



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, sekretariat@pgi.gov.pl
Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie, XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099; NIP PL 5250008040

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 „BOCHNIA”

Opracował:
Zespół pod kierunkiem
mgra Rafała Laskowicza i dra Krystiana Wójcika

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

Warszawa, grudzień 2016 r.

Skład zespołu

mgr Rafał Laskowicz – kierownik zespołu

dr Krystian Wójcik

mgr inż. Anna Bliźniuk

mgr Dariusz Brzeziński

mgr inż. Joanna Fabiańczyk

dr Marek Jesionowski

mgr inż. Dominika Kafara

dr Maciej Kłonowski

mgr Paulina Kostrz-Sikora

dr inż. Olga Rosowiecka

mgr Katarzyna Sadłowska

dr Małgorzata Sikorska-Maykowska

mgr Marcin Szufficki

Koordynator zadania:

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

Pakiet danych geologicznych dla obszaru przetargowego „Bochnia” został przygotowany na zlecenie Departamentu Geologii i Koncesji Geologicznych Ministerstwa Środowiska. Zakres informacji geologicznej jaka powinna się znaleźć w opracowaniu został określony w piśmie tegoż Departamentu nr DGK-IV.4773.6.2016.TC z dnia 15.07.2016 roku. Zgodnie z art. 49.f Ustawy w dnia 9 czerwca 2011 roku Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. z 2016, poz. 1131 ze zm.) obszary przeznaczone do postępowania przetargowego ustala organ koncesyjny we współpracy z państwową służbą geologiczną. Obszar przetargowy „Bochnia” 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 maju 2016 roku.

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

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	5
1.1. INFORMACJE OGÓLNE O OBSZARZE PRZETARGOWYM	5
1.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE	5
2. OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ	9
2.1. OGÓLNY ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ	9
2.2. STRATYGRAFIA	9
2.2.1. PREKAMBR	9
2.2.2. KAMBR	10
2.2.3. SYLUR	10
2.2.4. DEWON	10
2.2.5. KARBON	10
2.2.6. PERMOTRIAS	14
2.2.7. JURA ŚRODKOWA (DOGGER)	16
2.2.8. JURA GÓRNA (MALM)	16
2.2.9. KREDA	17
2.2.10. MIOCEN ZAPADLIKA PRZEDKARPACKIEGO	17
2.2.11. UTWORY FLISZOWE PŁASZCZOWIN KARPACKICH	21
2.2.12. PŁASZCZOWINA PODŚLĄSKA	21
2.2.13. PŁASZCZOWINA ŚLĄSKA	21
2.3. TEKTONIKA	22
2.4. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ	24
2.5. HYDROGEOLOGIA	25
3. SYSTEM NAFTOWY	27
3.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA NAFTOWA OBSZARU PRZETARGOWEGO	27
3.2. SKAŁY MACIERZyste	27
3.3. SKAŁY ZBIORNIKOWE	30
3.4. SKAŁY USZCZELNIAJĄCE I NADKŁADU	33
3.5. SYSTEMY NAFTOWE: GENERACJA, MIGRACJA, AKUMULACJA I PUŁAPKI WĘGLOWODORÓW	34
4. CHARAKTERYSTYKA ŹŁOŻ WĘGLOWODORÓW NA OBSZARZE PRZETARGOWYM I W JEGO SĄSIEDZTWIE	36
4.1. ŹŁOŻA WĘGLOWODORÓW NA OBSZARZE PRZETARGOWYM	36
4.2. CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH ŹŁOŻ	36
4.2.1. ŹŁOŻE GAZU ZIEMNEGO RACIBORSKO	36
4.2.2. ŹŁOŻE GAZU ZIEMNEGO GRABINA-NIEZNANOWICE	40
4.2.3. ŹŁOŻE GAZU ZIEMNEGO ŁAPANÓW	44
4.2.4. ŹŁOŻE GAZU ZIEMNEGO ŁĄKTA	46
4.2.5. ŹŁOŻE GAZU ZIEMNEGO GRĄDY BOCHEŃSKIE	52
4.2.6. ŹŁOŻE GAZU ZIEMNEGO GRABINA-NIEZNANOWICE POŁUDNIE	55
4.2.7. ŹŁOŻE GAZU ZIEMNEGO SŁOPNICE	57
5. OTWORY WIERTNICZE	62
5.1. INFORMACJE OGÓLNE	62
5.2. MOGILANY 1	62
5.3. RACIBORSKO 2	64
5.4. CHOROWICE 54	66
5.5. CIKOWICE 1	66
5.6. ZABŁOCIE 1	66
5.7. SIERCZA 1	67
5.8. JAWCZYCE 1	68
5.9. ŚWIĄTNIKI 2	68
5.10. SZCZYTNIKI 2	69
5.11. ZAGÓRZE 4	70
5.12. ZAGÓRZE 1	70

5.13. ŁYSOKANIE 1	70
5.14. ŁYSOKANIE 2	71
5.15. TARGOWISKO 1	73
5.16. TARGOWISKO 2	74
5.17. CICHAWA 8	74
5.18. TRĄBKI 1	75
5.19. KŁAJ 2	76
5.20. KŁAJ 1	76
5.21. KOLANÓW 1	76
5.22. RACIBORSKO 8	76
5.23. STANISŁAWICE „D”	77
5.24. PRZEBIECZANY XXI	77
5.25. SUŁKÓW XVII	77
5.26. SUŁKÓW XX	77
5.27. SUŁKÓW XXIII	78
5.28. SUŁKÓW XV	78
5.29. WIATOWICE 2	78
5.30. TARGOWISKO SCH XI	78
5.31. CICHAWA 1	78
5.32. CICHAWA 2	78
6. SEJSMIKA	79
7. GRAWIMETRIA, MAGNETYKA I MAGNETOTELLURYKA	86
7.1. GRAWIMETRIA	86
7.1.1. HISTORIA BADAŃ	86
7.1.2. CHARAKTERYSTYKA OBRAZU GRAWIMETRYCZNEGO	87
7.1.3. OPRACOWANIA ARCHIWALNE	88
7.2. MAGNETOMETRIA	89
7.2.1. HISTORIA BADAŃ I CHARAKTERYSTYKA DANYCH	89
7.2.2. CHARAKTERYSTYKA OBRAZU MAGNETYCZNEGO	90
7.2.3. OPRACOWANIA ARCHIWALNE	91
7.3. ELEKTROMAGNETYKA	92
7.3.1. DOTYCHCZASOWE BADANIA I ICH WYNIKI	92
7.3.2. DOKUMENTACJE ARCHIWALNE	92
8. OCENA PERSPEKTYWICZNOŚCI GEOLOGICZNEJ	93
9. LITERATURA I MATERIAŁY ARCHIWALNE	98

1. WSTĘP

1.1. INFORMACJE OGÓLNE O OBSZARZE PRZETARGOWYM

Obszar przetargowy „Bochnia” obejmuje fragmenty bloków koncesyjnych na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oznaczonych numerami 393, 412 i 413 i ma powierzchnię 218,90 km² (Fig. 1.1). Współrzędne prostokątne punktów załamania granic obszaru przetargowego są zdefiniowane w Tab. 1.1, a położenie tych punktów ilustruje Fig. 1.1.

Numer punktu	Układ 1992	
	X	Y
1	234844,361	560392,571
2	236207,601	566125,529
3	236033,680	566047,350
4	235039,210	566833,730
5	234435,410	567891,740
6	234919,040	569098,080
7	236899,729	569036,197
8	237511,440	571608,680
9	238239,180	593185,130
10	235643,890	601614,750
11	232987,600	601605,370
12	232886,196	599665,936
13	234314,529	599626,240
14	234138,401	593300,605
15	232471,033	593346,944
16	231635,971	587283,158
17	231660,823	587179,604
18	231619,154	587161,046
19	231446,800	585909,500
20	231067,402	576041,636
21	231535,859	574373,847
22	231062,273	574226,570
23	230992,755	574100,127
24	230896,960	571608,570
25	230642,809	560453,662
z wyłączeniem obszaru		
26	236852,989	574680,836
27	236886,191	575398,936
28	235707,297	575415,667
29	235696,650	574665,742
30	236756,068	574650,707

Tab. 1.1. Współrzędne punktów załamania granic obszaru przetargowego „Bochnia”. Punkty zilustrowano na Fig. 1.1.

Dotychczas na obszarze przetargowym „Bochnia” udokumentowano 2 złoża gazu ziemnego: Bochnia-Gdów oraz Gierczyce-Siedlec, które są aktualnie wyczerpane i skreślone z bilansu zasobów. W bliskim sąsiedztwie „Bochni” gaz ziemny jest eksploatowany w złożach Grabina-Nieznanowice, Grabina-Nieznanowice Południe, Raciborsko, Łąka i Łapanów.

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

1.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE

Położenie administracyjne

Obszar przetargowy „Bochnia” jest położony w granicach administracyjnych województwa małopolskiego. W jego zasięgu znajdują się – w całości lub częściowo – tereny 10 gmin (1 miejskiej, 4 miejsko-wiejskich i 5 wiejskich) oraz 1 miasta na prawach powiatu – Krakowa. Miasto położone jest w północno-zachodniej części omawianego terenu i zajmuje nieco ponad 13 km² jego powierzchni.

Sieć komunikacyjna

Dostępność komunikacyjną obszaru „Bochnia” zapewnia autostrada A4, która przebiega przez północno-wschodnią część terenu, a następnie w rejonie miejscowości Zakrzowiec przekracza granicę obszaru i dalej biegnie już poza nim. Poza autostradą układ drogowy tworzą drogi krajowe nr 7, 94 i 75. Oś pierwszej z nich przebiega południkowo przez zachodnią część terenu. Druga z wymienionych dróg charakteryzuje się układem równoleżnikowym i stanowi alternatywę dla przebiegającej na północ względem niej autostrady. W rejonie Łęzkowic DK nr 94 łączy się z DK nr 75, która w granicach obszaru komunikuje miejscowości Dąbrowa i Moszczenica. Pozostałe drogi posiadają status dróg wojewódzkich, powiatowych i gminnych. Poza siecią dróg, elementem infrastruktury komunikacyjnej jest linia kolejowa nr 91 (Kraków Główny–Medyka), która stanowi część pan-europejskiego szlaku E30. Jest to linia magistralna o znaczeniu państwowym, zelektryfikowana, dwutorowa. Jej krótki odcinek (od stacji w Bochni do stacji Kłaj) jest położony w skrajnej północno-wschodniej części terenu. W graniach obszaru jest zlokalizowany również fragment linii kolejowej nr 109 (drugorzędnej, jednotorowej, zelektryfikowanej) relacji Kraków Bieżanów–Wieliczka–Rynek.

Infrastruktura techniczna

Elementem krajowej infrastruktury techniczno-inżynierskiej występującym w granicach obszaru przetargowego są 2 linie elektroenergetyczne najwyższych napięć (220 kV). Na odcinku od zachodniej granicy obszaru „Bochnia” (od Skawiny) aż do jego centralnej części, linie te charakteryzują się układem równoleżnikowym, a następnie w rejonie Bodzanowa skręcają w kierunku północno-wschodnim, poza charakteryzowany teren. Poza liniami elektroenergetycznymi na obszarze Bochnia występują również odcinki gazociągów przesyłowych. Przebiegają one przez północno - wschodnią część obszaru przetargowego (2 nitki, równoległe względem siebie) a także występują w części zachodniej (1 nitka o przebiegu SE-NW) i w rejonie Wieliczki (2 odgałęzienia).

