczalność poziomu określono jako wysoką. Nie obliczono parametrów złożowych z uwagi na trójfazowość przyływu.

Solankę określono jako Cl-Na-Ca, Fe o mineralizacji (suchej pozostałości) 190,4 g/dm³, gęstości 1,114 g/cm³ i odczynie pH = 6,4. Skład chemiczny solanki przedstawiono w tabeli.

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺ + K ⁺	51 349,0	2 232,860	66,69
Ca ²⁺	16 432,8	820,000	24,49
Mg ²⁺	3 404,8	280,000	8,36
Fe ³⁺	285,5	15,335	0,46
Razem	71 472,1	3 348,195	100,00
Aniony			
Cl ⁻	118 426,3	3339,997	99,75
HCO ₃ ⁻	439,3	7,199	0,22
SO ₄ ²⁻	48,0	0,999	0,03
Razem	118 913,6	3 348,195	100,00

Gaz określono jako gaz ziemny gazolinowy, helowy. Skład gazu przedstawiono w poniższej tabeli.

Składnik	% obj.	g/Nm ³	Składnik	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	75,174	538,99	n-C ₅ H ₁₂	0,860	29,69
C ₂ H ₆	11,531	156,24	C ₆ H ₁₄	0,117	4,50
C ₃ H ₈	6,207	124,69	He	0,197	0,35
i-C ₄ H ₁₀	1,086	29,21	H ₂	0,016	0,01
n-C ₄ H ₁₀	2,918	78,84	CO ₂	0,135	2,66
C ₅ H ₁₂	0,021	0,72	N ₂	1,086	13,67
i-C ₅ H ₁₂	0,652	22,51			

Poziom zbiornikowy 2391,5–2403,0 m
(karbon – piaskowce)

Opróbowanie wykonano w czasie wiercenia przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-146. W wyniku opróbowania otrzymano przyływ solanki w ilości 3,4 m³ zgazowanej gazem palnym w czasie 76 min. Ciśnienie złożowe wynosiło 23,84 MPa, a gradient ciśnienia 0,0099 MPa/m. Strefa przyodwertowa została uszkodzona.

Solankę określono jako Cl-Na-Ca, Fe o mineralizacji (suchej pozostałości) 188,4 g/dm³, gęstości 1,134 g/cm³ i odczynie pH = 5,9. Skład chemiczny solanki przedstawiono w tabeli.

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺ + K ⁺	44 770,7	1 946,807	58,91
Ca ²⁺	20 040,0	1 000,000	30,26
Mg ²⁺	4 183,0	343,996	10,41
Fe ³⁺	257,0	13,804	0,42
Razem	69 250,7	3 304,607	100,00
Aniony			
Cl ⁻	117 008,1	3 300,000	99,86
HCO ₃ ⁻	158,6	2,600	0,08
SiO ₃ ²⁻	62,0	1,629	0,05
SO ₄ ²⁻	18,2	0,378	0,01
Razem	117 246,9	3 304,607	100,00

Badana próbka zawierała gaz ziemny gazolinowy, helowy. Skład gazu przedstawiono w poniższej tabeli.

Składnik	% obj.	g/Nm ³	Składnik	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	73,663	528,16	C ₅ H ₁₂	–	ślady
C ₂ H ₆	8,678	117,58	He	1,258	2,23
C ₃ H ₈	2,322	46,64	CO ₂	0,051	1,00
i-C ₄ H ₁₀	0,152	4,08	N ₂	13,649	170,61
n-C ₄ H ₁₀	0,227	6,13			

Poziom zbiornikowy 2468,0–2483,0 m
(karbon – piaskowce)

Opróbowanie wykonano w czasie wiercenia przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-146. W wyniku opróbowania nie otrzymano przyływu. Nie uzyskano stabilizacji odbudowy ciśnienia, które wzrosło w pierwszym okresie do 21,81 MPa (po 58 min.), a w drugim do 21,00 MPa (po 119 min.). Krzywe ciśnienia nie nadają się do ekstrapolacji. Przepuszczalność poziomu jest niska, nie posiada on właściwości zbiornikowych.

Poziom zbiornikowy 2714,0–2719,0 m
(karbon – piaskowce)

Opróbowanie wykonano po zakończeniu wiercenia przez perforację rur, przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-146. Głębokość zapięcia pakera wynosiła 2680,0 m. Zastosowano zalewkę wodną, zalewając 1130 mb przewodu nad próbnikiem. Badanie przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przyływu (I cykl: 16/492 min.; II cykl: 482/615 min.). W wyniku opróbowania otrzymano przyływ gazu palnego w ilości nieokreślonej (minimalne zgazowanie zalewki) oraz płuczki w ilości około 0,27 m³ w czasie 498 min. Wyekstrapolowane ciśnienie złożowe wynosi 21,41 MPa, a gradient ciśnienia 0,0079 MPa/m.

Gaz wydobyty podczas opróbowania określono jako gaz ziemny gazolinowy. Jego skład przedstawiono w tabeli.

Składnik	% obj.	g/Nm ³	Składnik	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	83,261	596,98	i-C ₅ H ₁₂	0,076	2,62
C ₂ H ₆	6,580	89,15	n-C ₅ H ₁₂	0,086	2,96
C ₃ H ₈	1,759	35,33	He	0,047	0,08
i-C ₄ H ₁₀	0,159	4,27	H ₂	3,771	3,38
n-C ₄ H ₁₀	0,276	7,45	CO ₂	0,379	7,49
C ₅ H ₁₂	0,010	0,34	N ₂	3,596	44,95

Poziom zbiornikowy 2661,0–2666,0 m
(karbon – piaskowce)

Opróbowanie wykonano po zakończeniu wiercenia przez perforację rur, przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-146. Głębokość zapięcia pakera wynosiła 2520,0 m. Zastosowano zalewkę wodną, zalewając 1130 mb przewodu nad próbnikiem. Badanie przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przyływu (I cykl: 9/120 min.; II cykl: 60/641 min.). W wyniku opróbowania otrzymano przyływ gazu w ilości nieustalonej z niewielką ilością ropy (0,02 m³). Gaz przedostał się na powierzchnię po 25 min. Ciśnienie złożowe wynosiło 25,65 MPa, a gradient ciśnienia 0,0096 MPa/m. Z powodu braku możliwości określenia strumienia gazu nie określono parametrów złożowych.

Po uzbrojeniu i wywołaniu otworu wykonano syfonowanie oczyszczające, odbierając około 120 000 Nm³ gazu, 5350 l ropy i 1040 l solanki. Następnie wykonano test produkcyjny odbierając łącznie 37 150 Nm³ gazu i 1350 l ropy (syfonowanie 12 godz./odbudowa ciśnienia 12 godz.). Właściwości zbiornikowe poziomu ocenia się jako dobre.

Solankę pobraną z separatora określono jako Cl-Na, Fe o mineralizacji (suchej pozostałości) 62,8 g/dm³, gęstości 1,044 g/cm³ i odczynie pH = 7,7. Skład chemiczny solanki przedstawiono w tabeli.

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	21 500,0	934,904	90,50
K ⁺	550,0	14,065	1,36
Ca ²⁺	1 402,8	70,000	6,78
Mg ²⁺	145,9	11,998	1,16
Fe ³⁺	39,0	2,094	0,20
Razem	23 142,7	1 033,061	100,00
Aniony			
Cl ⁻	35 457,0	1 000,000	98,56
HCO ₃ ⁻	134,2	2,199	0,22
SO ₄ ²⁻	595,2	12,392	1,22
Razem	36 186,4	1 014,591	100,00

Solankę pobraną łyżką określono jako Cl-Na, Fe o mineralizacji (suchej pozostałości) 40,47 g/dm³, gęstości 1,01 g/cm³ i odczynie pH = 7,7. Skład chemiczny solanki przedstawiono w tabeli.

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	9 500,0	413,079	88,38
K ⁺	550,0	14,065	3,01
Ca ²⁺	521,0	25,998	5,56
Mg ²⁺	145,0	11,924	2,55
Fe ³⁺	43,0	2,309	0,0
Razem	10 759,0	467,375	100,00
Aniony			
Cl ⁻	16 032,0	452,153	96,98
HCO ₃ ⁻	134,2	2,199	0,47
SO ₄ ²⁻	572,0	11,909	2,55
Razem	16 738,2	466,261	100,00

Gaz wydobyty podczas opróbowania określono jako gaz ziemny gazolinowy, helowy. Jego skład przedstawiono w tabeli.

Składnik	% obj.	g/Nm ³	Składnik	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	85,840	608,30	C ₆ H ₁₄	0,112	4,30
C ₂ H ₆	6,060	82,11	i-C ₆ H ₁₄	0,124	4,77
C ₃ H ₈	3,307	66,43	n-C ₆ H ₁₄	0,161	6,19
i-C ₄ H ₁₀	0,554	14,90	He	0,102	0,18
n-C ₄ H ₁₀	1,312	35,43	H ₂	0,538	0,48
C ₅ H ₁₂	0,003	0,10	CO ₂	0,057	1,12
i-C ₅ H ₁₂	0,269	9,28	N ₂	2,189	27,36
n-C ₅ H ₁₂	0,372	12,84			

Poziom zbiornikowy 2455,0–2473,0 m
(karbon – piaskowce)

Opróbowanie wykonano po zakończeniu wiercenia przez perforację rur, przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-95. Głębokość zapięcia pakera wynosiła 2439,0 m. Zastosowano zalewkę wodną, zalewając 200 mb przewodu nad próbnikiem. Badanie przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przyprływu (I cykl: 30/90 min.; II cykl: 720/360 min.). W wyniku opróbowania otrzymano przyprływ gazu palnego w ilości nieokreślonej (zgazowanie zalewki na długości 100 m). Nie uzyskano stabilizacji wzrostu ciśnienia – w I cyklu wzrost do 12,72 MPa (po 86 min.), w II cyklu do 21,85 MPa (po 715 min.). Krzywa wzrostu ciśnienia nie nadaje się do ekstrapolacji.

Badanie powtórzono po próbie chłonności. Głębokość zapięcia pakera wynosiła 2433,0 m. Zastosowano zalewkę wodną, zalewając 200 mb przewodu nad próbnikiem. Badanie przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przyprływu (I cykl: 21/290 min.; II cykl: 2145/712 min.). W wyniku opróbowania otrzymano przyprływ płynu w ilości 2,94 m³ zgazowanego gazem palnym, w tym około 0,5 m³ solanki oraz około 0,03 m³ ropy. Ciśnienie złożowe wynosiło 24,3 MPa, a gradient ciśnienia 0,0099 MPa/m.

Badany poziom posiada niskie własności zbiornikowe i odznacza się szybkozszerpywalnością. Z uwagi na przyprływ trójfazowy nie obliczono parametrów złożowych.

Solankę określono jako Cl-Na-Ca o mineralizacji (suchej pozostałości) 112,84 g/dm³, gęstości 1,078 g/cm³ i odczynie pH = 6,3. Skład chemiczny solanki przedstawiono w tabeli.

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	29 000,0	1 261,034	65,67
K ⁺	750,0	19,180	1,00
Ca ²⁺	9 939,8	495,998	25,83
Mg ²⁺	1 751,0	143,996	7,50
Fe ³⁺	śląd	–	–
Razem	41 440,8	1 920,208	100,00
Aniony			
Cl ⁻	69 495,7	1 959,999	99,73
HCO ₃ ⁻	214,5	3,515	0,18
SO ₄ ²⁻	82,3	1,713	0,09
Razem	69 792,5	1 965,227	100,00

Gaz wydobyty podczas opróbowania określono jako gaz ziemny gazolinowy. Jego skład przedstawiono w tabeli.

Składnik	% obj.	g/Nm ³	Składnik	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	88,080	631,53	n-C ₅ H ₁₂	0,133	4,59
C ₂ H ₆	5,231	70,88	C ₆ H ₁₄	0,031	1,19
C ₃ H ₈	1,597	32,08	He	0,073	0,12
i-C ₄ H ₁₀	0,167	4,49	H ₂	0,476	0,42
n-C ₄ H ₁₀	0,366	9,88	CO ₂	0,027	0,53
C ₅ H ₁₂	0,005	0,17	N ₂	3,718	46,47
i-C ₅ H ₁₂	0,096	3,31			

Poziom zbiornikowy 2431,0–2434,0 m
(karbon – piaskowce)

Opróbowanie wykonano po zakończeniu wiercenia przez perforację rur, przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-95. Głębokość zapięcia pakera wynosiła 2404,0 m. Zastosowano zalewkę wodną, zalewając 93 mb przewodu nad próbnikiem. Badanie przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przyprływu (I cykl: 7/66 min.; II cykl: 364/483 min.). W wyniku opróbowania otrzymano przyprływ zgazowanej solanki w ilości 2,7 m³. Ciśnienie złożowe wynosiło 24,79 MPa, a gradient ciśnienia 0,0102 MPa/m.

Solankę określono jako Cl-Na-Ca, Fe o mineralizacji (suchej pozostałości) 123,53 g/dm³, gęstości 1,084 g/cm³ i odczynie pH = 5,1. Skład chemiczny solanki przedstawiono w tabeli.

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	31 000,0	1 348,000	62,84
K ⁺	1 300,0	33,246	1,55
Ca ²⁺	11 703,3	583,997	27,23
Mg ²⁺	2 140,1	175,995	8,21
Fe ³⁺	68,5	3,733	0,17
Razem	46 211,9	2 144,971	100,00
Aniony			
Cl ⁻	75 168,8	2 119,998	99,63
HCO ₃ ⁻	362,1	5,934	0,28
SO ₄ ²⁻	93,7	1,950	0,09
Razem	75 624,6	2 127,882	100,00

Gaz wydobyty podczas opróbowania określono jako gaz ziemny gazolinowy. Jego skład przedstawiono w tabeli.

Składnik	% obj.	g/Nm ³	Składnik	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	85,241	611,17	n-C ₅ H ₁₂	0,071	2,45
C ₂ H ₆	2,898	39,26	He	0,091	0,16
C ₃ H ₈	1,201	24,12	H ₂	2,661	2,38
i-C ₄ H ₁₀	0,096	2,58	CO ₂	0,087	1,71
n-C ₄ H ₁₀	0,251	6,78	N ₂	7,357	91,96
i-C ₅ H ₁₂	0,046	1,58			

Poziom zbiornikowy 2374,0-2378,0 m
(karbon – piaskowce)

Opróbowanie wykonano po zakończeniu wiercenia przez perforację rur, przy użyciu próbnika złoża typu KII 2 M-95. Głębokość zapiekania pakera wynosiła 2347,0 m. Zastosowano zalewkę wodną, zalewając 1100 mb przewodu nad próbnikiem. Badanie przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przyplwy (I cykl: 11/82 min.; II cykl: 240/354 min.). W wyniku opróbowania otrzymano niewielki przyplwy gazu palnego oraz 0,5 m³ płuczeki. Ciśnienie złożowe wynosiło 24,37 MPa, a gradient ciśnienia 0,0103 MPa/m.

Gaz wydobyty podczas opróbowania określono jako gaz ziemny azotowy. Jego skład przedstawiono w tabeli.

Składnik	% obj.	g/Nm ³	Składnik	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	48,822	350,05	i-C ₅ H ₁₂	0,023	0,79
C ₂ H ₆	0,529	7,16	n-C ₅ H ₁₂	0,043	1,46
C ₃ H ₈	0,054	1,08	H ₂	12,871	11,55
i-C ₄ H ₁₀	0,004	0,10	CO ₂	0,324	6,40
n-C ₄ H ₁₀	0,014	0,37	N ₂	37,316	466,45

Poziom zbiornikowy 2330,0–2338,0 m
(karbon – piaskowce)

Poziom udostępniono przez perforację rur 9⁵/₈”, uzbrajając i wywołując otwór. Po syfonowaniu oczyszczającym przeprowadzono testowanie otworu, wydobywając łącznie około 682 tys. m³ gazu, 98,4 m³ ropy oraz 50,1 m³ solanki. Wstępnie określona wydajność potencjalna gazu wynosiła 300 Nm³/min. Ostatecznie horyzont udostępniono przez perforację w głębokości 2324,0–2330,0 m.

Poniżej przedstawiono szczegółowy przebieg syfonowania:

- Zwęzka 3,2 mm; czas 110 godz.; ciśnienie 151 atm. (po około 60 godz.)
 - gaz około 89 000 m³
 - ropa 20,0 m³
 - solanka 12,5 m³
 - odbudowa ciśnienia 72,4 godz. – 180 atm. (po około 57 godz.)
- Zwęzka 4,8 mm; czas 79 godz.; ciśnienie 142 atm. (po około 60 godz.)
 - gaz około 124 000 m³
 - ropa 17,1 m³
 - solanka 12,1 m³
 - odbudowa ciśnienia 64 godz. – 182 atm. (po około 28 godz.)
- Zwęzka 6,3 mm; czas 168 godz.; ciśnienie 132 atm. (po około 75 godz.)
 - gaz około 469 000 m³
 - ropa 61,0 m³
 - solanka 25,5 m³
 - odbudowa ciśnienia 120 godz. – 183 atm. (po około 15 godz.)

Solankę określono jako Cl-Na-Ca, Fe o mineralizacji (suchej pozostałości) 179–181 g/dm³, gęstości 1,121–1,130 g/cm³ i odczynie pH = 5,2–5,3. Skład chemiczny solanki przedstawiono w tabelach.

02.1994 r.			
Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	40 500,0	1 761,099	58,05
K ⁺	1 100,0	30,474	1,00
Ca ²⁺	18 436,8	920,000	30,33
Mg ²⁺	3 891,2	320,000	10,55
Fe ³⁺	69,0	2,154	0,07
Razem	60 105,8	3 033,727	100,00
Aniony			
Cl ⁻	107 434,7	3 029,999	99,77
HCO ₃ ⁻	378,3	6,199	0,20
SO ₄ ²⁻	44,8	0,932	0,03
Razem	107 857,8	3 037,130	100,00

03.1994 r.			
Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	41 500,0	1 804,583	56,59
K ⁺	1 000,0	27,700	0,87
Ca ²⁺	19 559,8	975,998	30,60
Mg ²⁺	4 474,8	367,993	11,54
Fe ³⁺	240,1	12,897	0,40
Razem	66 774,7	3 189,171	100,00
Aniony			
Cl ⁻	112 753,0	3 179,998	99,87
HCO ₃ ⁻	195,2	3,199	0,10
SO ₄ ²⁻	52,1	1,084	0,03
Razem	113 000,3	3 184,281	100,00

Gaz wydobyty podczas syfonowania określono jako gaz ziemny gazolinowy, helowy. Jego skład przedstawiono w tabeli.

02.1994 r.					
Składnik	% obj.	g/Nm ³	Składnik	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	64,471	462,25	i-C ₆ H ₁₄	0,496	19,08
C ₂ H ₆	17,663	239,33	n-C ₆ H ₁₄	0,764	29,39
C ₃ H ₈	7,728	155,25	He	0,107	0,19
i-C ₄ H ₁₀	1,543	41,50	H ₂	0,005	0,00
n-C ₄ H ₁₀	2,654	71,71	CO ₂	0,030	0,59
i-C ₅ H ₁₂	1,029	25,53	N ₂	1,489	18,61

03.1994 r.					
Składnik	% obj.	g/Nm ³	Składnik	% obj.	g/Nm ³
CH ₄	89,437	641,26	i-C ₆ H ₁₄	0,077	2,96
C ₂ H ₆	4,330	58,67	n-C ₆ H ₁₄	0,137	5,27
C ₃ H ₈	2,213	44,45	He	0,082	0,14
i-C ₄ H ₁₀	0,325	8,74	H ₂	-	śląd
n-C ₄ H ₁₀	0,745	20,12	CO ₂	0,088	1,73
i-C ₅ H ₁₂	0,173	5,97	N ₂	2,163	27,03
n-C ₅ H ₁₂	0,230	7,94			

Podstawowe wyniki opróbowania pozostałych poziomów zbiornikowych w otworze Stężycza-1 zestawiono w poniższej tabeli.

Głębokość [m]	Stratygrafia	Litologia	Metoda badania	Ciśnienie złożowe [MPa]	Przyptyw	Typ wody	Dopływ gazu
przed zakończeniem wiercenia							
2815,0–2827,0	dewon	wapień	próbnik złoża KII 2 M-146	brak stabilizacji	brak	–	nie
3058,0–3100,0	dewon	wapień	próbnik złoża KII 2 M-146	33,02	solanka zan. płuczką 1,0 m ³	brak danych	tak
3198,0–3236,0	dewon	wapień	próbnik złoża KII 2 M-146	brak stabilizacji	brak	–	nie
3320,0–3334,0	dewon	piaskowce	próbnik złoża KII 2 M-146	35,13	solanka zan. płuczką 0,37 m ³	brak danych	nie
po zakończeniu wiercenia							
3686,0–3691,0	dewon	piaskowce	próbnik złoża KII 2 M-95	46,65 (ekstrapol.)	brak	–	tak
3340,0–3355,0	dewon	piaskowce	próbnik złoża KII 2 M-95	35,86	brak	–	nie
3235,0–3248,0	dewon	piaskowce	próbnik złoża KII 2 M-95	34,33	brak	–	tak

5.5. PETROGRAFIA I DIAGENEZA OSADÓW KARBOŃSKICH

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

Charakterystyka petrograficzna

Charakterystykę petrograficzną piaskowców (arenity i waki, wg. Pettijohn i in., 1972) przedstawiono na podstawie analizy osadów karbonu w rejonie Stężycy (otwory wiertnicze: Stężycza 1, 2 3k i 4; Kozłowska, 2000, 2004, 2005; Kozłowska & Poprawa, 2004) oraz wybranych próbek z otworów wiertniczych: Abramów 6 i 7, Dęblin 7, Glinnik 2, Kock IG 2 oraz Wilczanka 1 (zobacz Wójcicki, 2012). Ponadto wykorzystano dane petrograficzne zamieszczone w następujących Dokumentacjach wynikowych otworów: Wilczanka 1 (Bloch, 1991), Przytoczno IG 1 (Gurba, 1998), Puławy IG 1 (Gurba, 1990), Michów IG 1 (Gurba, 1987), Michów IG 2 (Gurba, 1986), Baranów 1 (Łączka & Liwosz, 1981) i Dęblin 10 (Kowalska-Łączka & 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 Stężycza w kategorii B+C; dodatek nr 1” (Marcinkowski, 2002). Zagadnień petrograficznych utworów karbonu w rejonie obszaru przetargowego dotyczą również publikacje Rochewicza (1982) oraz Chabierę (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 beładnej. 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 plagioklasy. Występują one w zmiennej ilości, przeciętnie około 6% obj. skały, lokalnie przekraczając 20% obj. skały. Zawartość łyszczyków, głównie muskowitu i biotyту oraz chlorytów 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, rutil, 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 wkłęsło-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. 5.4A., B.). Ponadto obserwowano węglany (0–35,4% obj. skały) tworzące cement porowy, wśród których dominuje syderyt i ankeryt, rzadziej kalcyt (Fig. 5.4C.). Stosowana nazwa syderyt odnosi się do minerałów szeregu izomorficznego $\text{FeCO}_3\text{--MgCO}_3$. 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, Stężycza 2), zarastają przestrzeń porową piaskowców (Fig. 5.4D.). Rzadziej występują illit (0–0,3% obj. skały; Baranów 1, Dęblin 10, Wilczanka 1; Fig. 5.4E) oraz minerały mieszanopakietowe illit-smektyt (Baranów 1, Czernic 277-2, Dęblin 10, Michów IG 2, Stężycza 2). Chloryty (0–1,0% obj. skały), o wysokiej zawartości żelaza i znacznie niższej magnezu, występują najczęściej w formie obwódek na ziarnach (Fig. 5.4B.), rzadziej wypełniają pory. Powszechnie, w niewielkich ilościach występują pirit (do 1% obj. skały) oraz wodorotlenki żelaza i hematyt (od 0 do 3% obj. skały). Lokalnie stwierdzono występowanie cementów siarczanowych: anhidrytu 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

Stężycza 1 i 2. Piaskowce o porowatości około 10% są powszechne w otworach: Abramów 7, Dęblin 7, Glinnik 2 oraz Stężycza 1, 2, 3k i 4. Piaskowce o niższej porowatości około 5% występują w otworach: Stężycza 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. 5.4F.). Porowatość pierwotna w piaskowcach ulega silnej redukcji w wyniku kompaktacji mechanicznej oraz cementacji. Jednakże, występowanie wczesnych cementów, które tworzą obwódki na ziarnach, jak chloryty, syderyt i kwarc, przy niecałkowitym wypełnieniu przestrzeni międzyziarnowej w skałe może przyczynić się do zachowania w niej części porowatości pierwotnej. Ponadto powszechna jest mikroporowatość między krystalitami autogenicznych minerałów ilastych, głównie kaolinitu (od 5 do 10% obj. skały). Porowatość wtórna tworzy się w wyniku rozpuszczania ziarn detrytycznych (głównie skałeni potasowych, rzadziej litoklastów) oraz w mniejszym stopniu cementów (głównie kwarcu autogenicznego, rzadziej ankerytu i Fe-kalcytu).

Skały aleurowe 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 ilowce, ilowce mułowcowe i ilowce syderytowe. Głównymi minerałami ilastymi mułowców i ilowców 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, 1969; Bojarski & Krassowska, 1970; Stachurski, 1970; Żytkowski, 1971; Królikowski & Żytkowski, 1971; Kubicka & Kowalska-Łącka, 1972; Kowalska-Łącka & Kruczak, 1981; Łącka & Liwosz, 1981; Gurba, 1986, 1987, 1990, 1998; Bloch, 1991; Anderson i in., 1999; Kozłowska, 1996, 1998, 2002; Marcinkowski, 2002; Narkiewicz, 1996, 2005; Wójcicki, 2012). Wartości porowatości maleją ze wzrostem głębokości zalegania osadu. Wartości porowatości i przepuszczalności piaskowców, z otworów wiertniczych usytuowanych na obszarze przetargowym (Fig. 1.2.), zestawiono w Tab. 5.2., a usytuowanych w pobliżu granicy obszaru przetargowego – w Tab. 5.1.

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

Nazwa otworu	Wiek	Badany zakres głębokości (m)	Porowatość (%)	Przepuszczalność (mD)	Uwagi
Stężycza 1	namur	2324,45–2438,45	7,39–17,86 ~12,0	0,1–>300 ~5–100	2315,2–2330,7 gaz ~Por. 12,84%; Prz. 59,84 mD
		2311,8–2391,5	4,64–14,69	0,001–87,850	
		2466,25–2478,85	3,88–11,62 ~<10,0	0,1–2,3 ~0,1	
Stężycza 2	westfal	2034,1–2039,3	11,81–15,93	63,10	2313,5–2331,7 gaz ~Por. 12,65%; Prz. 24,07 mD
	namur	2083,1–2351,7	5,45–14,84 ~12,0	0,08–59,95 ~5–10	
		2289,7–2346,6	1,31–14,91	0,001–34,028	
		2483,8–2675,1	7,12–10,06 ~9,0	0,13–0,87 ~<1	
Stężycza 3k	namur	2109,2–2430,95	4,26–15,95 ~13,0	0,63–157,54 ~kilkadziesiąt	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
		2508,1–2521,6	7,86–17,08 ~12,0	0,64–5,1 ~>1	
	wizen	2717,5–2744,4	4,07–11,76	0,01–0,1	
Stężycza 4	namur	2102,5–2400,9	3,06–15,88 ~12,0	0,01–162,16 ~>10	
		2490,1–2491,15	0,83–5,92 ~3,0	0,01–114,85	
	wizen	2694,1–2697,5	1,27–4,91	<0,1	
Stężycza 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	2414,9–2441,2 gaz ~Por. 12,80%; Prz. 46,50 mD
Stężycza 6k	westfal	2080,1–2084,05	12,52–16,36	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
	namur	2373,9–2420,5	8,08–14,34 ~12,0	n.o.	

Nazwa otworu	Wiek	Badany zakres głębokości (m)	Porowatość (%)	Przepuszczalność (mD)	Uwagi
Stężycza 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
Stężycza 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
Stężycza 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	0,41–14,41 ~10,0	n.prz.-101,1 ~kilkadziesiąt	
		2302,9–2338,9	7,20–13,38	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	0–10759,71	2316,0–2391,0 piaskowce porowate; 2400,0–2436,0 potencjalny poziom zbiornikowy
Wilczanka 1	westfal	2104,0–2164,0	1,08–15,14 ~13,0	<0,1–>300 ~kilkadziesiąt	
		2094,5–2141,3	2,18–15,94 ~10,0	0,001–90,539	
	namur	2246,0– 2325,0 2337,0–2343,0	>0–12,20 ~kilka-10	<0,1–>10,3 ~1,00	głębiej piaskowce o lepszych właściwościach kolektorskich;
		2246,4–2339,3	1,35–15,25 ~10,0	0,001–14,425	
		2327,2–2337,0 2484,2–2492,2	0,08–9,81 ~1,0	<0,1–>6,9	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	0,37–14,99 ~11,0	10,0–100,0 lok.>1000,0	
		2267,0–2311,0	4,73–14,47 ~13,0	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 właściwościami filtracyjnymi
		1697,3–2194,0	2,9–26,31 ~15,0	<0,1–234,4 ~5,00?	
Abramów 1	westfal, namur	2229,6–2235,6	11,02	45,0	

Tabela 5.1. Porowatości i przepuszczalności piaskowców z otworów wiertniczych usytuowanych na obszarze przetargowym „Ryki”

Procesy diagenetyczne a porowatość piaskowców

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

Kompaktacja mechaniczna jest procesem, który w sposób wyraźny zmniejszył porowatość pierwotną piaskowców. Jej efekty widoczne są w postaci ściślejzego upakowania szkieletu ziarnowego w skałę oraz wygięcia blaszek łyszczyków i plastycznych okruców skał.

Czynnikami hamującymi kompaktację mechaniczną była przewaga ziarn twardych nad plastycznymi oraz wytrącanie się wczesnych cementów obwódkowych (Fe-chloryty, syderyt i kwarc) na ziarnach. Procent pierwotnej porowatości zredu-

kowanej w piaskowcach przez kompaktację, w rejonie Stężycy, wyliczony według Houseknechta (1987) wynosi przeciętnie około 40% i wskazuje na znaczny wpływ kompaktacji mechanicznej. Wartość ta kształtuje się odpowiednio: Stężycza 1 – 49,4%, Stężycza 2 – 45,3%, Stężycza 3k – 46,8% i Stężycza 4 – 38,9% (Kozłowska, 2005). Kompaktacja 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 głównym 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

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	0,85–12,02	<0,1	
		1117,1–1288,6	2,01–19,89	0,001–83,894	
		1364,7–1375,9	14,54–20,44	75,584–644,762	
	wizen	1375,3	20,03	870	

Tabela 5.2. Porowatości i przepuszczalności piaskowców, z otworów wiertniczych usytuowanych w pobliżu granicy obszaru przetargowego „Ryki”

działanie kompaktacji 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 kaolinitu, występujący powszechnie, generalnie redukuje porowatość skały, jednak tworząc się kosztem przeobrażanych skałeni 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 Houseknehta, 1987) wynosi przeciętnie około 35% w rejonie Stężycy. Uzyskane wartości przedstawiają się następująco: Stężycza 1 – 33,9%, Stężycza 2 – 36,1%, Stężycza 3k – 33,0% i Stężycza 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. Proces ten był najsilniej rozwinięty w ziarnach skałeni 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: skałeni 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 skałeni potasowych i łyszczyków.

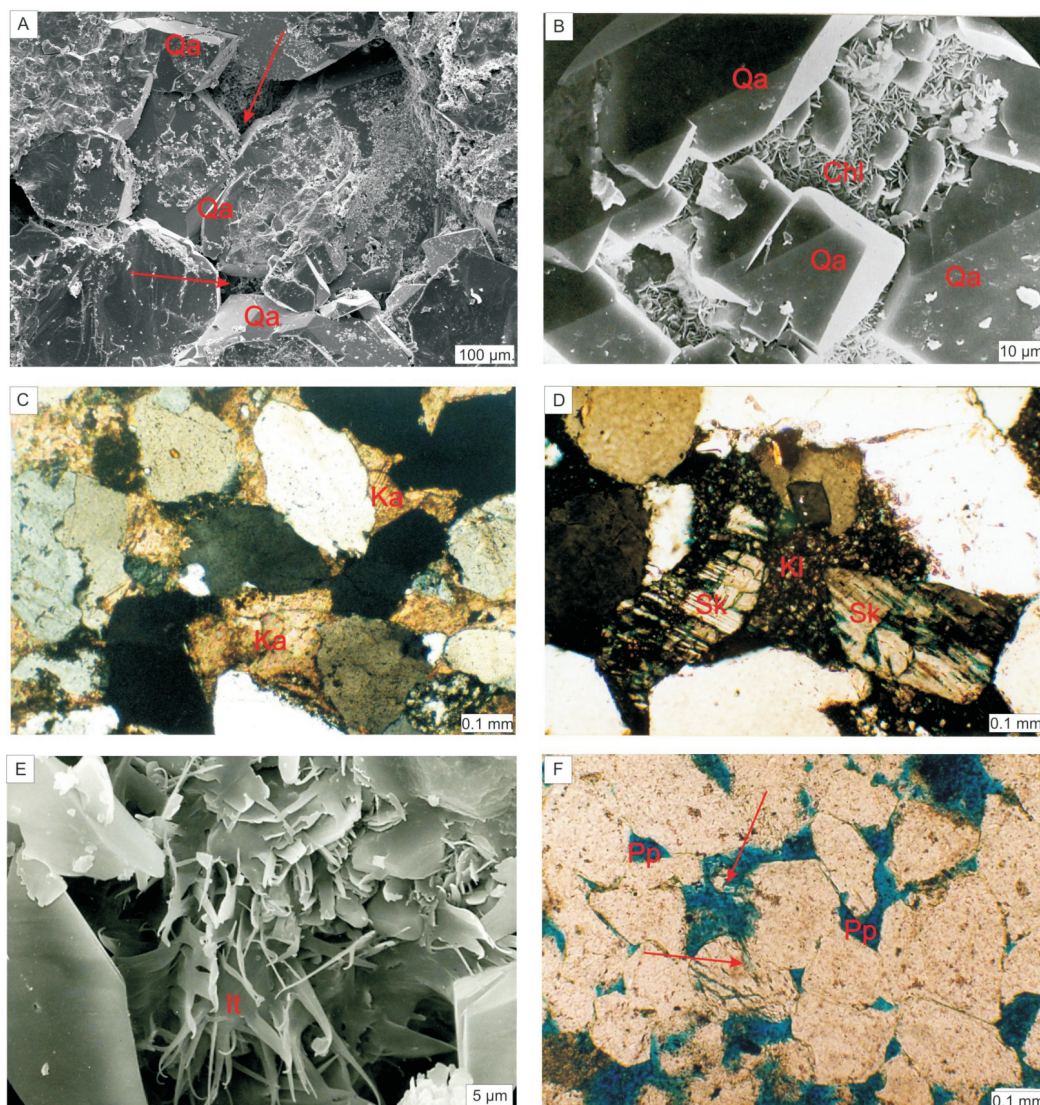
Podsumowanie i ocena właściwości zbiornikowych piaskowców

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

W eodiagenecie do najważniejszych cementów należą: obwódki Fe-chlorytu, syderyt oraz kaolinit robakowaty oraz tworzenie się syntaksjalnych obwódek kwarcowych. Mineralami autigenicznymi o niewielkim znaczeniu ilościowym są wodorotlenki żelaza i hematyt oraz pirit. W mezodiagenecie 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, 1984) w cementie kwarcowym – 113°C (Kozłowska, 2000, 2004; Kozłowska & Poprawa, 2004). Natomiast występowanie dickitu, w części środkowej profilu otworu Stężycza 2 (Kozłowska, 2004) i w otworze Dęblin 10 (Kowalska-Łącka & Kruczak, 1981), wskazuje na lokalny wzrost temperatury do około 120°C.