Sieć rzeczna i infrastruktura wodna

W aspekcie uwarunkowań środowiskowych, które mogą potencjalnie ograniczać warunki poszukiwania i rozpoznawania złóż węglowodorów, należy zwrócić uwagę na położenie obszaru przetargowego w zasięgu występowania głównego zbiornika wód podziemnych. Neogeński Subzbiornik Bogucice (nr 451) jest zlokalizowany w północnej części obszaru przetargowego. Z kolei wschodnia część opisywanej jednostki jest narażona na podtopienia – są to tereny doliny Raby. Jej zlewnia obejmuje wschodnie i południowo – wschodnie części obszaru „Bochnia”. Pozostały teren odwadniają Wilga, Serafa i Podłęzanka, zaś zachodnią część – Skawinka.

Na charakteryzowanym obszarze zinwentaryzowano 6

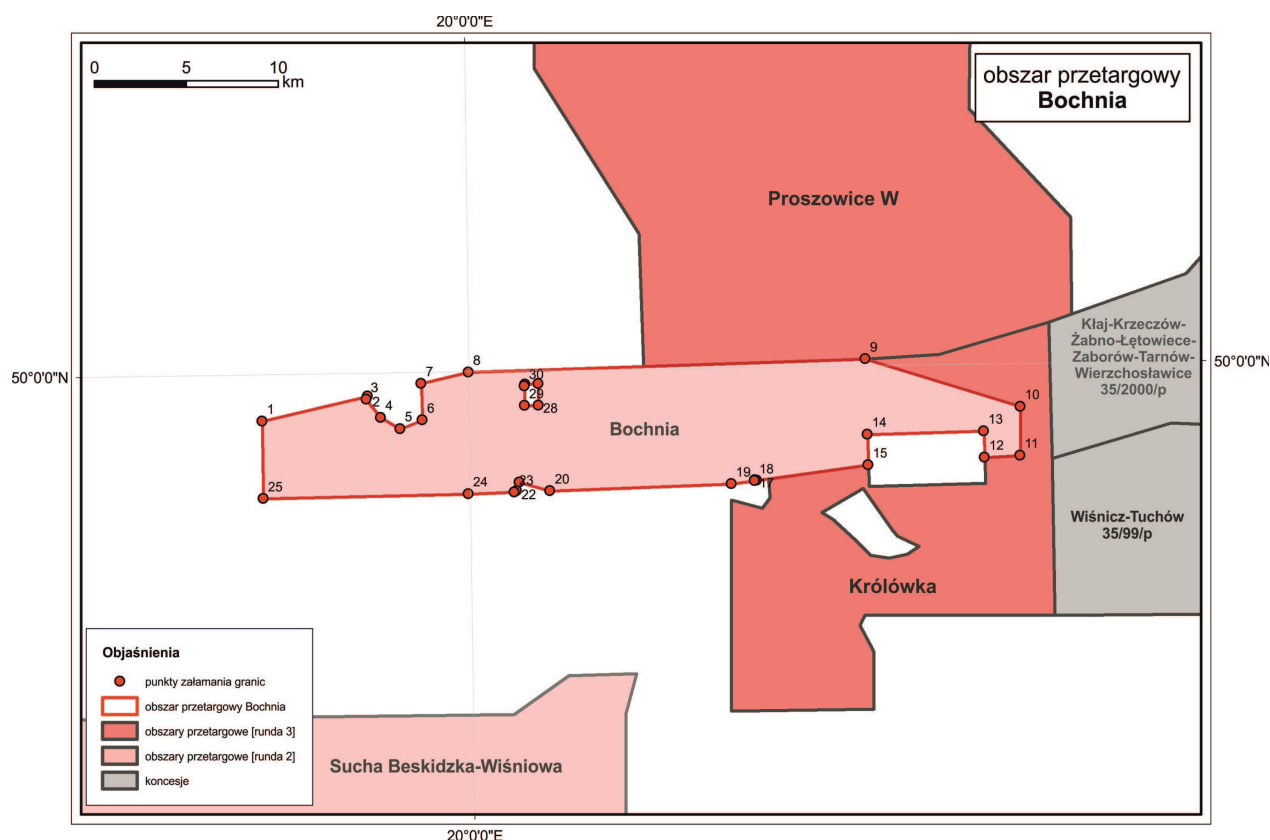


Fig. 1.1. Punkty załamania granic oraz pozycja obszaru przetargowego „Bochnia” na tle sąsiednich koncesji

→ Fig. 1.2. Położenie obszaru przetargowego „Bochnia” na mapie koncesji na poszukiwanie, rozpoznawanie oraz wydobywanie węglowodorów oraz podziemne bezzbiornikowe magazynowanie substancji i podziemne składowanie odpadów wg stanu na 31.07.2017 r.

ujęć wód podziemnych o wydajności mieszczącej się w przedziale 25–50 m³/h (w tym 4 komunalne i 2 przemysłowe), 6 ujęć wód podziemnych o wydajności <25 m³/h (w tym 5 komunalnych i 1 przemysłowe) oraz 3 ujęcia wód leczniczych i mineralnych.

Położenie fizyczno-geograficzne

Pod względem regionalizacji fizyczno-geograficznej (Kondracki, 2013), obszar przetargowy jest położony w obrębie 4 mezoregionów, przy czym zdecydowana jego większość znajduje się w obrębie Podgórze Bocheńskiego oraz Pogórze Wielickiego. Podgórze Bocheńskie jest przykarpackim fragmentem Kotliny Sandomierskiej, usytuowanym pomiędzy Krakowem a doliną Dunajca i przylegającym na południu do progu pogórze Wielickiego i Wiśnickiego. Pod względem geologicznym jest to sfałdowany pod wpływem nacisku płaszczo win karpackich solonośny miocen, spiętrzony do wysokości 260–300 m i przykryty częściowo osadami czwartorzędu. Sól w jego obrębie jest eksploatowana co najmniej od XI w., zaś kopalnie w Wieliczce i Bochni zostały wpisane na listę światowego dziedzictwa Unesco. Pogórze Wielickie ma natomiast charakter wyżynny i cechuje się obecnością szerokich, spłaszczonych garbów, porożcinanych wąskimi denudacyjno-erozyjnymi obniżeniami.

Zagrożenia osuwiskowe

Duży udział w powierzchni terenu mają osuwiska i obszary predysponowane do występowania ruchów masowych – występują one od centralnej części terenu aż do jego zachodniej

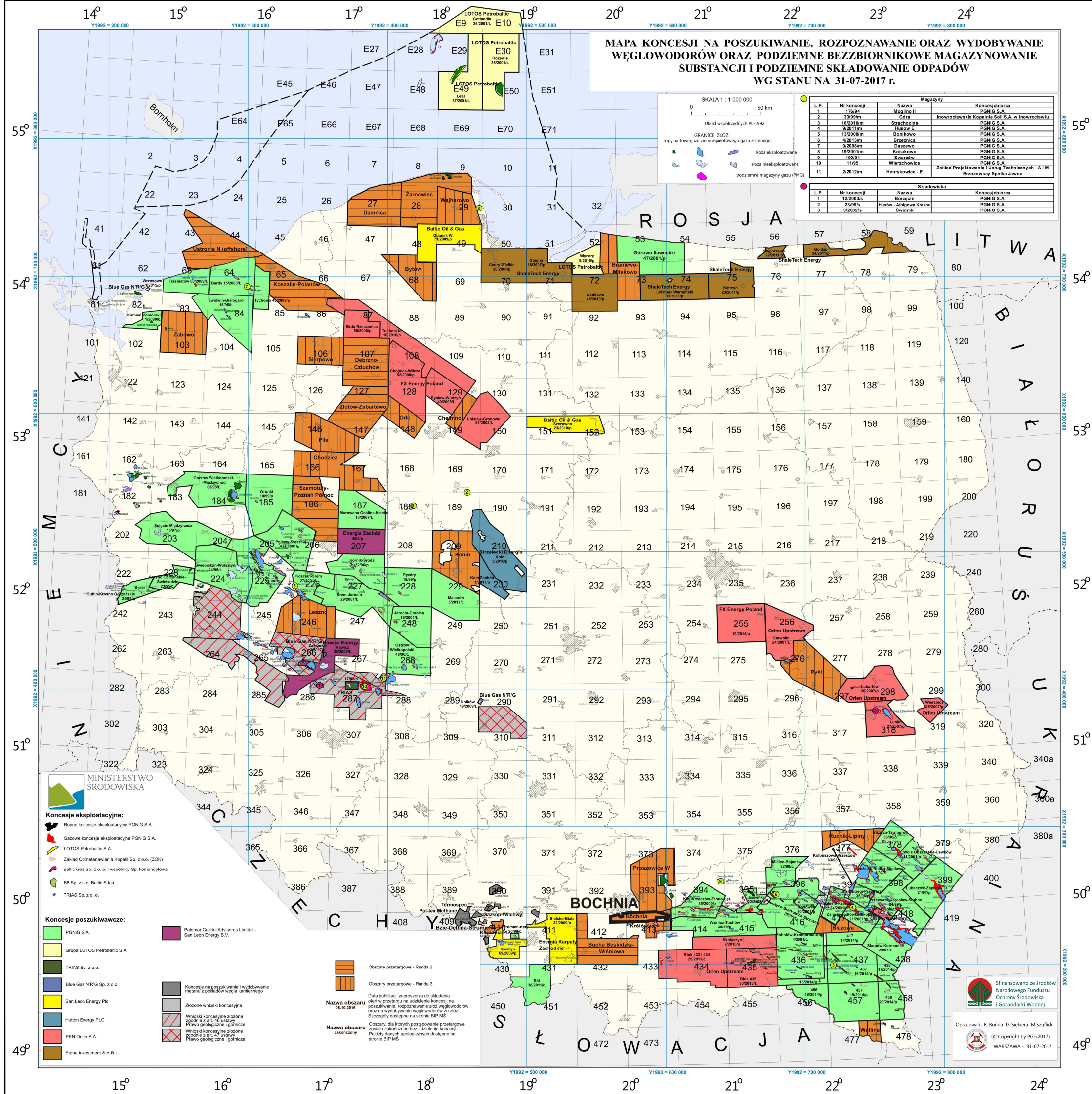
granicy, a także w rejonie wschodnim obszaru (na południe od płynącej równoleżnikowo rzeki Raby, pomiędzy Chelmem a Bochnią). Wyraźne zróżnicowanie intensywności występowania obszarów osuwiskowych i terenów zagrożonych ruchami masowymi związane jest ściśle z charakterem budowy geologicznej – w tym przypadku strefą nasunięcia karpackiego.

Formy ochrony przyrody

Obszar przetargowy „Bochnia” jest praktycznie pozbawiony terenów podlegających ochronie prawnej realizowanej na mocy przepisów ustawy o ochronie przyrody. Występujące formy chronione (rezerwat Cieszyńnianka, OChK Zachodniego Pogórze Wiśnickiego oraz obszar Natura 2000 PLB120002 Puszcza Niepołomska) zajmują znikomą część jego całkowitej powierzchni.