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



A) Obwódki kwarcu autogenicznego (Qa) na ziarnach kwarcu; widoczna porowatość pomiędzy nimi (strzałki). Otwór Stężycy 2, głęb. 2436,7 m, obraz SEM. **B)** Obwódki Fe-chlorytu (Chl) na ziarnie kwarcu detrytycznego, porastane kwarcem autogenicznym (Qa). Otwór Stężycy 2, głęb. 2034,1 m; obraz SEM. **C)** Cement kalcytowy (Ka) w piaskowcu. Otwór Stężycy, głęb. 2474,0 m, nikole skrzyżowane. **D)** Skalenie potasowe (Sk) przeobrażane w kaolinit (Kl). Otwór Stężycy 1, głęb. 2436,7 m, nikole skrzyżowane. **E)** Włókniasty illit (It) w przestrzeni porowej piaskowca. Otwór Dęblin 10, głęb. 2409,8 m; obraz SEM. **F)** Piaskowiec impregnowany niebieską żywicą; widoczna pierwotna porowatość międzyziarnowa (Po) i wtórna, powstała na skutek rozpuszczania skałeni (strzałki). Otwór Stężycy 2, głęb. 2315,2 m., bez analizatora.

Figura 5.4. Cementy w piaskowcach.

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 kompaktacji i cementacji na redukcję porowatość piaskowców (wg Houseknecht, 1987) pokazała, że kompaktacja zmniejszyła porowatość przeciętnie o 45%, a cementacja o 36%. W osadach otworów wiertniczych Stężycy

1, 2, 3k zaznacza się przewaga kompaktacji na cementacją, natomiast w otworze Stężycy 4 wpływ obu procesów był porównywalny. Obserwujemy wyraźny wzrost wpływu kompaktacji i spadek udziału cementacji w redukcji porowatości, w kierunku spągu osadów karbonu. W piaskowcach westfalu A rola cementacji – 42% przeważa nad kompaktacją – 35%, natomiast poniżej obserwujemy przewagę znaczenia kompaktacji nad cementacją wynoszące odpowiednio: w namurze C i B – 45 i 36%, a w namurze A – 52 i 35% (Kozłowska, 2005).

5.6. CHARAKTERYSTYKA MATERII ORGANICZNEJ

5.6.1. CHARAKTERYSTYKA GEOCHEMICZNA
MATERII ORGANICZNEJ1. Otwór Baranów 1

Przebadane utwory karbonu mają dużą miąższość – od 1165 do 2697 m.

Utwory karbonu 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.

2. Otwór Stężycza 2

Utwory górnego karbonu zawierają zróżnicowaną ilość węgla organicznego (śr. 0,159%).

Minimalna ilość Corg 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 w przeważającej ilości występują węglowodory aromatyczne 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% Corg.

Zawartość wydzielonych bituminów 0,020%, w których udział węglowodorów wynosi 49,5%. W składzie węglowodorów przeważają węglowodory nasycone nad aromatycznymi.

3. Otwór Żyrzyn IG 1

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%.

5.6.2. ANALIZA PETROLOGICZNA MATERII
ORGANICZNEJ I DOJRZAŁOŚĆ TERMICZNA

Badany kompleks osadów karbońskich, z interwału głębokości 1039,2–2845,0 m, zawiera zmienną ilość materii organicznej (0,50–20% planimetrowanej powierzchni próbki) głównie typu humusowego, której głównym składnikiem jest grupa wityritu oraz zdecydowanie mniej liczne macerały grupy liptynitów i inertynitów.

Charakteryzują się one niskim potencjałem generacyjnym dla generowania węglowodorów ciekłych. Nieco wyższy potencjał generacyjny posiadają pojedyncze poziomy osadów formacji Terebina i Dęblina zawierające materię organiczną reprezentowaną przez typ humusowo-sapropelowy.

Stopień przeobrażenia materii organicznej, określony na podstawie zdolności odbicia światła (refleksyjności) wityritu (Tab. 3.1.) odpowiada głównej fazie generowania ropy naftowej przy pomierzonych średnich wartościach refleksyjności zmieniających się od 0,59–0,72% Ro (Dęblin 10), 0,70–1,08% Ro (Abramów 3) oraz 0,62–0,68% Ro (Stężycza 2).

Przeanalizowana próbka osadów marglistych, dewonu górnego z otworu Stężycza 2 zawiera niezbyt liczną (0,40%) materię organiczną reprezentowaną głównie przez materiał wityritopodobny, grupę liptynitów oraz zooklasty o dojrzałości termicznej odpowiadającej głównej fazie generowania ropy naftowej (0,89% Ro średnie).

Abramów 3

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

Tabela 5.3. Analiza mikroskopowa materii organicznej

Dęblin 10

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

Stężycza 2

Głębokość (m)	Wiek	Litologia	Wit. (%)	Iner. (%)	Lip. (%)	AOM (%)	Corg (%)	Ro (%)	Formacja
2045,5	C _w	młc,	100				0,70	0,98	lubelska
2293,5		młc	55	20	25		2,00	0,68	Dęblina
2465,0		iłc	70	20	10		1,30	0,62	
2603,5	C _n	iłc,młc	70	20	5	5	1,50	0,66	Terebina
2810	D ₃	mrl	60	10	30		0,40	0,72	

Tabela 5.3. cd.

6. DANE SEJSMICZNE

W obszarze przetargowym „Ryki” pomiary sejsmiczne z zastosowaniem analogowej metody zapisu prowadzono już w latach 1950. Ze względu na ówczesnie 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 1970. (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 Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa. 12 linii zostało

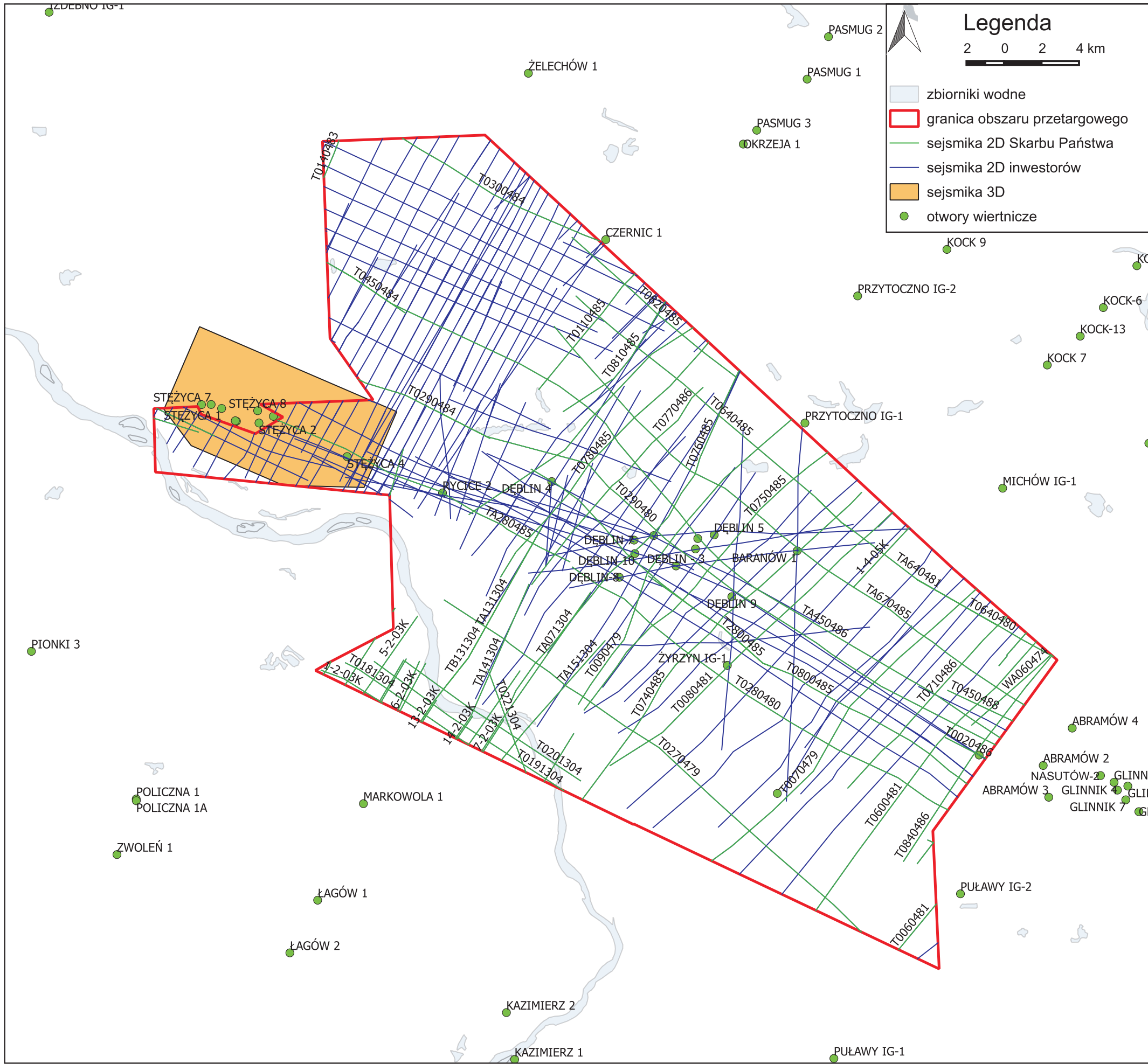
sfinansowanych przez firmę Apache Poland. Na obszarze koncesji znajduje się również fragment pomierzonego dla PGNiG w 1995 r. zdjęcia Stężycza 3D, będącego własnością zleceniodawcy. W obrębie zdjęcia 3D stwierdzono występowanie złoża węglowodorów.

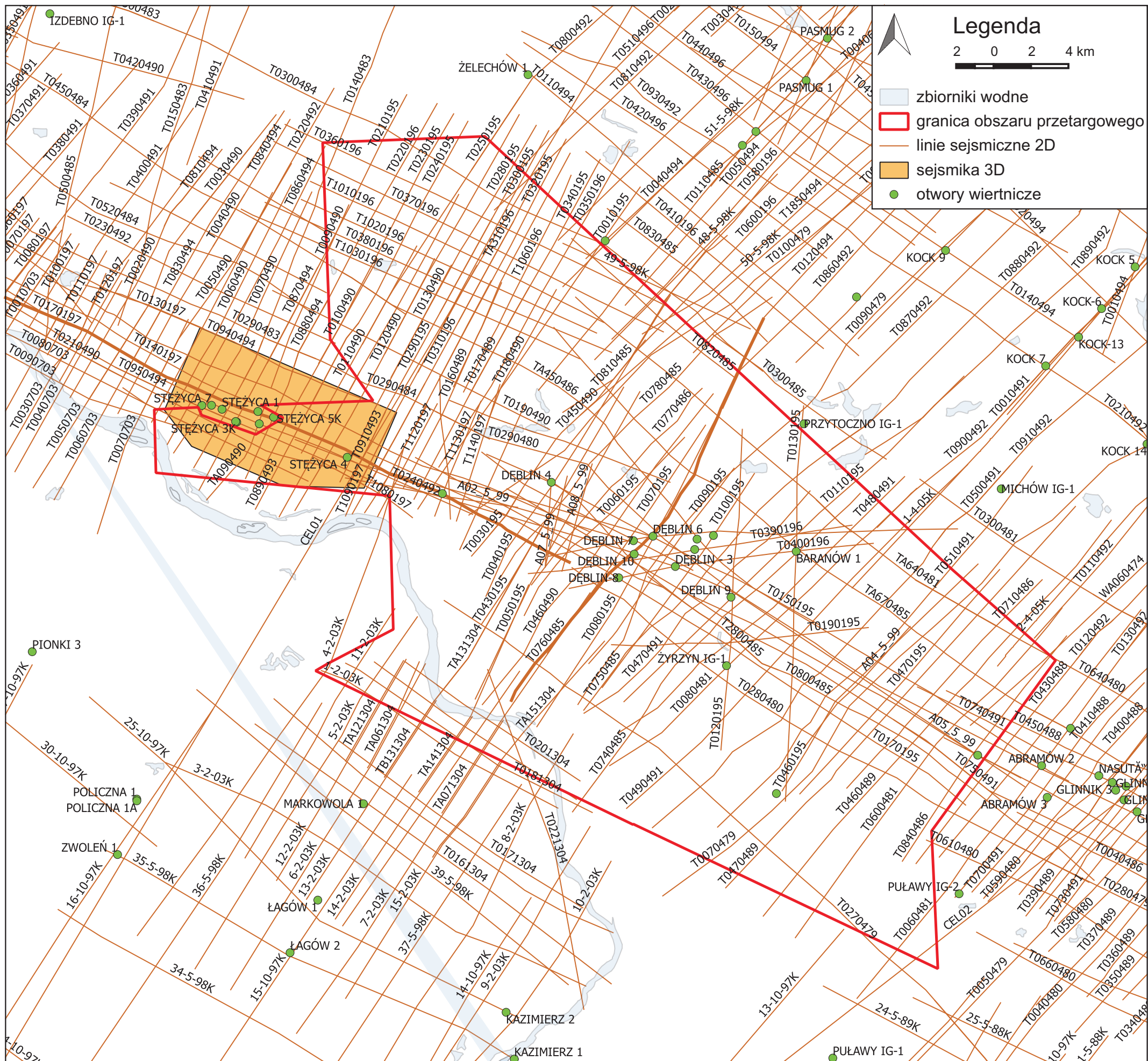
W 2011 r. w ramach tematu sejsmicznego „Czemiech-Ryki 2D” dodatkowo wykonano 9 nowych linii (Fig. 6.3. i 6.4., Tab. 6.2.). Decyzję o pozwoleniu na wykorzystanie danych pomierzonych po 2001 r., do czasu minięcia okresu karencji, może wydać inwestor, któremu przysługuje wyłączne prawo do korzystania z informacji geologicznej.

Na Fig. 6.5. i 6.6. przedstawiono przykładowe wyniki pomiarów z lat 1980. Budowa geologiczna obszaru charakteryzuje się znacznym zaangażowaniem tektonicznym, co odzwierciedla się w obrazach falowych. Wyraźny spadek jakości jest widoczny przede wszystkim w strefach uskokowych.

↓ **Figura 6.1.** Mapa lokalizacyjna danych sejsmicznych 3D oraz linii 2D w obrębie obszaru przetargowego „Ryki” z podziałem na właścicieli.

↓ **Figura 6.2.** Mapa lokalizacyjna danych sejsmicznych.





Nazwa	Rok	Temat	Rejon	Właściciel	Długość [km]
WA060474	1974	Rów Lubelski	Podniesienie Łukowsko-Hrubieszowskie	Skarb Państwa	5,65
T0070479	1979	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Łuków	Skarb Państwa	20,43
T0090479	1979	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Łuków	Skarb Państwa	19,28
T0100479	1979	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Łuków	Skarb Państwa	15,66
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	8,37
T0060481	1981	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Świdnik-Abramów	Skarb Państwa	3,15
T0080481	1981	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Łuków	Skarb Państwa	20,27
T0600481	1981	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Świdnik-Abramów	Skarb Państwa	18,59
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	11,85
T0450484	1984	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Łuków	Skarb Państwa	4,98
T0110485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	8,01
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	18,99
T0760485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	21,62
T0780485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	16,78
T0800485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	28,89
T0810485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	8,14
T0820485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	11,49
TA280485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	17,34
TA670485	1985	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	32,39
T2800485	1985	Wilga-Abramów	Żyrzyn	Skarb Państwa	8,57
T0020486	1986	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Abramów-Ciecierzyn-Minkowice	Skarb Państwa	2,41
T0710486	1986	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	12,50
T0770486	1986	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	13,95
T0840486	1986	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	13,54
TA450486	1986	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Dęblin-Abramów	Skarb Państwa	43,54
T0450488	1988	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Abramów-Ciecierzyn-Minkowice	Skarb Państwa	3,83
T0460489	1989	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Abramów-Ciecierzyn-Minkowice	PGNiG	19,09
T0470489	1989	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Abramów-Ciecierzyn-Minkowice	PGNiG	19,80
T0150489	1989	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	12,80
T0160489	1989	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	12,15
T0170489	1989	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	12,88
T0070490	1990	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	2,58
T0080490	1990	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	2,83
T0090490	1990	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	2,85
T0100490	1990	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	9,80
T0110490	1990	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	10,48
T0120490	1990	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	13,26
T0130490	1990	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	13,01
T0140490	1990	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	13,61
T0180490	1990	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	8,18
T0190490	1990	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	13,18
T0200490	1990	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	17,01
T0210490	1990	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	11,24
T0450490	1990	Wilga-Abramów	Żyrzyn	PGNiG	13,37
T0460490	1990	Wilga-Abramów	Żyrzyn	PGNiG	20,74
TA090490	1990	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	3,10
T0740491	1991	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Glinnik	PGNiG	5,20
T0750491	1991	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Glinnik	PGNiG	5,13
T0470491	1991	Wilga-Abramów	Żyrzyn	PGNiG	17,07
T0480491	1991	Wilga-Abramów	Żyrzyn	PGNiG	18,73
T0490491	1991	Wilga-Abramów	Żyrzyn	PGNiG	21,21
T0500491	1991	Wilga-Abramów	Żyrzyn	PGNiG	21,22
T0510491	1991	Wilga-Abramów	Żyrzyn	PGNiG	18,75
T0240492	1992	Wilga-Abramów	Stężycza	PGNiG	11,90

Tabela 6.1. Lista linii sejsmicznych z obszaru koncesji Ryki.

Nazwa	Rok	Temat	Rejon	Właściciel	Długość [km]
T0810492	1992	Żelechów-Radzyń Podlaski-Kock	Żelechów-Kock	PGNiG	2,54
T0860492	1992	Żelechów-Radzyń Podlaski-Kock	Żelechów-Kock	PGNiG	2,12
T0890493	1993	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Stężycza	PGNiG	6,76
T0900493	1993	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Stężycza	PGNiG	5,50
T0910493	1993	Żelechów-Radzyń Podlaski	Stężycza	PGNiG	4,44
T0960493	1993	Żelechów-Radzyń Podlaski	Stężycza	PGNiG	8,97
T0860494	1994	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Stężycza	PGNiG	2,49
T0870494	1994	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Stężycza	PGNiG	3,11
T0880494	1994	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Stężycza	PGNiG	3,60
T0950494	1994	Tłuszcz-Dęblin-Lublin	Stężycza	PGNiG	7,79
T1850494	1994	Żelechów-Radzyń Podlaski-Kock	Żelechów-Kock	PGNiG	2,10
T0010195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	17,21
T0020195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	8,55
T0030195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	4,39
T0040195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	18,37
T0050195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	18,63
T0060195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	12,88
T0070195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	14,82
T0080195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	21,83
T0090195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	13,01
T0100195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	14,03
T0110195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	17,13
T0120195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	17,17
T0130195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	19,86
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	19,40
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	12,80
T0260195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	13,14
T0280195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	13,18
T0290195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	16,12
T0300195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	12,03
T0320195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	11,61
T0330195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	11,43
T0340195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	10,97
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	15,00
T0470195	1995	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	14,38
T0220196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	9,75
T0270196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	12,47
T0290196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	8,78
T0310196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	15,67
T0350196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	14,97
T0360196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	20,40
T0370196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	20,20
T0380196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	16,62
T0390196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	17,49
T0400196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	16,44
T1010196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	16,57
T1020196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	15,91

Tabela 6.1. cd.

Nazwa	Rok	Temat	Rejon	Właściciel	Długość [km]
T1030196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	14,78
T1060196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	11,22
TA310196	1996	Ryki-Żyrzyn	Trojanów	PGNiG	8,47
T0580196	1996	Żelechów-Radzyń Podlaski-Kock	Żelechów-Radoryż-Pasmug	PGNiG	3,32
T0600196	1996	Żelechów-Radzyń Podlaski-Kock	Żelechów-Radoryż-Pasmug	PGNiG	2,99
T1070197	1997	Ryki-Żyrzyn	Trojanów-Rycice	PGNiG	9,33
T1080197	1997	Ryki-Żyrzyn	Trojanów-Rycice	PGNiG	5,75
T1090197	1997	Ryki-Żyrzyn	Trojanów-Rycice	PGNiG	4,09
T1100197	1997	Ryki-Żyrzyn	Trojanów-Rycice	PGNiG	6,69
T1110197	1997	Ryki-Żyrzyn	Trojanów-Rycice	PGNiG	5,41
T1120197	1997	Ryki-Żyrzyn	Trojanów-Rycice	PGNiG	5,56
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	4,75
49-5-98K	1998	Radom-Zamość		Apache	4,31
50-5-98K	1998	Radom-Zamość		Apache	7,50
51-5-98K	1998	Radom-Zamość		Apache	3,05
A01_5_99	1999	Rycice		Apache	11,45
A02_5_99	1999	Rycice		Apache	18,89
A03_5_99	1999	Rycice		Apache	13,45
A04_5_99	1999	Rycice		Apache	8,62
A05_5_99	1999	Rycice		Apache	22,51
A06_5_99	1999	Rycice		Apache	4,49
A07_5_99	1999	Rycice		Apache	4,95
A08_5_99	1999	Rycice		Apache	5,95
11-2-03K	2003	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	3,16
1-2-03K	2003	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	3,74
12-2-03K	2003	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	2,66
4-2-03K	2003	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	3,38
5-2-03K	2003	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	5,03
6-2-03K	2003	Pionki-Kazimierz		Skarb Państwa	2,90
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	4,35
2-4-05K	2005	Kock-Tarkawica		Skarb Państwa	2,30

Tabela 6.1. cd.

Nazwa	Rok	Inwestor	Temat	Długość [km]
T0018111	2011	PGNiG	Czernic-Ryki	12,38
T0028111	2011	PGNiG	Czernic-Ryki	9,74
T0038111	2011	PGNiG	Czernic-Ryki	6,67
T0048111	2011	PGNiG	Czernic-Ryki	5,12
T0058111	2011	PGNiG	Czernic-Ryki	3,8
T0068111	2011	PGNiG	Czernic-Ryki	2,25
T0078111	2011	PGNiG	Czernic-Ryki	1,27
T0088111	2011	PGNiG	Czernic-Ryki	15,08
T0098111	2011	PGNiG	Czernic-Ryki	2,01

Tabela 6.2. Lista linii sejsmicznych pomierzona w ramach tematu Czernic–Ryki 2D. Informacje pochodzą z dokumentacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych. Długość linii oszacowano na podstawie danych przetworzonych i przycięto do granic obszaru przetargowego.

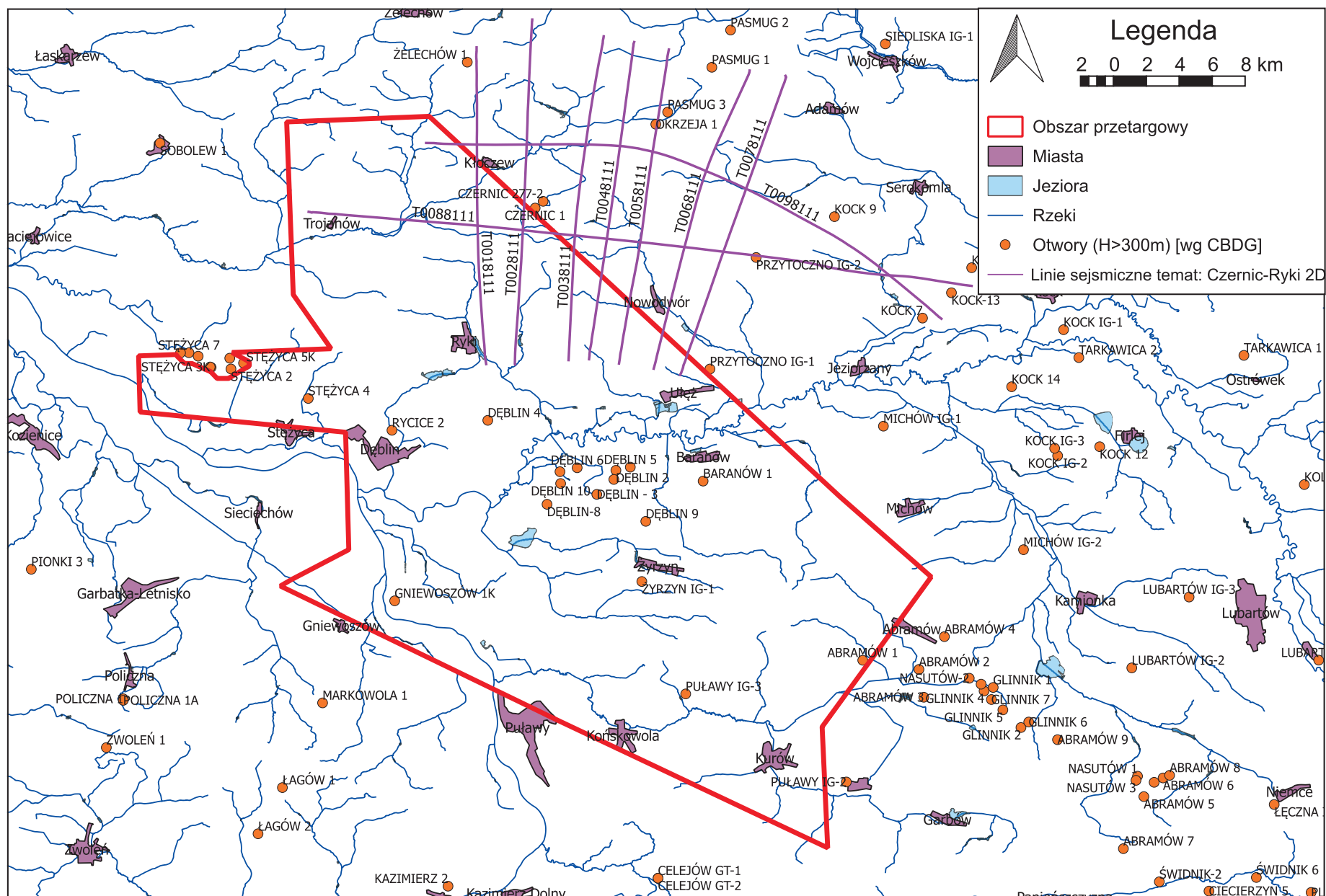


Figura 6.3. Lokalizacja linii sejsmicznych pomierzonych w ramach tematu Czernic-Ryki 2D (Piątek & Saj, 2012). Informacja pochodzi z dokumentacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych.

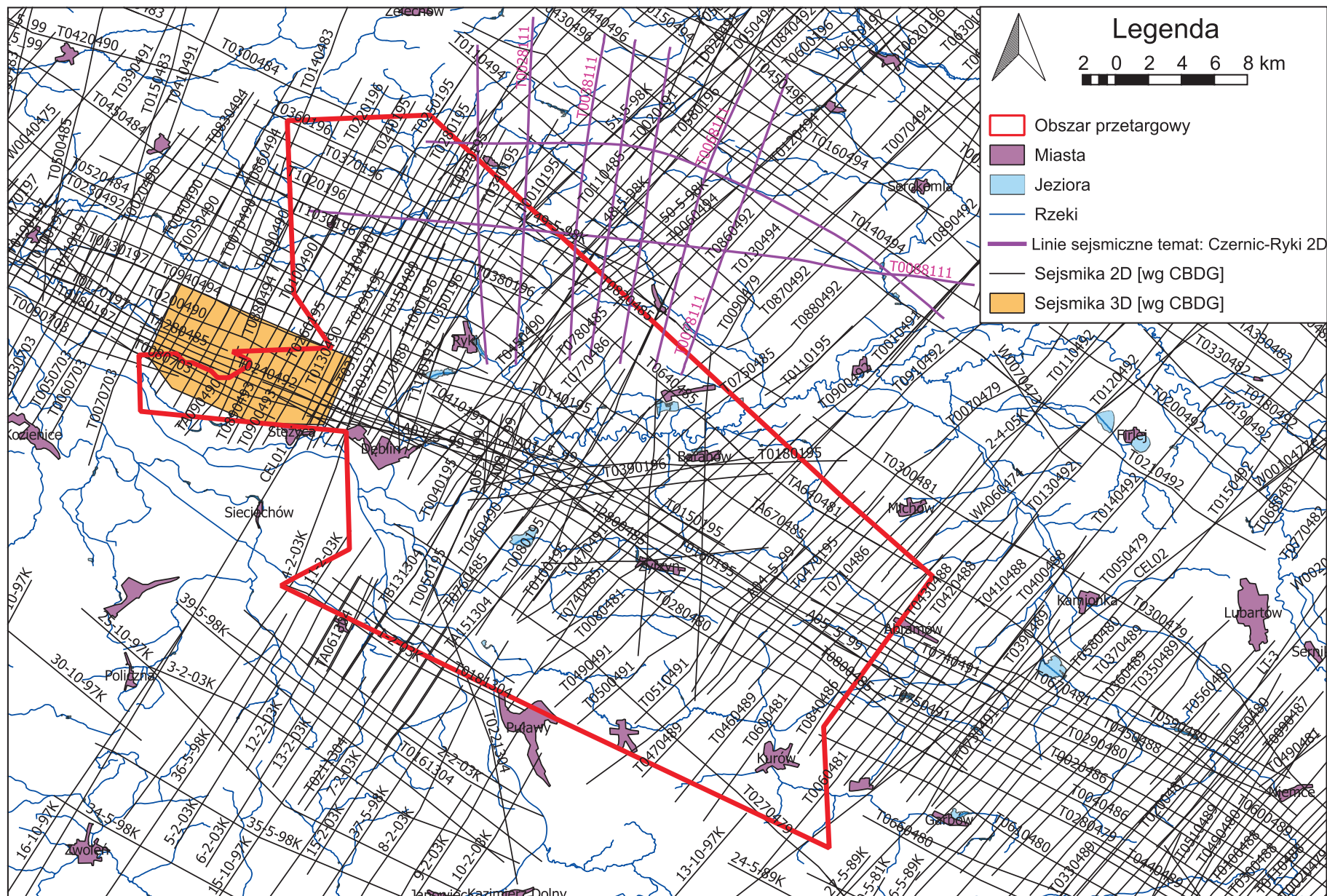


Figura 6.4. Lokalizacja linii sejsmicznych pomierzonych w ramach tematu Czernic-Ryki 2D (Piątek & Saj, 2012) na tle pozostałych pomiarów sejsmicznych. Informacja pochodzi z dokumentacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych.



Figura 6.5. Czasowy przekrój sejsmiczny 28a-IV-85T (Burek & Kunicka, 1987)

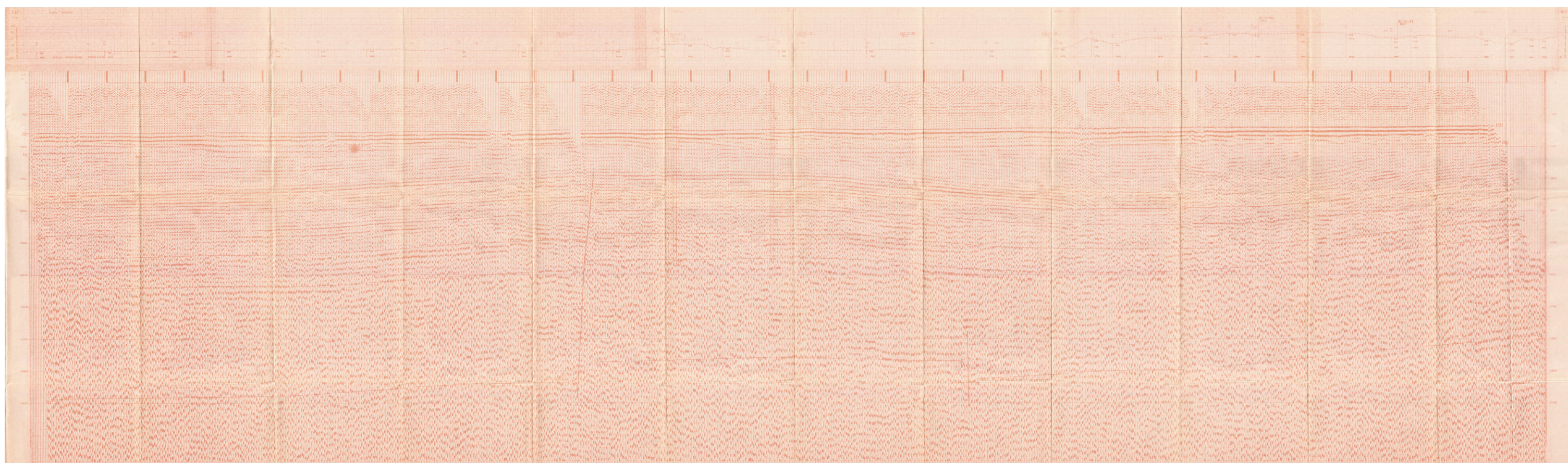


Figura 6.6. Głębokościowy przekrój sejsmiczny 76-IV-85T (Burek & Kunicka, 1987)

7. BADANIA GRAWIMETRYCZNE I MAGNETYCZNE

Badania grawimetryczne

W latach 1957–1989 obszar Polski pokryto zdjęciem półszczegółowym o zagęszczeniu około 2,0–3,0 pkt/km². 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 przyspieszeniem 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 & 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 GRS 80 (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/km² 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.