Złóża kopalin

Omawiany obszar jest również miejscem prowadzenia działalności wydobywczej i przetwórczej. Z informacji zawartych w bazie MIDAS wynika, że na obszarze Bochnia znajduje się 9 udokumentowanych złóż kopalin, w tym 4 złoża piasków ze żwirem (Stanisławice-Zakole, Topolina, Targowisko-Zakole i Chelm), 2 złoża soli kamiennych (Wieliczka i Siedlec - Moszczenica) oraz po 1 złożu: ilów i łupków ilastych ceramiki budowlanej (Brzeziny), glin ceramiki budowlanej (Chodenice), oraz piasków i piasków ze żwirem (Targowisko II). W granicach charakteryzowanego terenu, przede wszystkim w jego wschodniej części, zlokalizowane są także obszary prognozy styczne i perspektywiczne występień piasków, piasków i żwi-



rów a także iltów i łupków ilastych ceramiki budowlanej.

Z eksploatacją kopalni związane są obszary (dawnych i obecnych) negatywnych oddziaływań górnictwa. Znajdują się one na południe i południowy zachód od Wieliczki. Wielickie złoża soli kamiennej rozciągają się niemal równoleżnikowo na przestrzeni około 10 kilometrów i zalega na głębokości od ok. 30 do ok. 330 metrów poniżej powierzchni terenu. Jego szerokość waha się od kilkuset metrów do około 1,5 kilometra. Zabytkowa kopalnia stanowi labirynt 2391 komór i 245 km korytarzy wydrążonych na 9 poziomach (od głębokości 64 m

do 327 m). Objęte ochroną wyrobiska kopalni w Bochni również obejmują 9 poziomów eksploatacyjnych – przy czym są położone one na głębokościach od 70 m do 289 m. Składają się z około 60 km chodników i komór rozciągających się na długości 3,5 km wzdłuż osi W–E i na szerokości maksymalnej 250 m wzdłuż osi N–S. Oba obiekty – Wieliczka i Bochnia posiadają wyznaczone wokół siebie strefy buforowe podlegające ochronie.

Uwarunkowania środowiskowe obszaru przetargowego „Bochnia” zostały podsumowane w Tab 1.2 i na Fig. 1.3.

KARTA UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH DLA OBSZARU PRZETARGOWEGO BOCHNIA				
1.	LOKALIZACJA OBSZARU PRZETARGOWEGO NA MAPIE	nazwa i numer arkusza mapy w skali 1:50 000	Kraków 973; Niepołomice 974; Brzesko Nowe 975; Myślenice 996; Wieliczka 997; Bochnia 998	
2.	POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE	województwo	małopolskie	
		powiat	krakowski	
		gmina (% powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego)	Skawina (1,70%), Mogilany (11,50%), Świątniki Górne (4,85%)	
		powiat	Kraków	
		gmina	Kraków (6,13%)	
		powiat	wielicki	
		gmina	Wieliczka (23,53%), Niepołomice (5,57%), Kłaj (13,88%), Biskupice (15,53%), Gdów (9,36%)	
		powiat	bocheński	
		gmina	Bochnia (5,53%), Bochnia (m.) (2,41%)	
3.	REGIONALIZACJA FIZYCZNO – GEOGRAFICZNA (wg J. KONDRACKIEGO (2013))	makroregion	Kotlina Sandomierska (512.4)	
		mezoregion	Nizina Nadwiślańska (512.41); Podgórze Bocheńskie (512.42)	
		makroregion	Pogórze Zachodniobeskidzkie (513.3)	
		mezoregion	Pogórze Wielickie (513.33), Pogórze Wiśnickie (513.34)	
4.	WSPÓŁRZĘDNE PUNKTÓW WYZNACZAJĄCYCH GRANICE OBSZARU PRZETARGOWEGO	układ PL-1992 [X; Y]	234844,361	560392,571
			236207,601	566125,529
			236033,680	566047,350
			235039,210	566833,730
			234435,410	567891,740
			234919,040	569098,080
			236899,729	569036,197
			237511,440	571608,680
			238239,180	593185,130
			235643,890	601614,750
			232987,600	601605,370
			232886,196	599665,936
			234314,529	599626,240
			234138,401	593300,605
			232471,033	593346,944
			231635,971	587283,158
			231660,823	587179,604
			231619,154	587161,046
			231446,800	585909,500
			231067,402	576041,636
			231535,859	574373,847
			231062,273	574226,570
			230992,755	574100,127
			230896,960	571608,570
			230642,809	560453,662
			z wyłączeniem obszaru:	
			236852,989	574680,836
			236886,191	575398,936
			235707,297	575415,667
			235696,650	574665,742
			236756,068	574650,707
5.	POWIERZCHNIA OBSZARU PRZETARGOWEGO	[km²]	218,90	
6.	CEL KONCESJI		poszukiwanie gazu konwencjonalnego	

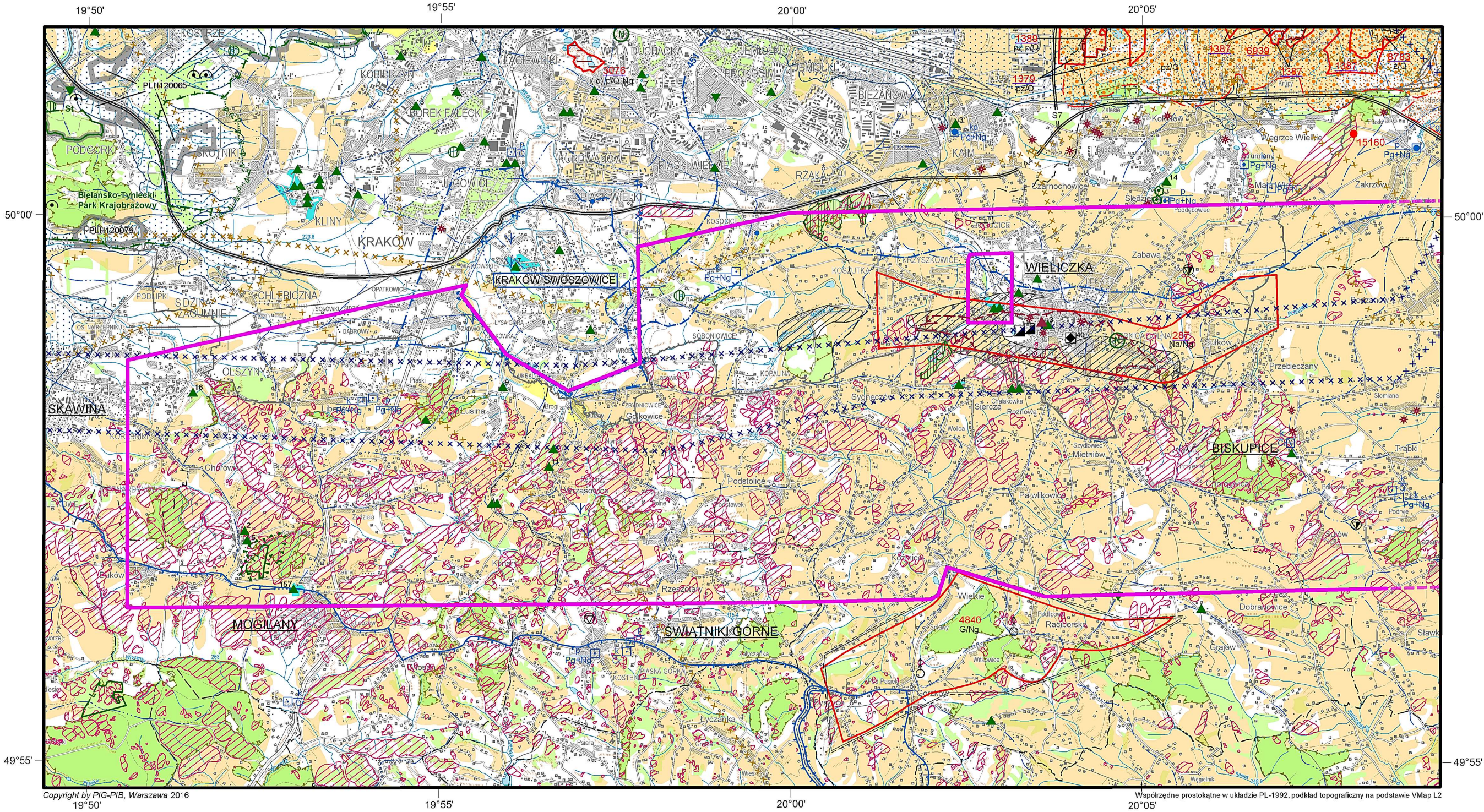
7.	WIEK FORMACJI ZŁOŻOWEJ		kambr, dewon, karbon dolny, jura górna, utwory fliszowe jednostek śląskiej i podśląskiej, miocen zapadliska przedkarpackiego
8.	PRZYRODNICZE OBSZARY PRAWNIE CHRONIONE:	[tak/ nie] jeśli „tak” to: nazwa obszaru oraz% powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego	
	parki narodowe		nie
	rezerваты		Cieszynianka (<1%); Groty Kryształowe (<1%)
	parki krajobrazowe		nie
	obszary chronionego krajobrazu		OChK Zachodniego Pogórza Wiśnickiego (<1%)
	Natura 2000 – SOO		nie
	Natura 2000 – OSO		PLB120002 Puszcza Niepołomska (<1%)
	zespoły przyrodniczo-krajobrazowe		nie
	użytki ekologiczne	[tak (ilość)/ nie]	3 (w tym 2 o powierzchni > 5 ha)
	pomniki przyrody		229
	stanowiska dokumentacyjne		46
	GLEBY CHRONIONE		tak
	KOMPLEKSY LEŚNE	[tak/ nie]	nie
9.	LASY OCHRONNE	[tak (powierzchnia, % powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego)/ nie]	5,0 km ² (2,3%)
10.	OBIEKTY DZIEDZICTWA KULTUROWEGO Zabytki archeologiczne	[tak (ilość)/ nie]	
		grodzisko	3
		osada	23
		cmentarzysko	0
		inne (miejsce kultu, miejsce eksploatacji surowca, obozowisko, miasto)	2 (miejsce eksploatacji surowca; miasto)
11.	OBIEKTY WPISANE NA LISTĘ ŚWIATOWEGO DZIEDZICTWA UNESCO	oficjalna nazwa, powierzchnia	Królewskie Kopalnie Soli w Wieliczce i Bochni (Bochnia 23,02 ha; strefa buforowa 128,71 ha; Wieliczka 0,54 ha; strefa buforowa 225,93 ha)
12.	GŁÓWNE ZBIORNIKI WÓD PODZIEMNYCH	[tak (numer, nazwa i wiek zbiornika)/ nie]	451 – Subzbiornik Bogucice; Ng
13.	STREFY OCHRONNE UJĘĆ WODY	[tak/ nie]	tak
14.	STREFY OCHRONY UZDROWISKOWEJ	[tak/ nie]	tak
15.	TERENY ZAGROŻONE PODTOPIENIAMI	[tak/ nie]	tak
16.	TERENY ZAGROŻONE OSUWISKAMI	[tak/ nie]	tak
17.	UDOKUMENTOWANE ZŁOŻA KOPALIN	[tak (rodzaj kopaliny)/ nie]	tak (sole kamienne, iły i łupki ilaste ceramiki budowlanej, gliny ceramiki budowlanej, piaski i żwiry, piaski i piaski i żwiry)
18.	OBSZARY PROGNOSTYCZNE I PERSPEKTYWICZNE WYSTĘPOWANIA KOPALIN	[tak (rodzaj kopaliny)/ nie]	tak (piaski i żwiry, piaski, iły i łupki ilaste ceramiki budowlanej)
19.	SIECI PRZESYŁOWE GAZU	[tak/ nie]	tak
20.	PODZIEMNE MAGAZYN Y GAZU	[tak/ nie]	nie
21.	DATA WYPEŁNIENIA KARTY	26.10.2016 r.	
22.	ZESTAWIENIE I OPRACOWANIE DANYCH	Paulina Kostrz-Sikora, Dominika Kafara	