Ścisłe w granicach obszaru „Ryki” znajduje się 1403 punktów pomiarowych (Fig. 7.2.). Materiały źródłowe są zawarte w dwóch w/w dokumentacjach. Pierwsza z nich (Kruk, 1961) dotyczy badań w rejonie Kock-Łęčna, w którym wykonano pomiary z zagęszczeniem 2,3 pkt/km². 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/km² i błędem anomalii 0,122 mGal.

W 1995 r. na zlecenie BG „GEONAFTA”, wzdłuż osi rowu lubelskiego, w rejonie Abramów-Maciejowice, wykonano nowe pomiary grawimetryczne o zagęszczeniu stanowisk 4 pkt/km² (Ostrowski & Musiałewicz, 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, przy średnim zagęszczeniu punktów wynoszącym 4 pkt./km². Dokładność pomiarów wyniosła $\pm 0,022$ mGal. Lokalizacja stanowisk została określona na podstawie szkiców lokalizacji punktów oraz szczegółów sytuacyjnych, w oparciu mapy w skali 1:50 000 układu „65”. Współrzędne punktów pomiarowych zostały zdigitalizowane z map dokumentacyjnych, opracowanych w oparciu o mapy topograficzne układu „42”. 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 (w/w dokumentacja przekazana do NAG nie zawiera katalogów). Oprócz katalogów

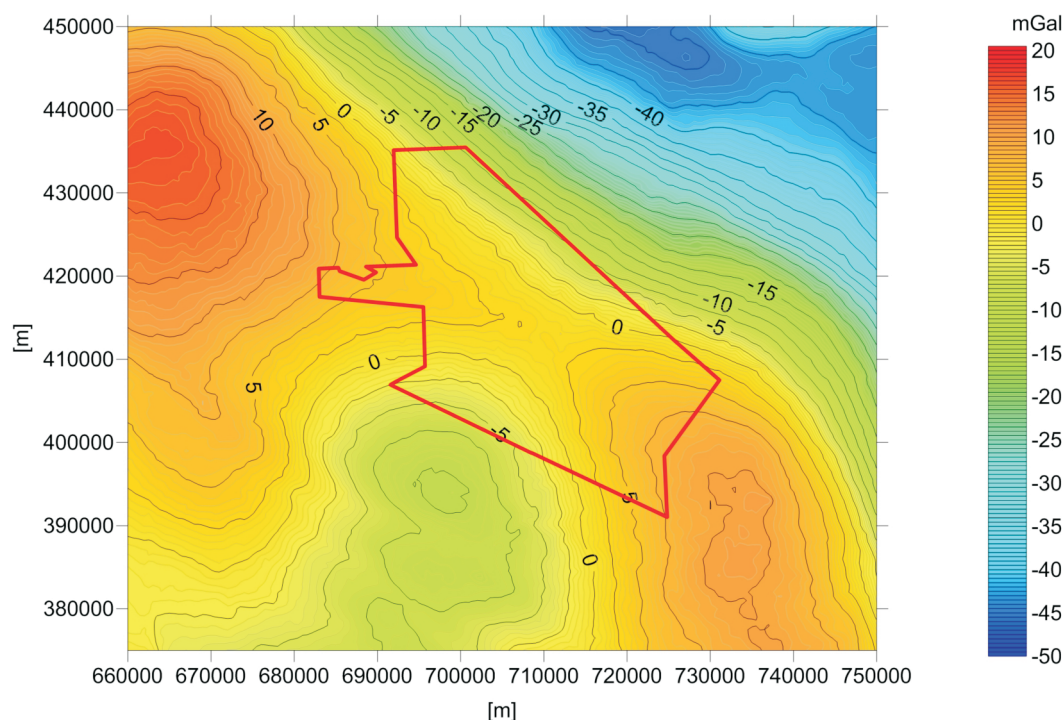


Figura 7.1. Mapa anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera w rejonie obszaru przetargowego „Ryki”.

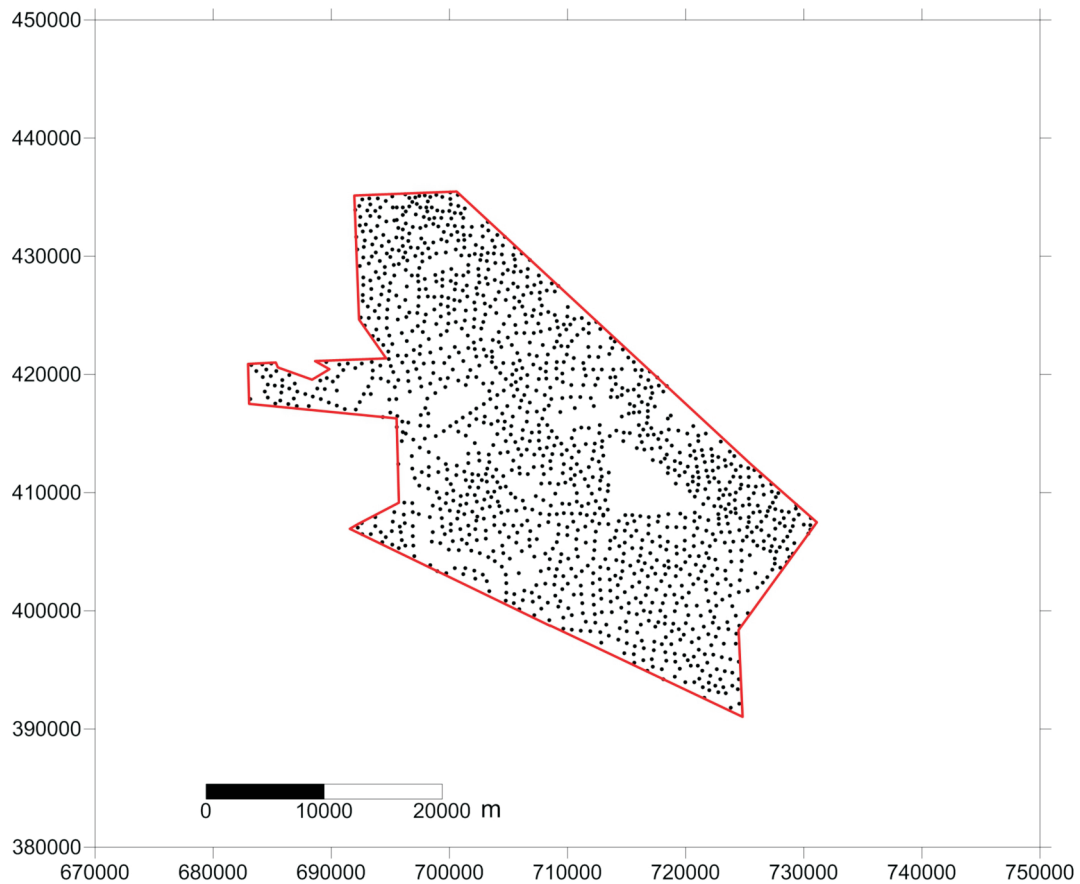


Figura 7.2. Lokalizacja pomiarów grawimetrycznych w obrębie obszaru przetargowego „Ryki” na podstawie zdjęcia póluszczogółowego Polski.

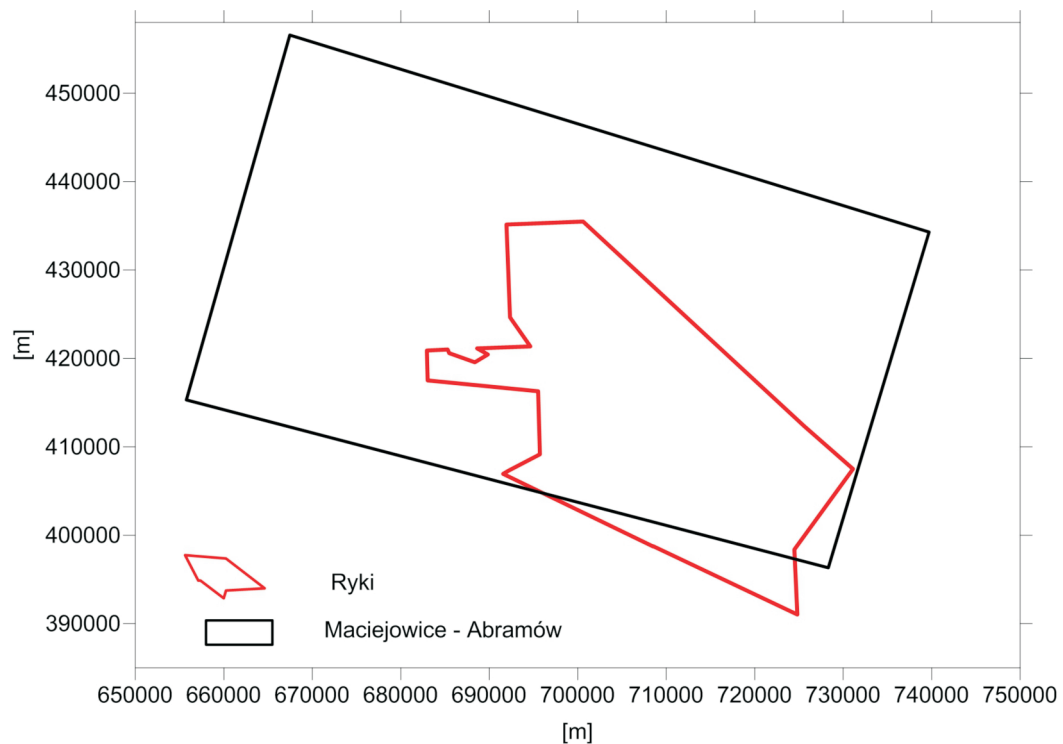


Figura 7.3. Lokalizacja obszaru przetargowego „Ryki” oraz granica zasięgu zdjęcia grawimetrycznego Maciejowice-Abramów (Ostrowski & Musiatowicz, 1996).

sprawozdanie zawiera podstawowe mapy grawimetryczne z obszaru objętego badaniami uzupełnionego 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 $2,25 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 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 skał z badań laboratoryjnych prób pobranych 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 wskazuje niejednokrotnie 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 rejonu wysokich wartości gradientu poziomego anomalii siły ciężkości.

Pogłębiłą interpretację powyższych wyników pomiarów, z wykorzystaniem danych magnetycznych ΔZ i sejsmicznych, wykonali Kleszcz i in. (1996). Celem interpretacji było rozpoznanie form strukturalnych głębszej 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 3D modelu strukturalnego 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 „GEONAF TA” (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,
- opracowano nowy katalog rozkładu anomalii magnetycznych składowej pionowej ΔZ ziemskiego pola magnetycznego w jednolitym układzie odniesienia wg. formuły IGRF dla epoki 1982.5, obejmujący dane z obszaru interpretacji oraz z otoczenia, z uwzględnieniem wysokości magnetycznych punktów pomiarowych (wyznaczonych na podstawie interpolacji wysokości z cyfrowego modelu terenu),
- opracowano mapę podstawową anomalii magnetycznych ΔZ ,
- wykonano analizę jakościową zdjęcia magnetycznego, w tym opracowano mapy anomalii regionalnych i rezydualnych na podstawie filtracji częstotliwościowej w domenie przestrzeni oraz opracowano mapę anomalii gradientu poziomego anomalii ΔZ wg algorytmu Rosenbacha,
- wykonano interpretację ilościową metodą dekonwolucji Wernera wzdłuż 5 przekrojów grawimetryczno-magnetycznych.

Opracowany materiał kartograficzny załączono w dokumentacji w postaci map w skali 1:50000 oraz map w skali 1:200 000. Dane podstawowe (katalogi anomalii) zestawiono na cyfrowych nośnikach informacji.

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 w obszarze interpretacji zlokalizowanych było 69 otworów przebiegających mezozoiku. 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/km²). 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 wykonywane przez PBG na zlecenie PGNiG S.A. oraz MOŚNiL (Ostrowska & Piśula, 1998, 2000). Katalogi danych grawimetrycznych są dołączone do dokumentacji z 2000 r. Z tego zdjęcia 2496 punktów leży we wschodniej części obszaru „Ryki” (Fig. 7.4.).

Nowe zdjęcie charakteryzuje się bardzo wysoką gęstością stanowisk pomiarowych – do ok. 10 pkt/km² oraz wysoką dokładnością pomiarów (szacowaną na ± 0.025 mGal). Dla obszaru zdjęcia półszczegółowego uwzględniono poprawki topograficzne w promieniu 0.1 km na punktach grawimetrycznych gdzie 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 GRS-80. Z uwagi na nierównomierne rozpoznanie gęstości utworów pomiędzy powierzchnią terenu a poziomem morza przyjęto stałą gęstość redukcji 2.25 g/cm³ (średnia dla obszaru niżowego Polski). Interpretacja geofizyczna fragmentu tego zdjęcia (rejon Łuków-Kock-Belżyce) (Wójcicki i in., 1999) obejmuje część obszaru przetargowego „Ryki”, na wschód od południka 220. Podstawowym materiałem interpretacyjnym było zdjęcie grawimetryczne w ramach tematu „Radom-Lublin”, rejon: Łuków-Kock-Belżyce 1997 rok (Ostrowska & Piśula, 1998) z włączeniem danych z tematu Rów Mazowiecko-Lubelski (Ostrowski & Musiałewicz, 1996).

Zadaniem geologicznym interpretacji było rozpoznanie strukturalne w obrębie utworów starszego paleozoiku ze szczególnym uwzględnieniem utworów dewonu i kambry, 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 odpowiedzi na postawione zadanie geologiczne wykonany został pełny zakres interpretacji jakościowej i ilościowej uwzględniający najnowsze metody transformacji i dekonwolucji pól potencjalnych, a także zestawienie

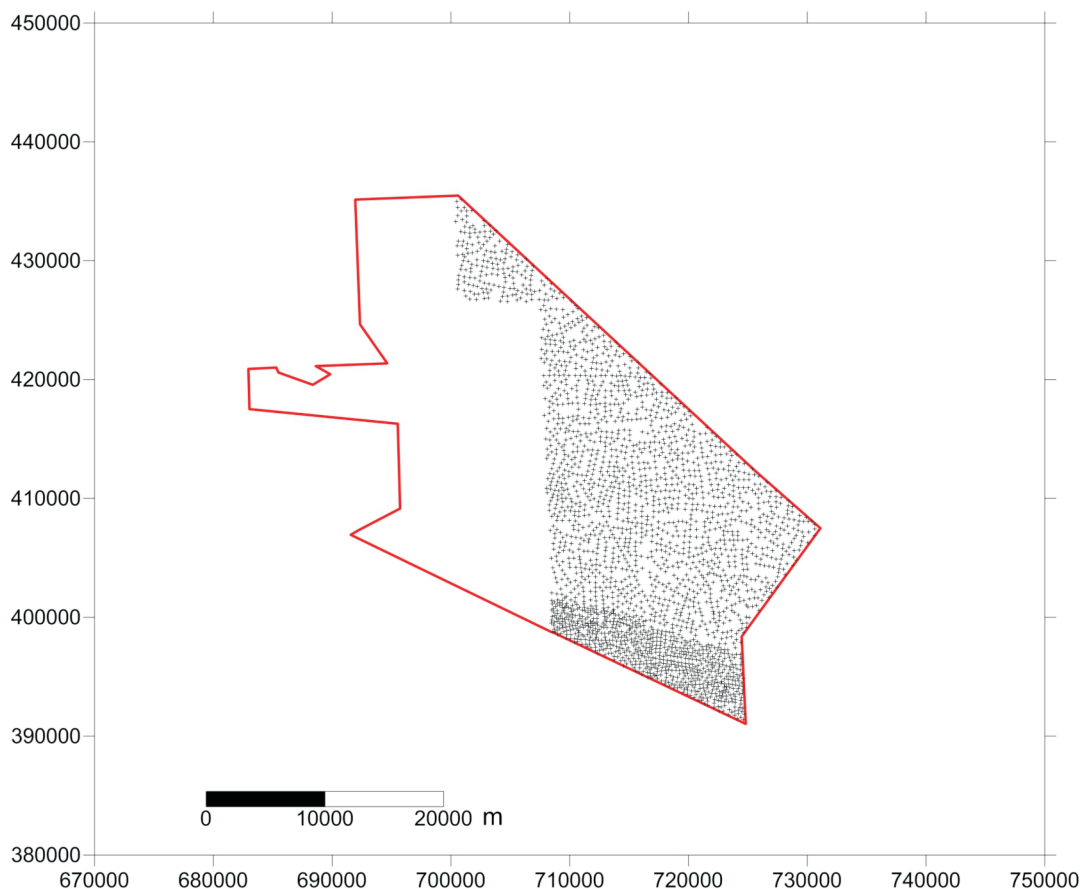


Figura 7.4. Lokalizacja pomiarów grawimetrycznych w obrębie obszaru przetargowego „Ryki” na podstawie zdjęcia „Radom-Lublin”.

modeli ośrodka geologicznego wzdłuż dwóch wybranych przekrojów charakteryzujących główne rysy geologiczne regionu i wyników modelowania na 5 przekrojach w obrębie wybranych elementów strukturalnych, z czego 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 wglębnej utworów starszego paleozoiku i prekambriu.

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. 6 – 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” i przyległym otoczeniem. W oparciu o nowy

catalog 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./km².

Mało dokładne zdjęcie magnetyczne składowej Z zostało zastąpione pomiarami całkowitego pola magnetycznego T w wyniku realizacji półszczełowego zdjęcia magnetycznego Polski. Obszar „Ryki” pokryto pomiarami w ramach zdjęcia obejmującego teren Polski zachodniej, centralnej i południowo-wschodniej (Kosobudzka & 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./km² i dokładnością pomiarów ok. 1,5±2,0 nT (Kosobudzka & Paprocki, 1997; Kosobudzka & Musiatiewicz, 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.

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.

W obszarze „Ryki” jest 1581 punktów pomiarowych całkowitego pola magnetycznego (lecz jest 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 zakłóceń wykonywane były z wykorzystaniem – opracowanej w Przedsiębiorstwie Badań Geofizycznych (Kosobudzka & Paprocki, 1997) – metodyki pomiarów różnicowych. Stosowana metodyka pozwalała na uzyskanie poprawnych wartości pomiaru T już od odległości 200–500 m od zelektryfikowanych linii kolejowych.

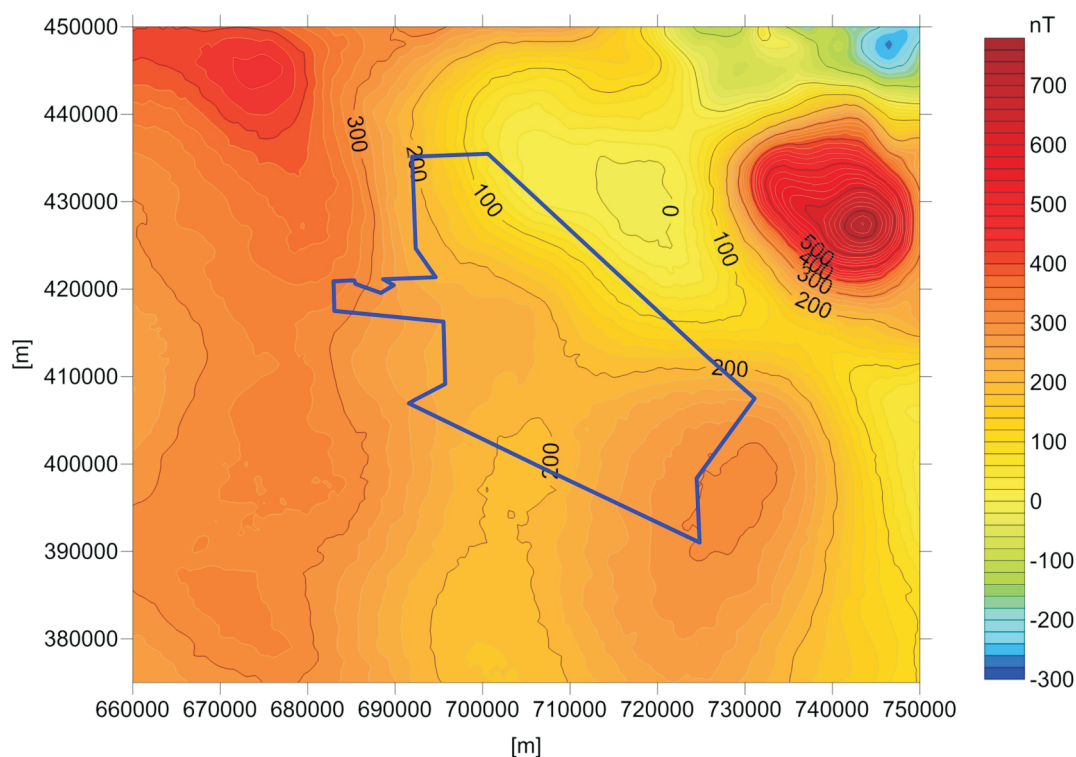


Figura 7.5. Mapa anomalii całkowitego pola magnetycznego w rejonie obszaru przetargowego „Ryki”.

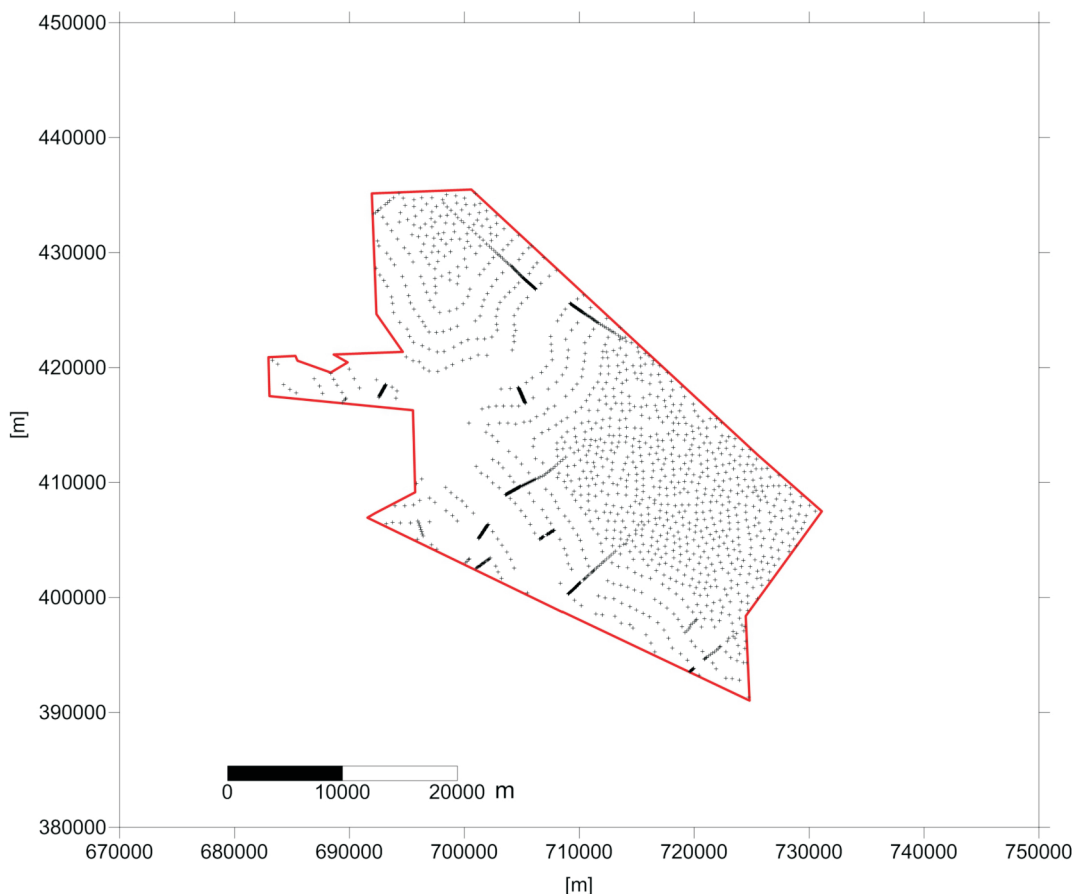


Figura 7.6. Lokalizacja pomiarów magnetycznych w obrębie obszaru przetargowego „Ryki”.

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, częściowo w obrębie strefy Teisseyre’a-Tornquista. 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 (Fig. 2.2.).

Prace poszukiwawcze rozpoczęto tutaj w latach 1950. i koncentrowały się one wzdłuż antyklinalnych ciągów strukturalnych. W wyniku prowadzonych prac geologicznych i wiertniczych udokumentowano istnienie systemu naftowego w utworach paleozoiku (dewon, karbon). Potwierdzeniem perspektywiczności paleozoicznego piętra strukturalnego basenu lubelskiego było odkrycie złóż ropy naftowej Świdnik, Glinnik i Stężycy, w których akumulację ropy naftowej udokumentowano w horyzontach złożowych D₂, H₂, I_{2B} (wg klasyfikacji horyzontów korelacyjnych Kaczyńskiego, 1976) oraz złóż gazu ziemnego Minkowice, Ciecierzyn, Mełgiew B, Mełgiew A i Stężycy. Akumulacje gazu ziemnego odkryto w horyzontach złożowych L_{2A}, L_{2B}, L_{2C}, I_{2A} (Fig. 8.1.). Szczególnie interesujące z perspektywy dalszych poszukiwań węglowodorów na obszarze „Ryki” jest złożo Stężycy znajdujące się w jego obrębie (obszar koncesji eksploatacyjnej złoża jest wycięty z proponowanego obszaru przetargowego) oraz zlokalizowane

ok 10 km od wschodniej granicy obszaru przetargowego „Ryki” złożo Glinnik.

Złożo gazu ziemnego i ropy naftowej Stężycy (Dzięgielowski, 1998; 2002) jest złożem typu konwencjonalnego o hydrodynamicznym systemie energetycznym, zlokalizowanym w ciągu antyklinalnym Maciejowice-Dęblin-Abramów. Skalą zbiornikową są tutaj klastyczne osady karbonu górnego. W profilu karbonu okolic Stężycy naprzemianległe występują interwały deltowe i rzeczne (Waksmundzka, 1997b). Rzeczne osady korytowe są podstawową skalą zbiornikową dla złoża. Węglowodory zakumulowane są w pułapce o złożonym charakterze litologiczno-facjalno-tektonicznym (Fig. 8.2.). Złożo odkryto w 1993 r. otworem Stężycy-1, który odkrył nagromadzenie węglowodorów w utworach korytowych westfalu (horyzont I₂ wg klasyfikacji Kaczyńskiego, 1976; Fig. 8.1.). Rozpoczynając fazę rozpoznawczą wywiercono otwór Stężycy-3K dokumentując nasycenie ropą naftową horyzontów złożowych w interwale 2378–2382 m reprezentującym również osady korytowe (horyzont I₂) oraz w interwale 2424,5–2461,5 m przyporządkowanym do horyzontu korelacyjnego H₂ (Fig. 8.1.). Kolejny otwór Stężycy-5K wykonany w 1998 r. odkrył kolejne horyzonty złożowe których miąższość zawierała się w przedziale 5–17 m. Odkryte tym otworem horyzonty gazonośne poddano testom produkcyjnym uzyskując wydajności absolutne odpowiednio: horyzont korelacyjny L_{2A} V_{abs} = 201 Nm³/min, horyzont L_{2B} V_{abs} = 65 Nm³/min, horyzont L_{2C} V_{abs} = 51 Nm³/min. Odwiertem Stężycy-7 udokumentowano w 1997 r. złożo ropy naftowej w korytowych piaskowcach namuru A (horyzont korelacyjny D₂, Fig. 8.3.), dla którego ustalono maksymalną wydajność na ok. 10 t/d.

		WIEK AGE	FORMACJA FORMATION		ZŁOŻA FIELDS
PALEOZOIK <i>Paleozoic</i>	karbon Carboniferous	karbon górny Upper Carboniferous C ₃	stefan Stephanian	Stefan (Stephanian) C	Stężycza - hor. L ₂ A , L ₂ B i L ₂ C Wilga
				Stefan (Stephanian) B	
				Stefan (Stephanian) A	
			westfal Westphalian	L: poziom / horizon*	
				K: poziom / horizon*	
				J: poziom / horizon*	
			namur Namurian	I: poziom / horizon*	
				F-H: poziom / horizon*	
				D-E: poziom / horizon*	
				C: poziom / horizon*	
	karbon dolny Lower Carboniferous C ₁	karbon dolny Lower Carboniferous C ₁	wizen Visean	B: poziom / horizon*	Stężycza - hor. I ₂ A i I ₂ B Minkowice Świdnik, Stężycza - hor. D ₂
				A: poziom / horizon*	
		turnej Tournasian			
	devon Devonian	devon górny Upper Devonian D ₃		D _{fa} famen Famennian	Glennik
				D _{fr} fran Frasnian	
		devon środkowy Middle Devonian D ₂		D _{gt} żywet Givetian	Ciecierzyn, Mełgiew A, Mełgiew B
				D _e eifel Eifelian	
				D _{em} ems Emsian	
		devon dolny Lower Devonian D ₁		D _z zigen Siegenian	Komarów, Zubowice
				D _{gd} zedyn Gedinnian	

* poziomy korelacyjne wg Kaczyńskiego, 1976
* horizon correlation by Kaczyński, 1976

gaz ziemny
gas

ropa naftowa
oil

Figura 8.1. Pozycje odkrytych złóż węglowodorów w profilu stratygraficznym (wg Helcel-Weil & Dziegielowski, 2003).

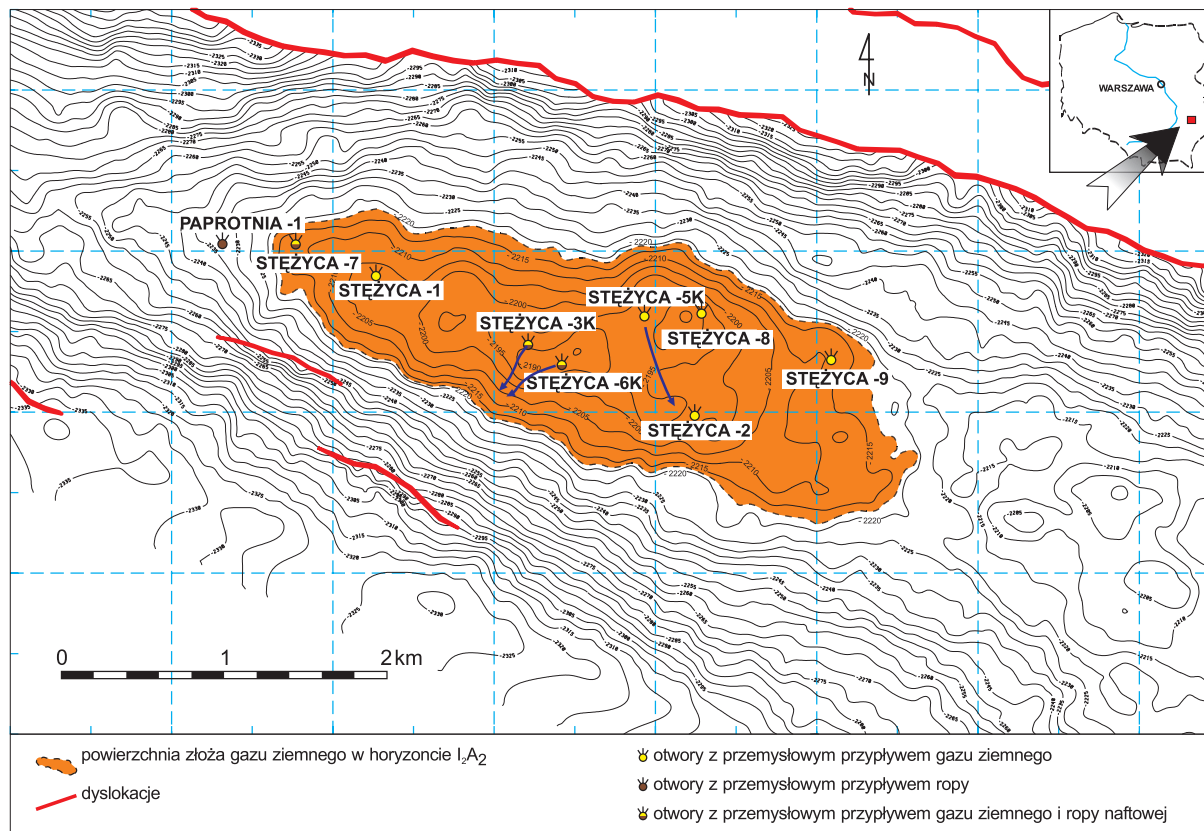


Figura 8.2. Złoże gazu ziemnego i ropy naftowej Stężycza: mapa głębokościowa stropu piaskowców horyzont I₂A w m p.p.m. (Dziegielowski, 2002 [W:] Helcel-Weil, Dziegielowski, 2003; zmodyfikowana).

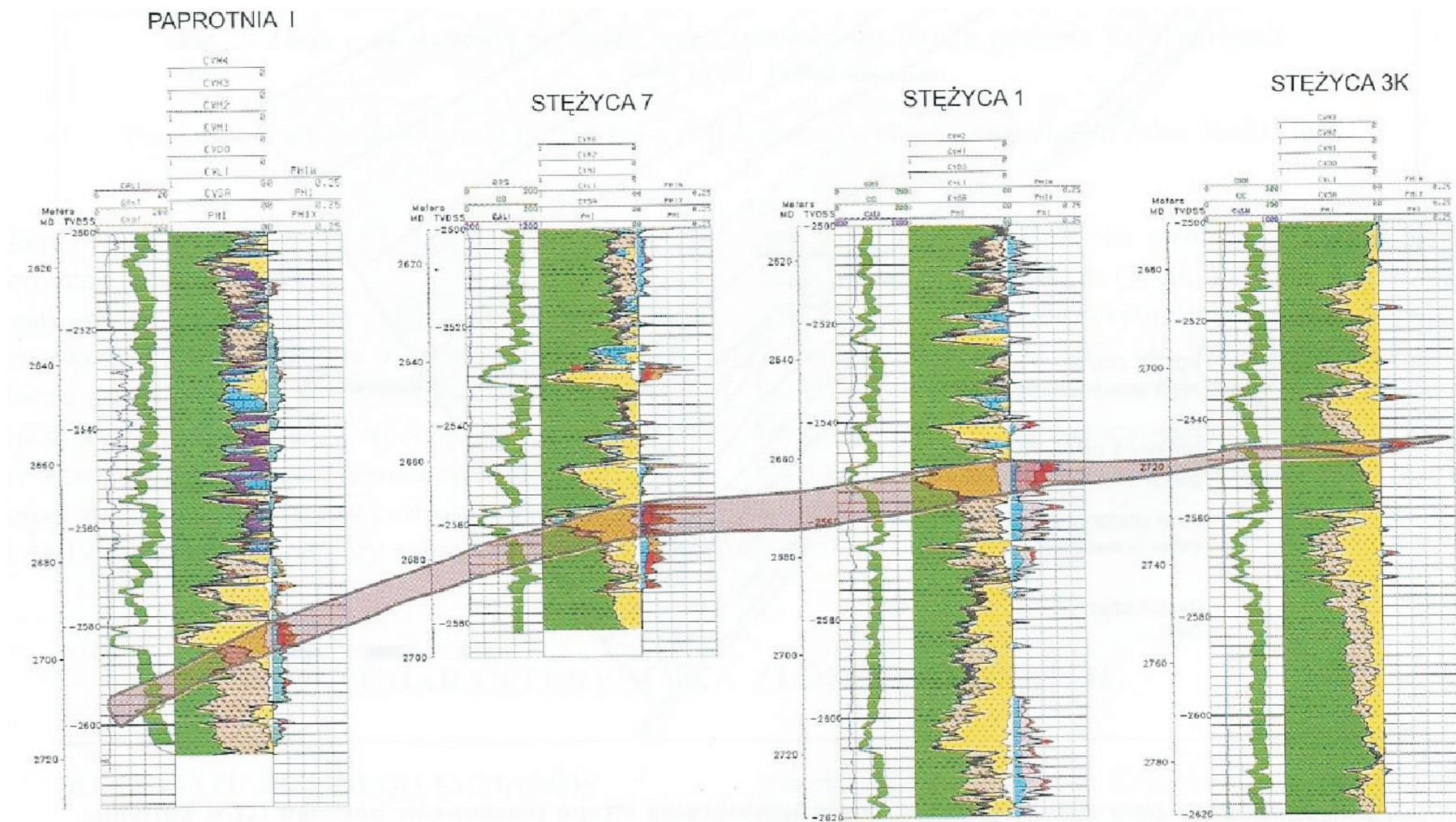


Figura 8.3. Korelacja osadów karbonu w poziomie złożowym D₂ (Helcel-Weil, Dzięgielowski, 2007).