↑ Tab. 1.2. Karta uwarunkowań środowiskowych obszaru przetargowego „Bochnia”

→ Fig. 1.3. A. Mapa środowiskowa obszaru „Bochnia” (W). B. Mapa środowiskowa obszaru „Bochnia” (E)

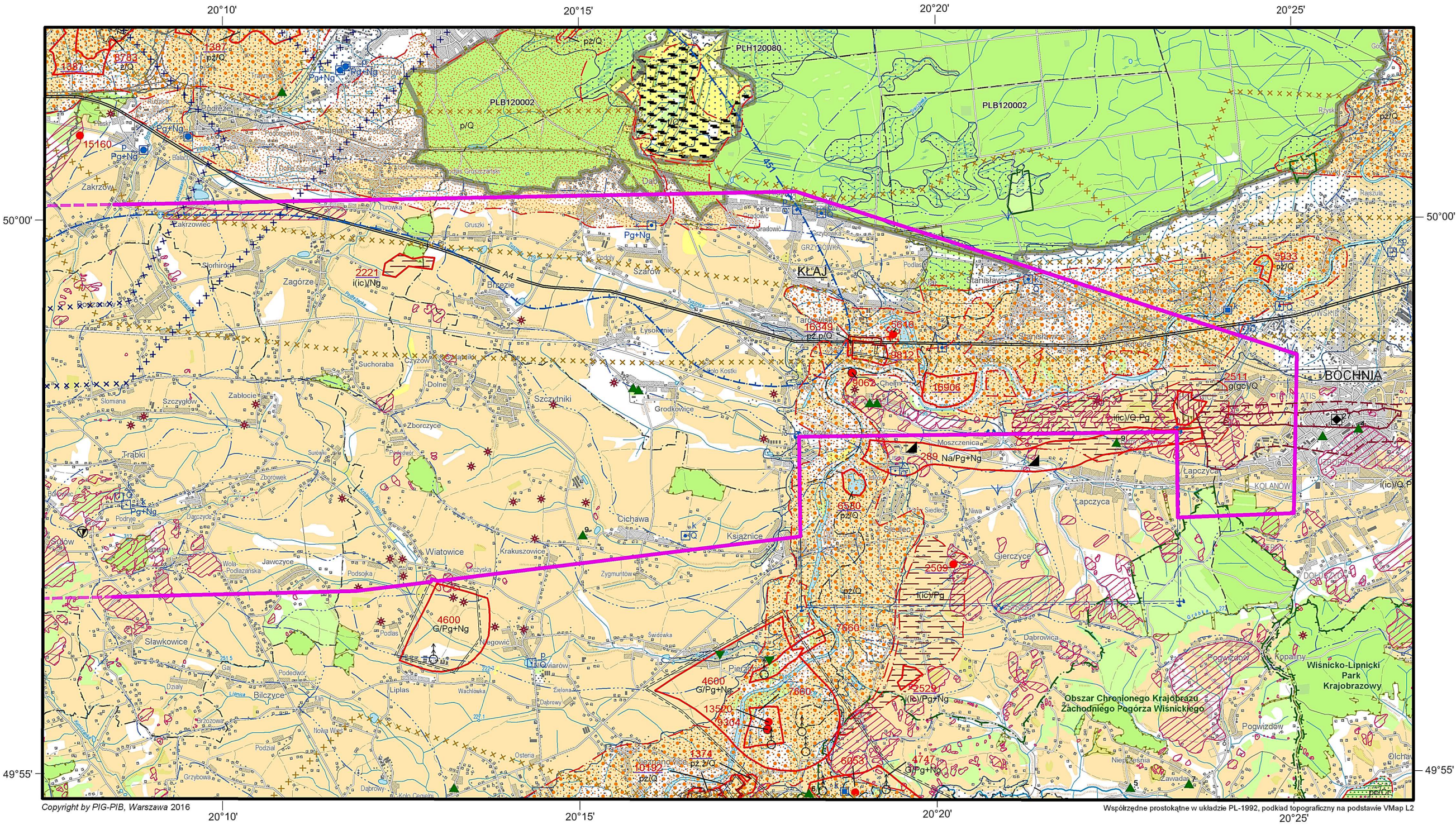


A
Mapa środowiskowa
obszaru "BOCHNIA" (W)
skala 1:50 000



Opracowała: Małgorzata Sikorska-Maykowska
Zestawienie danych
i redakcja komputerowa: Dominika Kafara

B
Mapa środowiskowa
obszaru "BOCHNIA" (E)
skala 1:50 000



Copyright by PIG-PIB, Warszawa 2016

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

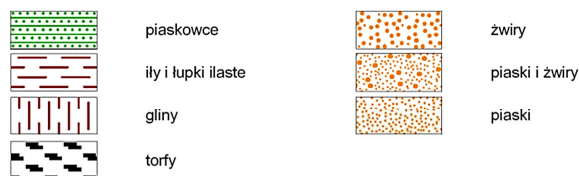
Opracowała: Małgorzata Sikorska-Maykowska
Zestawienie danych
i redakcja komputerowa: Dominika Kafara

Objaśnienia do Mapy środowiskowej
obszaru "BOCHNIA"
(opracowano na podstawie bazy MGŚP z zasobów PIG-PIB)

PAŃSTWOWY
INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

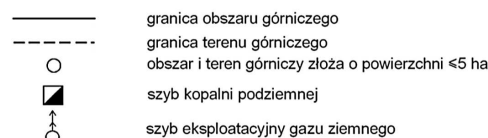


ZŁOŻA KOPALIN ORAZ PERSPEKTYWY I PROGNOZY
ICH WYSTĘPOWANIA



- 4840
287
- identyfikator z bazy MIDAS złoża mało-konfliktowego
identyfikator z bazy MIDAS złoża konfliktowego
- granicza złoża
granicza obszaru prognostycznego
granicza obszaru perspektywicznego
złoże o powierzchni ≤5 ha

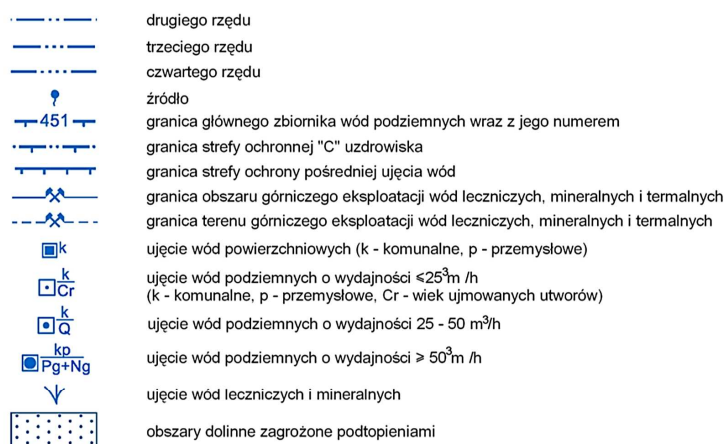
GÓRNICZTWO I PRZETWÓRSTWO KOPALIN



- Symbol kopaliny:
G - gaz ziemny
Na - sole kamienne
pc - piaskowce
i(ic) - ility i łupki ilaste ceramiki budowlanej
g(gc) - gliny ceramiki budowlanej
ż - żwiry
pż - piaski i żwiry
p - piaski
t - torfy
- Symbol jednostki stratygraficznej:
Q - czwartorzęd
Ng - neogen
Pg - paleogen
Cr - kreda

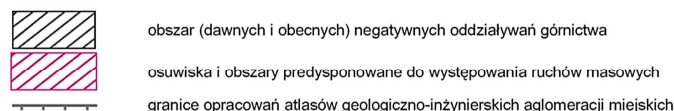
WODY POWIERZCHNIOWE I PODZIEMNE

Granice działu wodnego:



KRAKÓW-SWOSZOWICE uzdrowisko

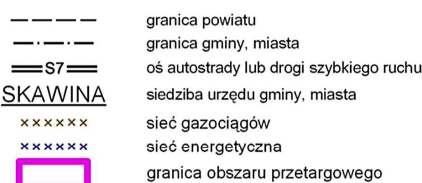
WARUNKI PODŁOŻA BUDOWLANEGO



OCHRONA PRZYRODY, KRAJOBRAZU
I DZIEDZICTWA KULTUROWEGO



INFORMACJE DODATKOWE

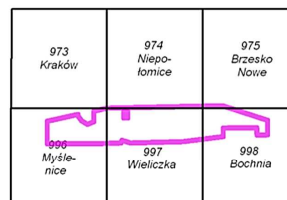


Położenie obszaru przetargowego
na tle podziału administracyjnego



woj. MAŁOPOLSKIE	powiat wielicki	12 - gm. Bochnia
powiat krakowski	6 - gm. Wieliczka	13 - m. Bochnia
1 - gm. Liszki	7 - gm. Niepołomice	14 - gm. Łapanów
2 - gm. Skawina	8 - gm. Kłaj	15 - gm. Nowy Wiśnicz
3 - gm. Mogilany	9 - gm. Biskupice	powiat myślenicki
4 - gm. Świątniki Górne	10 - gm. Gdów	16 - gm. Myślenice
powiat Kraków	powiat bocheński	17 - gm. Siepraw
5 - m. Kraków	11 - gm. Drwinia	18 - gm. Dobczyce

Położenie obszaru przetargowego
na arkuszach 1:50 000



2. OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

2.1. OGÓLNY ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

W budowie geologicznej obszaru przetargowego „Bochnia” biorą udział dwie jednostki tektoniczne pierwszego rzędu: orogen karpacki (Karpaty Zewnętrzne) oraz platforma zachodnioeuropejska (Żelaźniewicz i in., 2011). Orogen karpacki tworzą Karpaty fliszowe i zapadlisko przedkarpackie. W ich podłożu występują proterozoiczne skały krystaliczne bloków górnośląskiego i małopolskiego wraz z ich paleozoiczno-mezozoiczną pokrywą osadową (platforma zachodnioeuropejska).

W granicach obszaru przetargowego „Bochnia” na powierzchni terenu odsłaniają się utwory fliszowe płaszczowin śląskiej i podśląskiej (Fig. 2.1). U czoła płaszczowin występują odkłute od podłoża i sfałdowane utwory miocenu zapadliska przedkarpackiego, które tworzą tutaj dodatkową płaszczwinę zgłobicką. We wschodniej części obszaru przetargowego występuje szeroka strefa paraautochtonicznego miocenu tzw. „zatoeki” gdowskiej. Na północ od jednostek zgłobickiej i „zatoeki” gdowskiej występują niesfałdowane osady miocenu zapadliska przedkarpackiego. Miocen autochtoniczny występuje również w podłożu jednostek płaszczowinowych.