Kontynuację tego horyzontu złożowego w kierunku na zachód od złoża stwierdzono otworem Paprotnia-1 odwierconym w 2003 r. Złoże Stężycza należy do złóż małych, jest akumulacją węglowodorów o skomplikowanej budowie wewnętrznej, jednak stanowi podstawowy model dla poszukiwań złóż konwencjonalnych w utworach karbonu na obszarze przetargowym „Ryki”. Modelem dla utworów dewonu jest złoże ropy naftowej Glinnik (Nocoń, 1995; Rzeźnik, 2012) odkryte w 1990 r. otworem Glinnik-3. Skałą zbiornikową dla złoża są piaskowce z wkładkami mułowców reprezentujące dewon górny – famen (Fig. 8.4.). Pułapka jest ograniczona litologicznie, a jej powierzchnię oszacowano na 0,6 km². Strop dewonu w rejonie złoża Glinnik tworzy antyklinę o rozciągłości NW-SE z dwiema zamkniętymi elewacjami. W elewacji północnej znajduje się złoże ograniczone konturem -2146,5 m TVD (Helcel-Weil & Dziegielowski, 2003). Średnia miąższość serii złożowej wynosi 4,3 m. Ilasto-mułcowe osady karbonu dolnego (wizenu) stanowią uszczelnienie stropowe. Złoże udokumentowane zostało trzema otworami Glinnik-1, Glinnik-3 i Glinnik-4.

Obszar przetargowy „Ryki” jest rozpoznany w stopniu półszczegółowym profilami sejsmicznymi 2D, co umożliwia 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. Pułapki dla węglowodorów mogą być związane z antyklinami przyskokowymi, tak jak to miało miejsce w złożu Ciecierzyn (Fig. 8.5.), czy Minkowice (Fig. 8.6.) lub Świdnik (Fig. 8.7). Obiekty złożowe mogą także wykazywać dużą zmienność poziomą spowodowaną przez zmiany facjalne w obrębie skały zbiornikowej jak miało to miejsce w złożu Mielgiew (Fig. 8.8.). 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 fluwalnych czy deltowych karbonu oraz osadów biohermowych albo rafowych w obrębie utworów famenu. Takich danych mogą dostarczyć jedynie badania sejsmiczne 3D.

Rozpoznanie wiertnicze ogranicza się do głównego ciągu antyklinального Maciejowice–Dęblin–Abramów, ale z nim właśnie związane były dotychczas perspektywy na odkrycie złóż konwencjonalnych zarówno w utworach karbonu, jak i dewonu. 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 węglach dewonu górnego (franu) stwierdzone w złożach Mielgiew A i Mielgiew B zlokalizowanych na SE od obszaru przetargowego może świadczyć o perspektywności 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

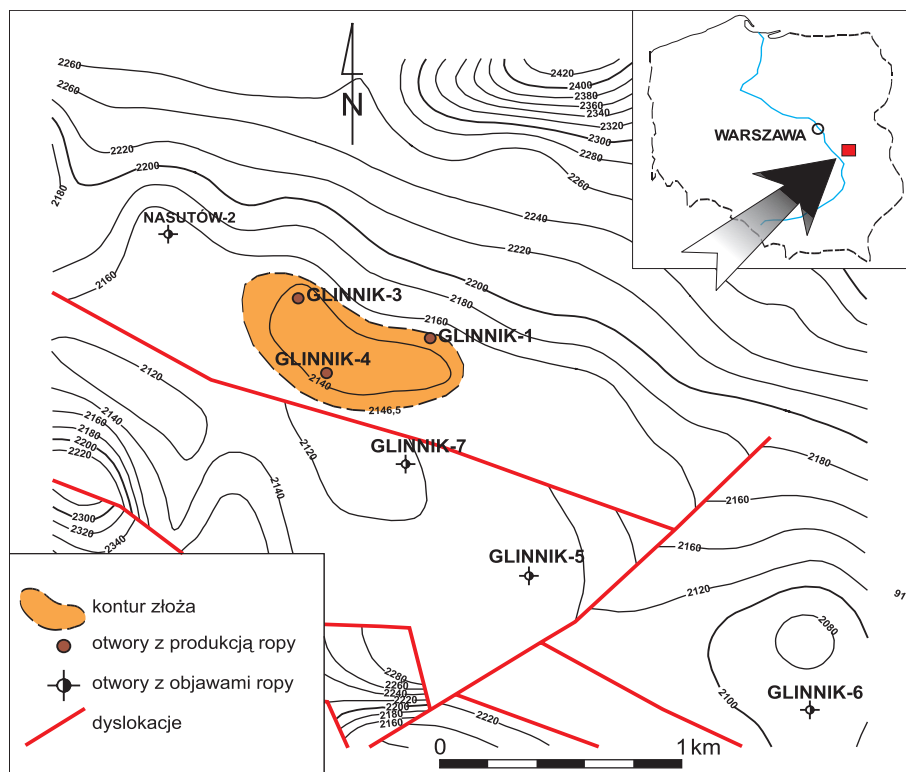


Figura 8.4. Złoże ropy naftowej Glinnik: mapa strukturalna stropu famenu w m p.p.m. (Nocoń, 1995, [W:] Helcel-Weil, Dziegielowski, 2003; zmodyfikowana).

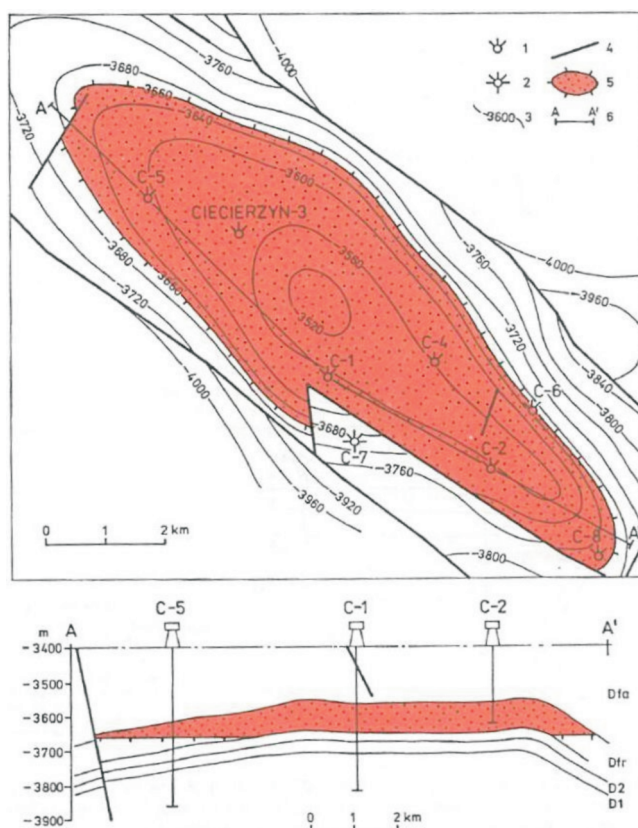


Figura 8.5. Złoże gazu ziemnego Ciecierzyn (wg. Karnkowski, 1993).

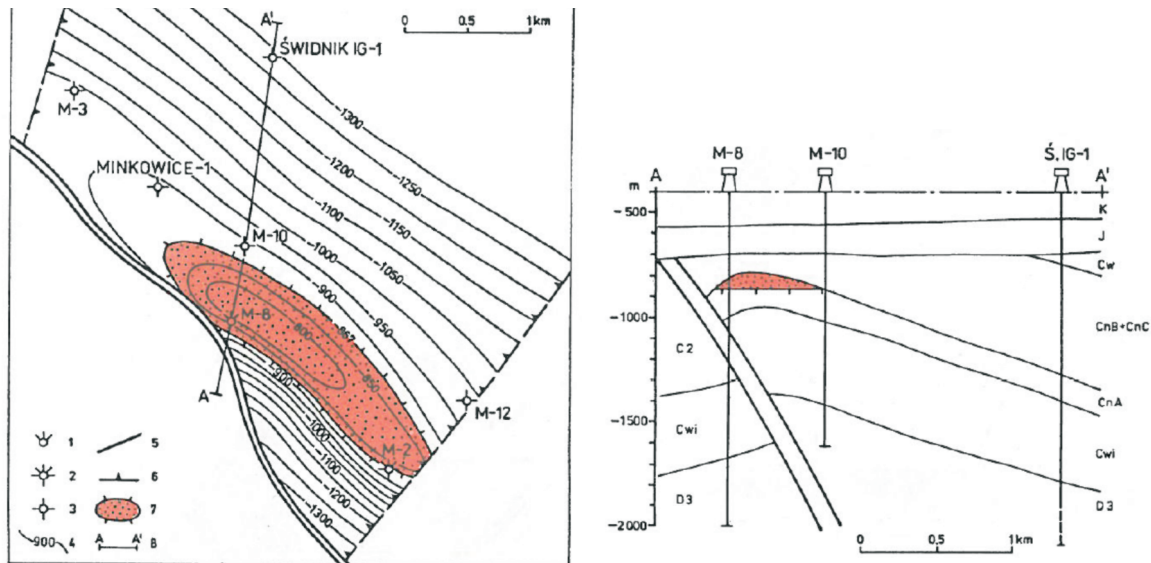


Figura 8.6. Złoże gazu ziemnego Minkowice (wg. Karnkowski, 1993): 1 – otwór z gazem, 2 – otwór z gazem zlikwidowany, 3 – otwór negatywny, 4 – izolnie stropu horyzontu produktywnego piaskowca namuru, 5 – dyslokacje, 6 – wyklinowywanie się horyzontów piaszczystych, 7 – obszar złoza gazu, 8 – linia przekroju.

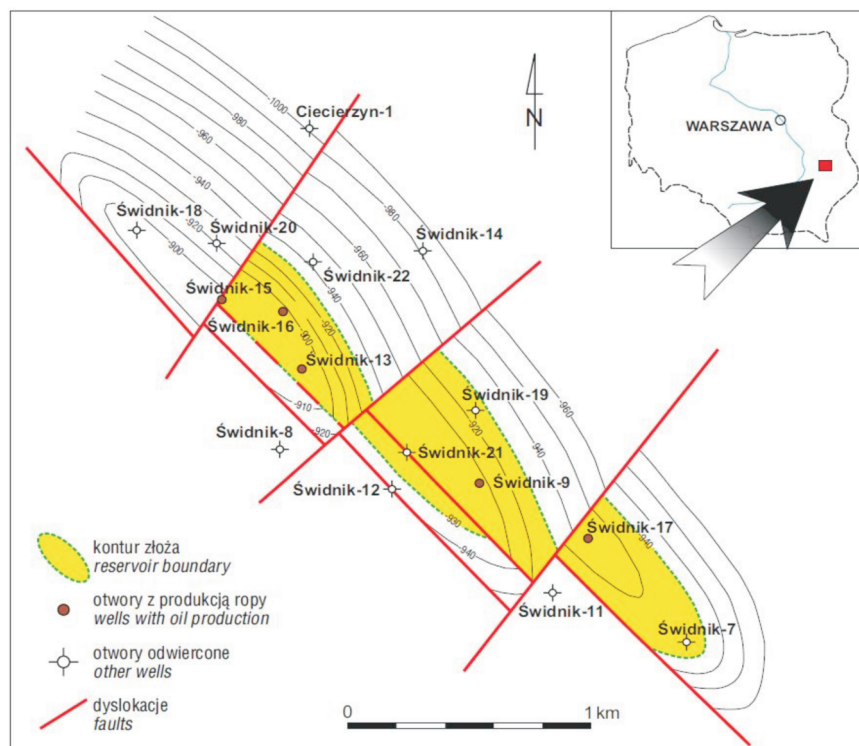


Figura 8.7. Złoże gazu ziemnego Świdnik w utworach karbonu (wg. Helcel-Weil, Dziegielowski, 2003).

zalegania w strefie słabo zdeformowanej mogąca dochodzić do 6000 m w chwili obecnej stanowi barierę technologiczną.

Ryzyko poszukiwawcze (P_{posz}) obliczono jako iloczyn prawdopodobieństw wystąpienia skały zbiornikowej, macierzystej, uszczelnienia i nasycenia węglowodorami.

$$P_{\text{posz}} = P_z \times P_m \times P_u \times P_n$$

Ryzyko poszukiwawcze dla otworu wierconego na obszarze „Ryki” w chwili obecnej wynosi:

- prawdopodobieństwo istnienia skały zbiornikowej $P_z = 0,6$;
- prawdopodobieństwo istnienia skały macierzystej $P_m = 0,85$;
- prawdopodobieństwo istnienia uszczelnienia $P_u = 0,6$;
- prawdopodobieństwa nasycenia węglowodorami $P_n = 0,5$

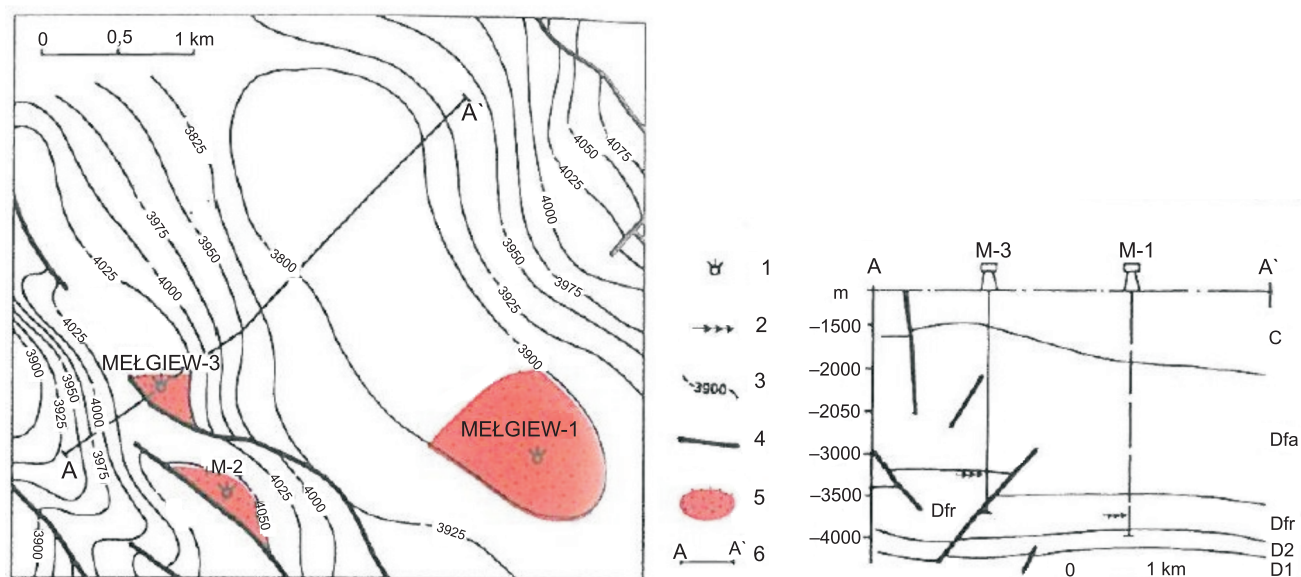


Figura 8.8. Złoże gazu ziemnego Mełgiew w utworach dewonu (wg. Karnkowski, 1999): 1 – otwór z gazem, 2 – kierunek migracji gazu do otworu, 3 – izolinie stropu franu, 4 – dyslokacje, 5 – obszar złoża gazu, 6 – linia przekroju.

- w związku z tym ryzyko poszukiwawcze $P_{\text{posz}} = 0,15$. Ryzyko poszukiwawcze wyrażone prawdopodobieństwem odwiercenia otworu pozytywnego nie przekracza w chwili obecnej 15%.