Podłoże jednostek karpackich tworzą bloki górnośląski i małopolski wraz z ich paleozoiczno-mezozoiczną pokrywą osadową (Fig. 2.2). Bloki te są rozdzielone strefą uskoku Kraków–Lubliniec, która przecina obszar przetargowy „Bochnia” w jego wschodniej części. Najstarsze piętro pokrywy osadowej tworzą osady ediakaru, dolnego kambriu i górnego syluru. Środkowe piętro pokrywy jest zbudowane ze skał węglanowych dewonu i dolnego karbonu. Niezgodnie na nich spoczywają osady permotriasu, środkowej i górnej jury i górnej kredy monokliny śląsko krakowskiej.

Podłoże jednostek karpackich na obszarze przetargowym ma budowę blokową, stąd osady poszczególnych systemów stratygraficznych zachowały się płatowo w obrębie rowów tektonicznych, albo są wyniesione na zrębach. Najważniejsze z nich to położony na zachodzie zręb Rzeszotary oraz, zlokalizowane blisko wschodniej krawędzi obszaru przetargowego, wyniesienie Bochni. Pomiędzy nimi występuje obniżona strefa/rów Liplas-Tarnawa. Ciągłą pokrywę osadową na całym obszarze przetargowym „Bochnia” tworzą dopiero utwory górnej jury.

2.2. STRATYGRAFIA

2.2.1. PREKAMBR

Rozprzestrzenienie i miąższość

Prekambryjski fundament krystaliczno-metamorficzny znajduje się w podłożu całego obszaru przetargowego i został rozpoznany badaniami geofizycznymi, w tym magnetotellurycznymi (Ryłko i Tomasz, 1999a) i sejsmicznymi (Pietsch i in., 2007). Na obszarze przetargowym prekambryz został nawiercony w dwóch otworach – Rzeszotary 1 i 2 (Fig. 2.2). W bliskim sąsiedztwie obszaru „Bochni” prekambryz został osiągnięty w otworach Dobczyce 1 i 4 i Wiśniowa 6 (w części południowo-zachodniej) oraz w otworach Brzeźnica 1, 2, 3, Dołuszyce 1, Wyciąże 4 i Niepołomice 11 (w części północno-wschodniej). Utwory prekambriu występują na różnej głębokości, co jest związane z blokową budową głębokiego podłoża. Najpłycej nawiercono je w obrębie tzw. zrębu Rzeszotary, w południowo-zachodniej części obszaru przetargowego, gdzie w otworze Rzeszotary 1 strop prekambriu osiągnięto na głębokości 840 m.

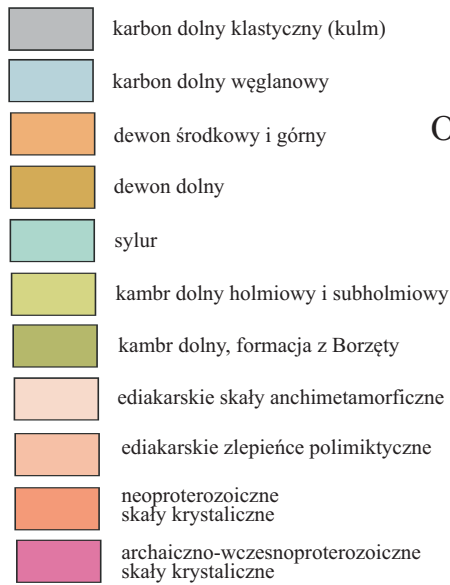
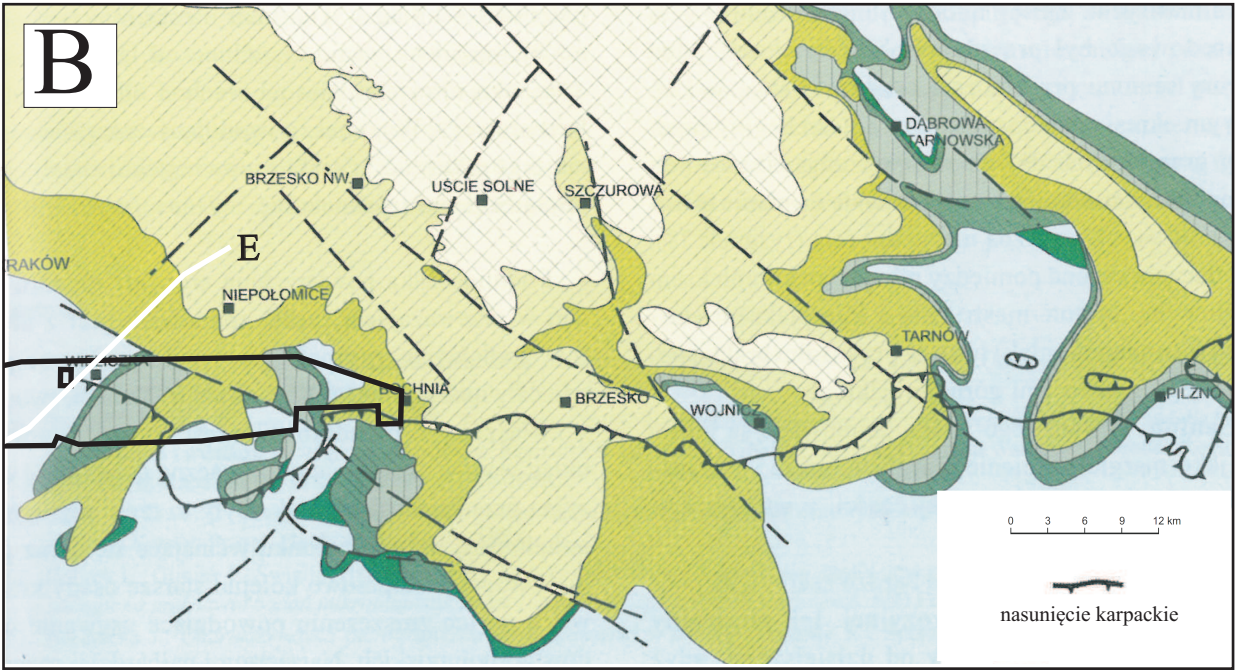
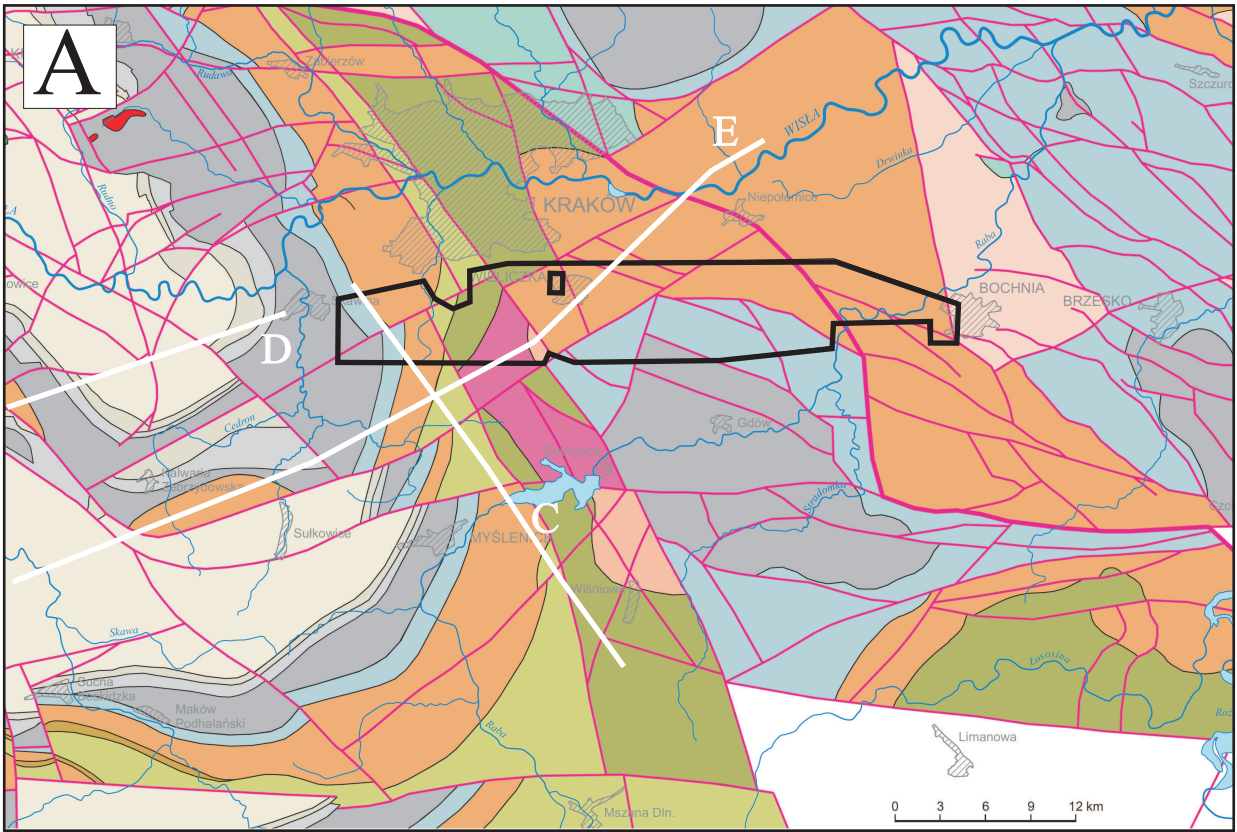
Litologia i stratygrafia

Prekambryz bloku górnośląskiego na obszarze przetargowym budują archaiczno-dolnoproterozoiczne (karelskie) łupki krystaliczne, gnejsy, amfibolity i wapienie krystaliczne wykształcone w facji zieleńcowej i amfibolitowej (Fig. 2.2). Występują one w obrębie zrębu Rzeszotary (Buła i Habryn, 2010). Badania cyrkonów z amfibolitów w otworze Rzeszotary 2 (datowania metodą U–Pb SHRIMP) wykazały archaiczny wiek intruzji sprzed 2,8–2,6 mld lat, przeobrażonej we wczesnym proterozoiku (2,0 mld lat) (Żelaźniewicz i in., 2009).

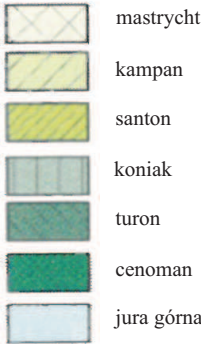
Po północnej stronie strefy uskoku Kraków–Lubliniec (na bloku małopolskim) utwory prekambriu są wykształcone jako anchimetamorficzne łowce, mułowce, piaskowce i zlepieńce o charakterze fliszowym (Żelaźniewicz i in., 2009; Buła i Habryn, 2010) (Fig. 2.2). Przynajmniej częściowo należą one do ediakaru (Jachowicz-Zdanowska, 2010; Żelaźniewicz i in., 2009), choć ich młodszy wiek jest również postulowany (Buła, 2000).

→ **Fig. 2.1. A.** Pozycja obszaru przetargowego „Bochnia” na tle jednostek tektoniczno-facjalnych polskich Karpat Zachodnich. **B.** Pozycja obszaru przetargowego „Bochnia” na tle jednostek mapy geologicznej Karpat Zachodnich (Żytko i in., 1989). **C.** Przekrój geologiczny przez utwory fliszowe wschodniej części obszaru przetargowego (SMGP 1:50 000, arkusz Wieliczka). **D.** Przekrój geologiczny przez utwory fliszowe zachodniej części obszaru przetargowego (SMGP 1:50 000, arkusz Bochnia, Żytko i in., 1989).

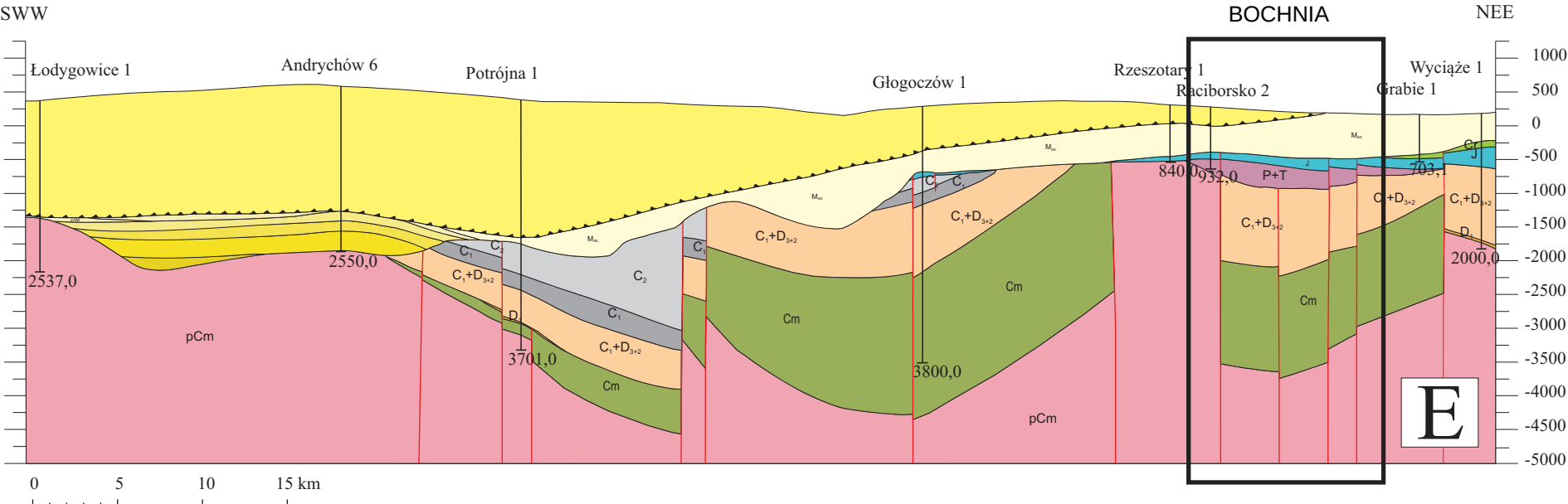
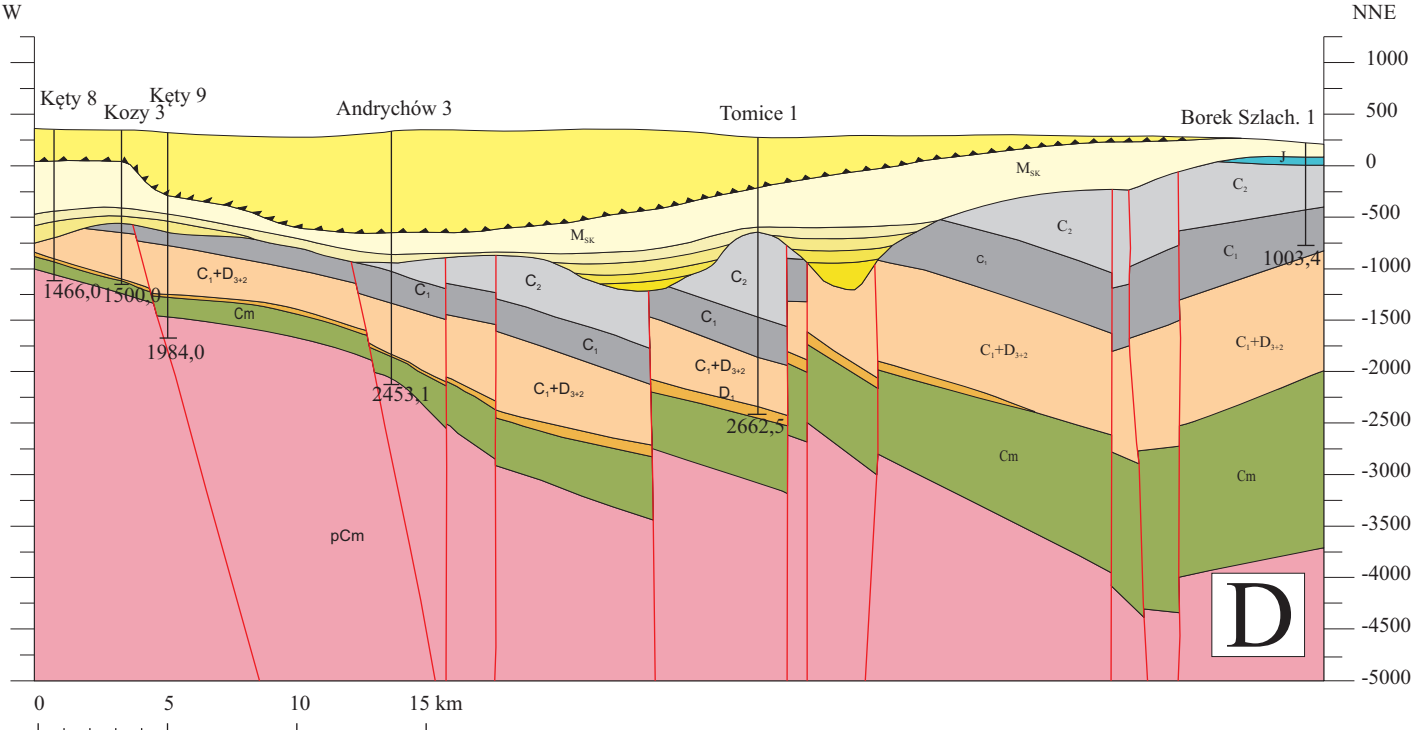
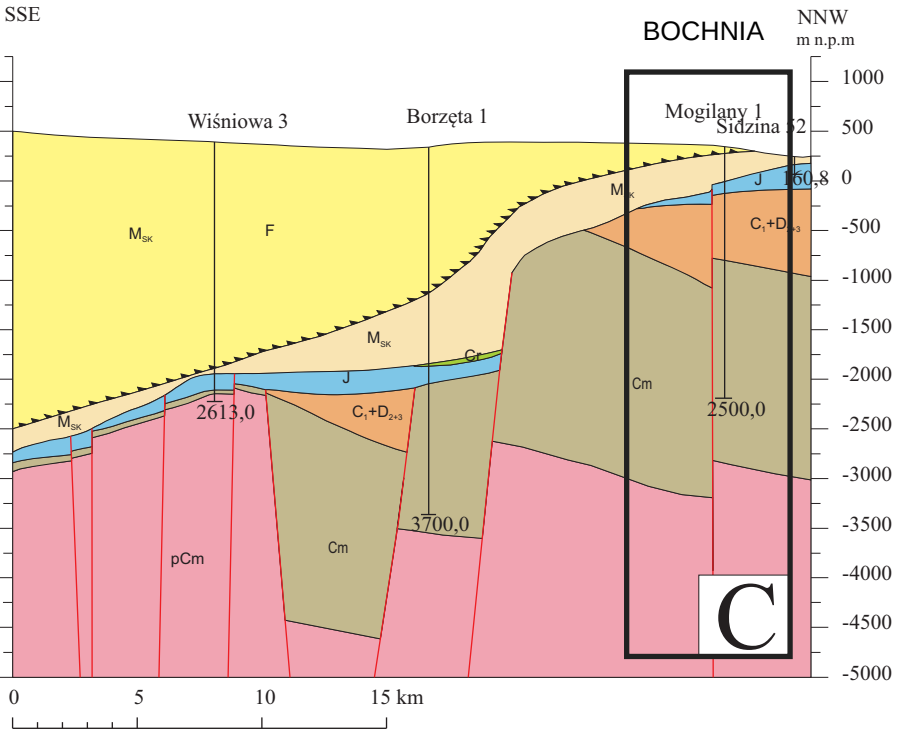
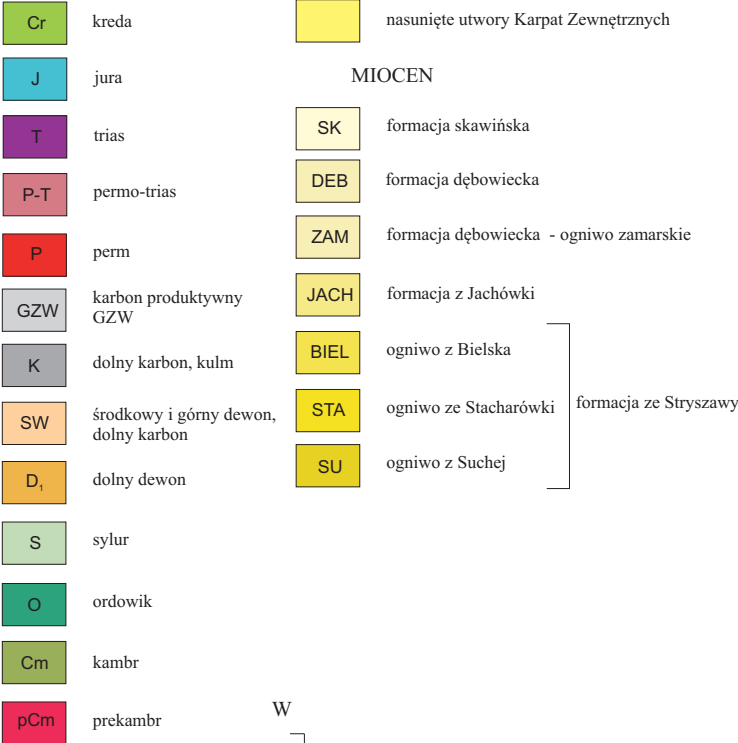
→ **Fig. 2.2. A.** Pozycja obszaru przetargowego „Bochnia” na tle mapy geologicznej odkrytej po karbon na bloku górnośląskim i małopolskim (Buła i Habryn, 2008). **B.** Pozycja obszaru przetargowego „Bochnia” na tle mapy geologicznej podmioceniowej powierzchni erozyjnej (Moryc, 2006b). **C–E.** Przekroje geologiczne przez podłoże obszaru przetargowego wraz z lokalizacją najważniejszych otworów wiertniczych (Chowaniec i in., 2010), linie przekrojów zaznaczone zostały na mapie A kolorem białym.