Proponowany minimalny zakres prac dla obszaru przetargowego „Ryki”

Należy zaznaczyć, iż proponowany minimalny zakres prac obejmuje prace i roboty geologiczne oraz górnicze niezbędne, aby zmniejszyć ryzyko w trakcie trwania fazy poszukiwawczej. Zakres ten nie obejmuje prac i robót, które należy wykonać w

fazie rozpoznawczej koncesji, ponieważ tych prac w chwili obecnej nie da się przewidzieć. Tak rozumiany zakres prac przedstawia się następująco:

1. Wykonanie reprocessingu, integracji i reinterpretacji archiwalnych danych sejsmicznych 2D;
2. Wykonanie jednego otworu poszukiwawczego do minimalnej głębokości 3000 m TVD wraz z pomiarami geofizycznymi umożliwiającymi analizę petrofizyczną litologii i nasycenia oraz bezpieczne wykonanie robót górniczych;
3. Pobranie rdzenia wiertniczego lub rdzeników bocznych z wybranego interwału w obrębie utworów paleozoiku.

9. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

- 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. NAG, Warszawa (nr 1263/2001).
- Białek, A., Gontarz, Z., Karpoluk, Z., Kozicka, B., Kruczek, T., 1992. Sprawozdanie z realizacji tematu "Budowa geologiczna, ewolucja geologiczna i prognozy surowcowe kompleksu dewońskiego-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. NAG, Warszawa (nr 132748).
- Bojarski, L., Krassowska, A., 1970. Dokumentacja wynikowa otworu Kock IG 2. NAG, Warszawa (nr 106398).
- Botor, D., Kosakowski, P., 2000. Zastosowanie modeli 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. NAG, Warszawa (nr 65/176).
- 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. *Prace Państw. Inst. Geol.*, 165: 273–284.
- CBDG, 2015. 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 Stężycy. *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 Stężycy. *Mat. Konfer. VI Krajowe Spotkanie Sedymetologów*, Lewin Kłodzki, 1–3.
- Cieśla, E., 1987. Dokumentacja półszczegółowych badań magnetycznych. Temat: NE i E Polska, rejon: Siemiatycze–Łuków–Włodawa, 1984–1986. NAG, Warszawa (nr 46294).
- 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. NAG, Warszawa (nr 4316/2008).
- 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.
- Dzięgielowski, J., 1998. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego i ropy naftowej Stężycy. NAG, Warszawa (nr 737/99).
- Dzięgielowski, J., 2002. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego i ropy naftowej "Stężycy" w kat. B+C w miejsc. Długowola, Pawłowice i Piotrowice. NAG, Warszawa (nr 1894/2002).
- Gajewska, I., Senkowiczowa, H., Sikorska-Jaworowska, M., Jaworowski, K., 1997. Trias środkowy. *Prace Państw. Inst. Geol.*, 143: 133–150.
- Gurba, L., 1986. Dokumentacja wynikowa otworu Michów IG 2. NAG, Warszawa (nr 129822).
- Gurba, L., 1987. Dokumentacja wynikowa otworu Michów IG 1. NAG, Warszawa (nr 130431).
- Gurba, L., 1990. Dokumentacja wynikowa otworu Puławy IG 3. NAG, Warszawa (nr 132491).
- Gurba, L., 1998. Dokumentacja wynikowa otworu Przytoczno IG 1. NAG, Warszawa (nr 131480).
- 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, no. 2.
- Helcel-Weil, M., Dzięgielowski, J., 2003. Basen lubelski – wyniki złożowe dotychczasowych prac i ich znaczenie dla dalszych poszukiwań. *Prz. Geol.*, 51: 764–770.
- Helcel-Weil, M., Dzięgielowski, J., Florek, R., Maksym, A., Słyś, M., 2007. Wyniki złożowe dotychczasowych prac poszukiwawczych w basenie lubelskim w aspekcie nowych możliwości poszukiwań złóż węglowodorów. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 422: 51–62.
- 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, 22–26. W: *Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce* (red. R. Dadlez, S. Marek & J. Pokorski). Wydawnictwo Kartograficzne Polskiej Agencji Ekologicznej, Warszawa.
- Iwanow, A., Kiersnowski, H., 1998. Paleogeografia wczesnego i środkowego piaskowca pstrego. *Tablice* 11–13. W: *Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce* (red. R. Dadlez, S. Marek & J. Pokorski). Wydawnictwo Kartograficzne Polskiej Agencji Ekologicznej, Warszawa.
- 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 S.A., Warszawa (nr kat. OPR/G/2219).
- Karaczun, K., Karaczun, M., Bilińska, M., Uhrynowski, A., 1978. Mapa magnetyczna Polski. Anomalie składowej „Z” magnetyzmu ziemskiego, 1:500 000. Wyd. Geol., Warszawa.
- Karnkowski, P., 1993. Złoża gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce, T.1. *Niż Polski*. Wyd. GEOS, Kraków, 1–214.
- Karnkowski, P., 1999. Oil and Gas Deposits in Poland. Wyd. Geos, Kraków: 1–380.
- Karnkowski, P.H., 2003. Karboński etap rozwoju basenu lubelskiego jako główne stadium generacji węglowodorów w utworach młodszego paleozoiku Lubelszczyzny – wyniki modeli geologicznych (PetroMod). *Prz. Geol.*, 51: 783–760.
- 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. NAG, Warszawa (nr 1265/99).
- Kleszcz, T., Lisowski, K., Musiałewicz, M., 1996. Dokumentacja z interpretacji pomiarów grawimetrycznych. Temat: "Rów Mazowiecko-Lubelski, rejon: Maciejowice-Abramów, 1996". NAG, Warszawa (nr 510/97).
- 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., 2009. 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). NAG, Warszawa (nr 856/2006).
- Kosobudzka, I., 2002. Dokumentacja, temat: „Półszczegółowa mapa magnetyczna T w brzeżnej strefie platformy prekambryjskiej 1998–2002 r.”. NAG, Warszawa (nr 1311/2002).
- Kosobudzka, I., Musiałewicz, M., 1998. Sprawozdanie techniczne z wykonanych pomiarów magnetycznych temat: wykonanie półszczegółowych badań magnetycznych "T" w Polsce zachodniej, centralnej i południowo-wschodniej, 1995–1997 r. NAG, Warszawa (nr 2442/98).

- Kosobudzka, I., Paprocki, A., 1997. Półszczegółowe badania magnetyczne T Polski zachodniej, centralnej i południowo-wschodniej, 1996–1997. NAG, Warszawa (nr 812/98; nr 338/98).
- Kotarba, M., Więclaw, D., Kowalski, A., 2005a. Gaz ziemny i ropa naftowa. W: Budowa geologiczna i system naftowy rowu lubelskiego a perspektywy poszukiwawcze (red. M. Narkiewicz). NAG, Warszawa (nr 856/2006).
- Kotarba, M., Więclaw, D., Kosakowski, P., Kowalski, A., Kowalski, T., 2005b. Skąły macierzyste. W: Budowa geologiczna i system naftowy rowu lubelskiego a perspektywy poszukiwawcze (red. M. Narkiewicz). NAG, Warszawa (nr 856/2006).
- Kotarba, M., Narkiewicz, M., Burzewski, W., Kosakowski, P., Wróbel, M., Miłaczewski, L., Więclaw, 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). NAG, Warszawa (nr 856/2006).
- 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). NAG, Warszawa (nr 856/2006).
- Kowalska-Łącka, M., Kruczak, E., 1981. Dokumentacja wynikowa otworu Dęblin 10. NAG, Warszawa (nr 126897).
- Kozłowska, A., 1996. Badania diagenety osadów karbonu z obszaru warszawsko-lubelskiego. W: Analiza basenów sedymentacyjnych Niżu Polskiego – basen karboński, red. M. Narkiewicz. NAG, Warszawa (nr 3586/96).
- 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. NAG, Warszawa (nr 2639/98).
- Kozłowska, A., 2000. Diagenety. W: Wpływ wykształcenia facjalnego i diagenety piaskowców górnego karbonu na ich właściwości zbiornikowe w północno-zachodniej i centralnej części rowu lubelskiego (red. M.I. Waksmundzka & A. Kozłowska). NAG, Warszawa (nr 58/2002).
- Kozłowska, A., 2001. Syderyty magnezowe w piaskowcach górnokarbońskich środkowej Polski. *Prz. Geol.*, 49: 343–344.
- Kozłowska, A., 2002. Diagenety piaskowców górnego karbonu w północno-zachodniej części rowu lubelskiego. Praca doktorska. NAG, Warszawa (nr 972/2003).
- Kozłowska, A., 2003. Wpływ diagenety na właściwości zbiornikowe piaskowców górnego karbonu w rejonie między Warszawą a Dęblinem. *Prz. Geol.*, 51: 777–782.
- Kozłowska, A., 2004. Diagenety 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 a perspektywy poszukiwawcze (red. M. Narkiewicz). NAG, Warszawa (nr 856/2006).
- Kozłowska, A., Poprawa, P., 2004. Diagenety klastycznych utworów karbońskich w obszarze mazowieckim oraz północnej części obszaru lubelskiego na tle ich historii pograżeniowo-termicznej. *Prz. Geol.*, 52: 491–500.
- Krassowska, A., 1986. Kreda górna i paleocen dolny okolic Lublina. *Kwart. Geol.*, 30: 559–574.
- Królikowski, B., 1969. Dokumentacja wynikowa otworu Dęblin 7. NAG, Warszawa (nr 102407).
- Królikowski, C., Petecki, Z., 1995. Gravimetric Atlas of Poland. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Królikowski, B., Zytkowski, A., 1971. Dokumentacja wynikowa otworu Czerniec 1. NAG, Warszawa (nr 110676).
- Królikowski, C., Wasiak, J., Jamrozik, J., 1996. Projekt na wykonanie półszczegółowego zdjęcia grawimetrycznego w rejonie Radom-Lublin na lata 1996–2000. NAG, Warszawa (nr 2030/96).
- Kruk, W., 1961. Sprawozdanie z półszczegółowych badań grawimetrycznych w rejonie Kock-Łęczna, 1960. NAG, Warszawa (nr inw. 14225/61, kat. 4134/48).
- Krzywiec, P., 2007. Nowe spojrzenie na tektonikę regionu lubelskiego (SE Polska) oparte na wynikach interpretacji danych sejsmicznych. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 422: 1–18.
- Kubicka, R., Kowalska-Łącka, M., 1972. Dokumentacja wynikowa otworu Abramów 2. NAG, Warszawa (nr 128334).
- Levorsen, A.I., 1956. *Geology of petroleum*. Freeman and Co., San Francisco.
- Łącka, M., Liwosz, A., 1981. Dokumentacja wynikowa otworu Baranów 1. NAG, Warszawa (nr 116154).
- 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 Stężycza w kategorii B+C; dodatek nr 1. NAG, Warszawa (nr 1894/2002).
- 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). NAG, Warszawa (nr 856/2006).
- Miłaczewski, L., Radlicz, K., Nehring, M., Hajłasz, B., 1983. Osady dewonu w podłożu północno-zachodniej części lubelskiego odcinka niecki brzeźnej. *Biul. Inst. Geol.*, 344: 23–56.
- 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. NAG, Warszawa (nr 3586/96).
- Narkiewicz, M., 2005. Budowa geologiczna i system naftowy rowu lubelskiego a perspektywy poszukiwawcze. NAG, Warszawa (nr 856/2006).
- 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.
- Narkiewicz, M., Maksym, A., Malinowski, M., Grad, M., Guterch, A., Petecki, Z., Probulski, J., Janik, T., Majdański, M., Środa, P., Czuba, W., Gaczyński, E., Jankowski, L., 2015. Transcurrent nature of the Teisseyre-Tornquist Zone in Central Europe – results of the POLCRUST-01 deep reflection seismic profile. *International Journal of Earth Sciences*, 104: 775–796.
- Niemczycka, T., 1966. Jura. Dokumentacja wynikowa otworu oporowego: Żyrzyn IG-1. NAG, Warszawa (nr 67954).
- 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 Geol. Pol.*, 28: 485–501.
- Niemczycka, T., 1990. Jura. Dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego: PUŁAWY IG-3. NAG, Warszawa (nr 132491).
- 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. NAG, Warszawa (nr 247/96).
- 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. NAG, Warszawa (nr 1658/2005).
- Oficjalska, H., Sinicyn, G., Gontarz, Ż., Dobkowska, A., Wieteska, Z., Żmijewski, Ł., Krawczyński, J., Nowakowska, M., Skrzyczyk, A., Szklarz, K., Starościk, A., 2011. Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Kamiennej i Iżanki. NAG, Warszawa (nr 1105/2012).
- Ostrowska, K., Piśula, M., 1998. Sprawozdanie techniczne z półszczegółowych badań grawimetrycznych, Temat Radom-Lublin 1997r. NAG, Warszawa (nr 2952/98).
- Ostrowska, K., Piśula, M., 2000. Sprawozdanie z realizacji półszczegółowego zdjęcia grawimetrycznego w rejonie Radom-Lublin. NAG, Warszawa (nr 462/2000).
- Ostrowski, C., Musiałewicz, M., 1996. Sprawozdanie techniczne z półszczegółowych badań grawimetrycznych, temat: Rów mazowiecko-lubelski (rejon: Maciejowice-Abramów), 1995. NAG, Warszawa (nr 4379/2013, kat. G-602 PBG).
- 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 applications. *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 sejsmicznych, Temat: Czerniec – Ryki 2D. Opracowanie pomiarów geofizyki wiertniczej, Temat: Czerniec – Ryki 2D [zakaz udostępniania i wglądu - informacja geologiczna pochodzi z bieżącego dokumentowania przebiegu robót geologicznych]. NAG, Warszawa (nr 3568/2013).
- Pietruszka, W., Szczerbicka, M., Zezula, H., 2000. Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych i piętra górno-kredowo-paleoceńskiego, trzeciorzędowego i czwartorzędowego zlewni Wieprza. NAG, Warszawa (nr 2518/2000).
- Pittman, W.C., Andrews, J.A., 1985. Subsidence and thermal history of small pull-apart basin. *Special Publication SEPM*, 38: 45–49.
- 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.
- Reczek, J., 1965. Dokumentacja badań grawimetrycznych. Temat: Radom-Kozienice-Zwoleń, 1964. NAG, Warszawa (nr inw. 2169, kat. 65/171).
- Rochewicz, A., 1982. Kaolinit, jego geneza i sposób występowania w spoiwie karbońskich piaskowców z rejonu Dębina. 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. Min. Soc. Am.
- Rühle, W., (red.), 1966. Osady karbońskie w Zagłębiu Lubelskim. *Pr. Inst. Geol.*, 44.
- Rzeźnik, M., 2012. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża ropy naftowej "Glinnik" w kat. B w miejsc. Amelin, Meszno. NAG, Warszawa (nr 972/2013).
- Semyrka, R., Jarzyna, J., Bała, M., Papiernik, B., Kaźmierczuk-Kotuła, M., Machowski, G., Przysaś, 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). NAG, Warszawa (nr 856/2006).
- Senkowicz, E., 1969. Charakterystyka stratygraficzno-litologiczna. Trias. W: Ropo- i gazonośność 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. NAG, Warszawa (nr 110505).
- Such, P. i zespół, 2000. Schemat selektywnego napelniania pułapki złożowej dla złoża Stężycy. *Arch. PGNiG S.A.*, Warszawa (nr kat. OPR/G/2071).
- Szczerbicka M., Meszczyński J., Pietruszka W., Hulboj A., Kędziarawska A., 2011. Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód podziemnych nr 405 – niecka radomska. NAG, Warszawa (nr 7322/2011).
- Szyperko-Teller, A., Senkowiczowa, H., Kuberska, M., 1997. Trias dolny (pstry piaskowiec). *Prace Państw. Inst. Geol.*, 143: 83–132.
- Waksmundzka, M.I., 1997a. Analiza sedymentologiczna utworów karbonu w złożu „Stężycy” (na podstawie otworów Stężycy 1, 2, 4). *Arch. PGNiG S.A.*, Warszawa (OPR/G/1899).
- Waksmundzka, M.I., 1997b. Wykształcenie facjalne i sedymentacja utworów karbonu w złożu Stężycy (NW – Część basenu lubelskiego) W: „Obszary źródłowe: zapis w osadach” (red. J. Wojewoda), VI spotkanie Sedymentologów, Materiały, 63–64.
- Waksmundzka, M.I., 2005. Architektura depozycyjna karbonu. W: Budowa geologiczna i system naftowy rowu lubelskiego a perspektywy poszukiwawcze (red. M. Narkiewicz). NAG, Warszawa (nr 856/2006).
- Waksmundzka, M.I., 2010. Sequence stratigraphy of Carboniferous paralic deposits in the Lublin Basin (SE Poland). *Acta Geol. Pol.*, 60: 557–597.
- Wójcicki, A., 2013. Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO₂ wraz z ich programem monitorowania. Raport końcowy – segment I (regionalny). <http://skladowanie.pgi.gov.pl>
- 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-Belżyce, 1998–99 r. NAG, Warszawa (nr 1458/99).
- 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. (red.), 1983. Atlas geologiczno-surowcowy obszaru lubelskiego. *Inst. Geol. Warszawa*.
- Żytkowski, A., 1971. Dokumentacja wynikowa otworu Abramów 1. NAG, Warszawa (nr 110504).
- 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.