Objaśnienia do map geologicznych:



Objaśnienia do przekrojów:



2.2.2. KAMBR

Rozprzestrzenienie i miąższość

Utwory klastyczne kambru dolnego występują na obszarze przetargowym „Bochnia” tylko w jego zachodniej części, odpowiadającej blokowi górnośląskiemu (Fig. 2.2). Dotychczas w granicach obszaru przetargowego kambr nawiercono w dwóch otworach:

Mogilany 1: 1112–2500 m p.p.t.

Raciborsko 2: 812,5–932 m p.p.t.

Ponadto, w sąsiedztwie obszaru przetargowego „Bochnia” dolny kambr został stwierdzony w otworach:

Kurdwanów: 176–197 m p.p.t.

Dobczyce 8,

Borzęta IG-1: 2383–3700 m p.p.t.,

Wiśniowa 6: 2205–2286 m p.p.t.,

Głogoczów IG-1: 2605–3800 m p.p.t.,

Rajbrot 1: 4322–4948 m p.p.t.,

Rajbrot 2: 3828–4158 m p.p.t.

Litologia i stratygrafia

Profil dolnego kambru na bloku górnośląskim został podzielony na dwie formacje – starszą borzęcką i młodszą goczalkowicką (Buła i Habryn, 2010; Jachowicz-Zdanowska, 2010) (Fig. 2.3). Formacja z Borzęt jest najpełniej wykształcona w południowym sąsiedztwie obszaru przetargowego, gdzie w otworze stratotypowym oraz w okolicach Rajbrota została podzielona na 3 ogniwa (kolejno od najstarszego): iłowców z Myślenic, mułowców z Osieczan i piaskowców z Rajbrota (Fig. 2.3). Formacja borzęcka osiąga maksymalną miąższość 670 m w otworze Borzęta IG-1. Podobnych miąższości należy spodziewać się w okolicy Mogilan, choć jak dotąd żaden z otworów w granicach obszaru przetargowego nie osiągnął utworów tej formacji.

Formacja z Goczalkowic jest reprezentowana tylko przez osady najstarszego ogniwa – piaskowców skolitusowych z Mogilan, które w otworze stratotypowym osiągają 1388 m miąższości (Fig. 2.3). Ogniwo tworzą zlepienie drobnookruchowe, żwirowce piaszczyste i piaskowce różnoziarniste ze zmniejszającą się średnicą ziaren ku górze. Pakiet zlepieńcowo-piaszczysty przechodzi stopniowo w kompleks piaskowców różnoziarnistych z podrzędnymi wkładkami zlepieńców i mułowców piaszczystych. Młodsze ogniwa formacji goczalkowickiej – piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa i mułowców z trylobitami z Pszczyny – pojawiają się w zachodnim sąsiedztwie obszaru przetargowego (Buła i Habryn, 2010).

2.2.3. SYLUR

Rozprzestrzenienie i miąższość

Utwory syluru występują we wschodniej (odpowiadającej blokowi małopolskiemu) części obszaru przetargowego (Fig. 2.4), gdzie zostały nawiercone w otworze Łapaczycy 2 (1799,5–1923,0 m p.p.t.).

Litologia i stratygrafia

Sylur w otworze Łapaczycy 2 jest wykształcony w postaci średnio- i drobnookruchowych zlepieńców i piaskowców, przeławionych mułowcami (Buła, 2000). Ze względu na

brak szczątków organicznych wiek tych utworów pozostaje kwestią otwartą, obecnie te i podobne utwory stwierdzone w okolicach Krakowa są wyróżniane w randze formacji ze stratotypem w Łapczycy. (Moryc, 2006a i literatura tam cytowana) formację z Łapczycy traktuje jako utwory molasowe, które tworzyły się po dolnym ludlowie na przedpolu kaledonidów, tym samym odpowiadają one warstwom niewachlowskim i wydrzyszowskim z Gór Świętokrzyskich.

2.2.4. DEWON

Rozprzestrzenienie i miąższość

Na obszarze przetargowym „Bochnia” nie występują osady dolnego dewonu. W granicach obszaru i w jego sąsiedztwie szeroko rozprzestrzenione są natomiast utwory węglanowe środkowego i górnego dewonu (Fig. 2.5), które zostały nawiercone w następujących otworach:

Mogilany 1: 455–1112 m p.p.t.,

Grabie 2: 1063–1202 m p.p.t.,

Łapczycy 2: 1474–1795 m p.p.t.,

Czyżyczka 1: 1670–1932 m p.p.t.,

Cikowice 1: 1276–1465,5 m p.p.t.,

Rajbrot 2: 3350–3828 m p.p.t.,

Tarnawa 1: 5158–5510 m p.p.t.

Litologia i stratygrafia

Podział litostratygraficzny dewonu regionu śląsko-krakowskiego sformułowali Narkiewicz (2005, patrz również Narkiewicz 1978, 1996, 2001), Tomasz i Zajac (1996) oraz Tomasz i Tomasz (2010). Ostatni autorzy utwory dewonu przeanalizowali m. in. w otworze Mogilany 1, dzieląc profil na 3 serie litostratygraficzne: A, B i C. Seria A (788–1088 m p.p.t.) zawiera dolomity krystaliczne i dolomikryty oraz wkładki wapieni, brekcji dolomitycznych, mułowców, margli i iłowców, a jej cechą charakterystyczną jest brak szczątków organicznych. Odpowiadać ma ona formacji lachowickiej u Narkiewicza (2005). Wyżej w profilu Tomasz i Tomasz (2010) wyróżnili serię B (600–788 m p.p.t.) – odpowiednik formacji roztopickiej (patrz Narkiewicz, 2005). Są to wapienie mikrytowe kalcysferowo-otwornicowe oraz wapienie sparytowe. Seria C (455–600 m p.p.t.) zawiera dolosparyty fenestralne z gniazdami gipsu.

2.2.5. KARBON

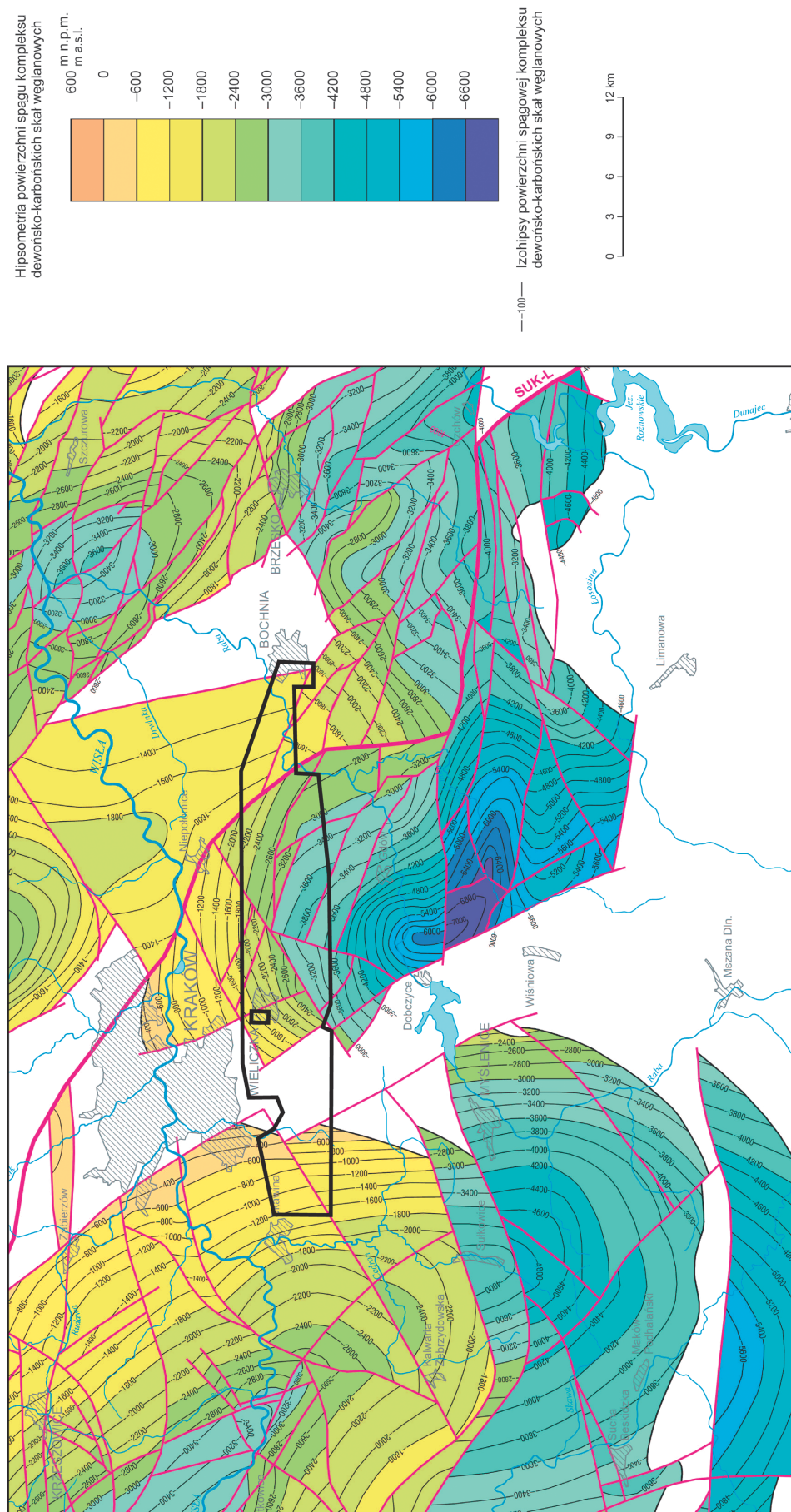
Utwory karbonu w granicach obszaru przetargowego, występują prawdopodobnie w rejonie między Raciborskiem a Cikowicami (Fig. 2.5). Takie ich rozprzestrzenienie sugeruje obecność dolnego karbonu, nawierzonego w interwale 2492–2942,8 m p.p.t. w otworze Liplas 2. Profil dolnego karbonu z tego otworu Moryc (2006a) niemal w całości zaliczył do tzw. kompleksu węglanowego B wyższego turneju i niższego wizeny. Są to znacznej miąższości (>450 m) skrasowiałe i spękane wapienie. Tylko w najwyższej części kompleksu węglanowego pojawiają się wkładki ciemnych skał ilastych (kulm?). Karbon dolny występuje również w zachodniej części obszaru „Bochni” (Fig. 2.5), gdzie został nawiercony w otworze Choro-wice 54 w interwale 533,8–549 m p.p.t.

W świetle aktualnych danych geologicznych (Buła i Habryn, 2008, 2010), na obszarze przetargowym „Bochnia” nie występują osady serii produktywnej karbonu.





Fig. 2.4. Mapa strukturalna powierzchni spawowej syluru na obszarze przetargowym „Bochnia” (Buła i Habryn, 2008)



2.2.6. PERMOTRIAS

Rozprzestrzenienie, miąższość i litologia

Na południe od Krakowa utwory permotriasu wypełniają tzw. rów Liplas–Tarnawa (Fig. 2.6 i 2.7). Profil tych utworów rozpoczynają w rejonie Tarnawy osady czerwonego spągowca, które wyklinowują się jednak ku północy. W otworze Liplas 2 permotrias został nawiercony w interwale 1123–2491,9 m p.p.t. i mierzy około 1370 m miąższości, a profil rozpoczynają tutaj utwory cechsztynu. Są to pstre

piaskowce i łowce z wkładkami zlepieńców. Zawierają one liczne wtrącenia siarczanów a nawet większe pokłady ewaporatów, jak również wkładki wapieni i margli (Kiersnowski, 2001; Moryc, 2014).

W granicach obszaru przetargowego „Bochnia” osady permotriasu zostały nawiercone w następujących otworach wiertniczych:

Raciborsko 2: 797,5–812,5 m p.p.t.,

Siercza 1: 887,5–1100 m p.p.t.,

Jawczyce 1: 1227,5–1302 m p.p.t.,

Zabłocie 1: 1388–2010 m p.p.t.

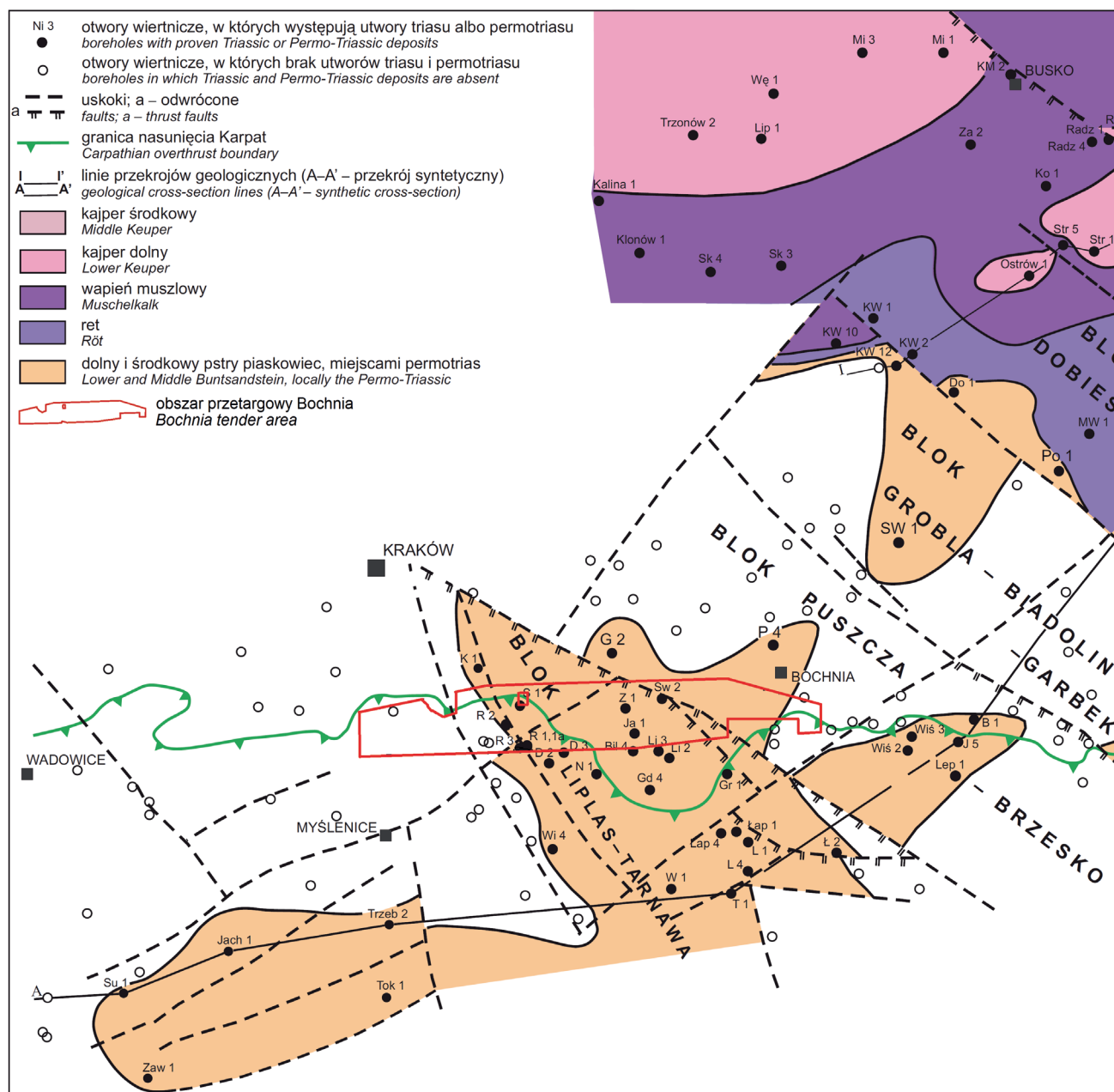
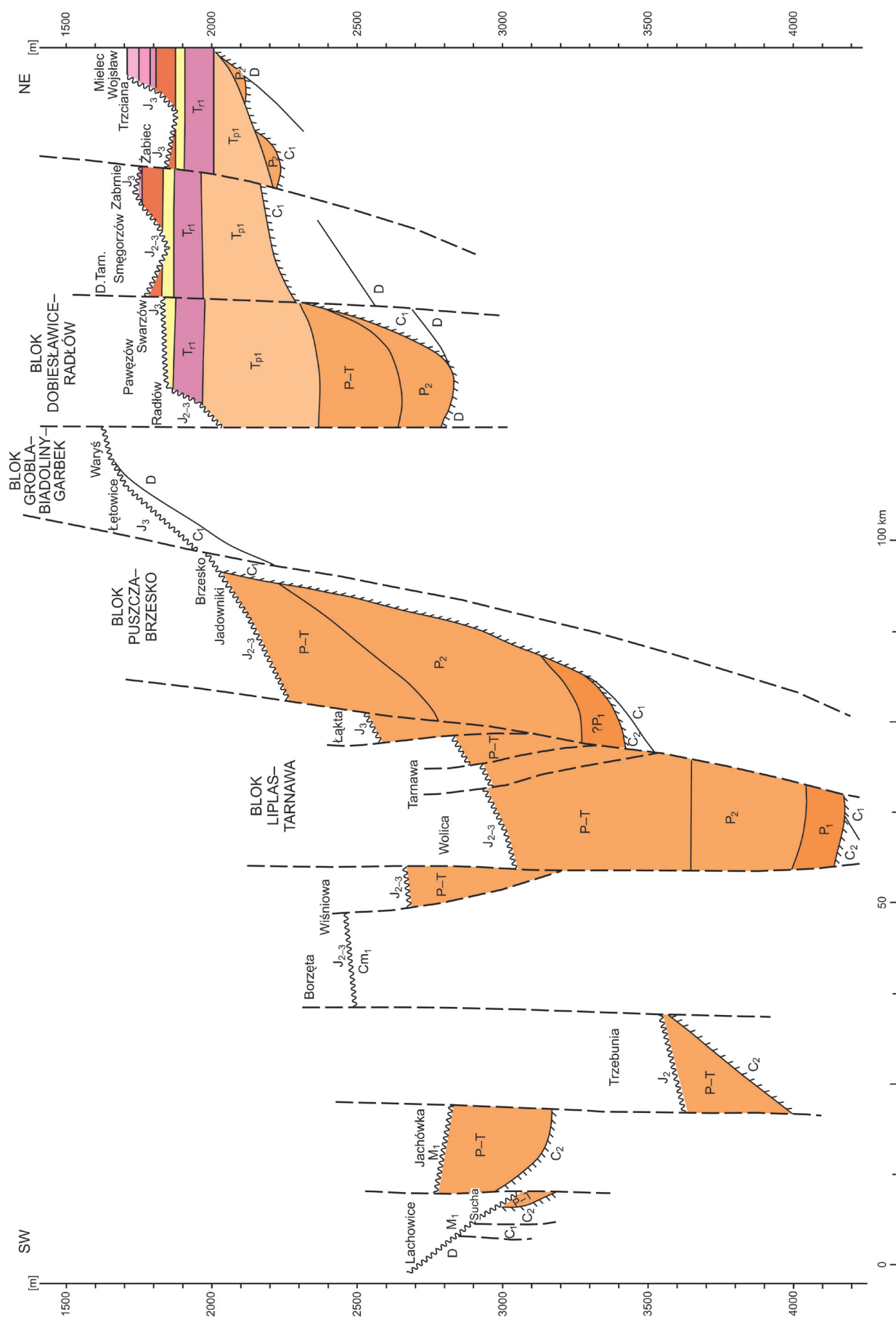


Fig. 2.6. Rozprzestrzenienie utworów permotriasu na obszarze przetargowym „Bochnia” i w jego sąsiedztwie według Moryca (2014)

→ Fig. 2.7. Występowanie utworów permotriasu na obszarze przetargowym „Bochnia” i w jego sąsiedztwie według Moryca (2014)



2.2.7. JURA ŚRODKOWA (DOGGER)

Rozprzestrzenienie i miąższość

Utwory środkowej jury występują w centralnej i zachodniej części obszaru przetargowego, brak ich natomiast w okolicy Bochni. Poniżej zestawiono listę otworów nawiercanych dogger na obszarze „Bochni” i w jego bliskim sąsiedztwie wraz z przedziałem głębokości jego występowania:

Dobczyce 8: 2260–2302 m p.p.t.,
 Dobczyce 4: 2041–2146 m p.p.t.,
 Dobczyce 3: 1665–1735 m p.p.t.,
 Raciborsko 1: 1684–1739 m p.p.t.,
 Jawczyce 1: 1195–1227,5 m p.p.t.,
 Szczytniki 2: 1140–1156,5; 1129–1202 m p.p.t.,
 Świątniki 2: 1007–1020 m p.p.t.,
 Siercza 1: 844–887,5 m p.p.t.,
 Zabłocie 1: 1278–1388 m p.p.t.,
 Cikowice 1: 1270–1276 m p.p.t.,
 Grabie 2: 937–951 m p.p.t.,
 Wyciąże 1: 769–798 m p.p.t.

Utwory środkowej jury leżą przekraczając na różnych ogniwach paleozoiku: prekambriu (Dobczyce 4), kambru dolnego (Dobczyce 8), dewonu (Wyciąże 1) i permotriasu (Grabie 2, Zabłocie 1, Raciborsko 1). Strop doggeru na obszarze przetargowym wyraźnie zapada w kierunku południowo-zachodnim, a miąższość zazwyczaj nie przekracza 50 m (wyjątek stanowią tutaj otwory Zabłocie 1 i Szczytniki 2, gdzie dogger osiąga odpowiednio 110 i 73 m miąższości).

Litologia i stratygrafia

Litologię i stratyografię doggeru między Krakowem i Pilznem opracował Moryc (2006b), który wyróżnił w profilu kujaw dolny, środkowy i górny, baton i kelowej (Fig. 2.8). Najpełniejszy profil doggeru można prześledzić w otworze Zabłocie 1. Kujaw dolny według Moryca (2006b) jest wykształcony jako poziom piaskowcowo-zlepieńcowy o ograniczonym zasięgu geograficznym (otwór Zabłocie 1) i maksymalnej miąższości 35 m. Składa się on z pstrego materiału powstałego z erozji utworów permsko-triasowych podłoża w środowisku lądowym. Kujaw środkowy jest reprezentowany przez osady ilasto-mułcowe, które rozpościerają się między Grabiną, Zabłociem i Liplasem, przekraczając nieco zasięg poziomu piaskowcowo-zlepieńcowego. W otworze Zabłocie 1 mają one około 40 m miąższości, przy czym wyższa część środkowego kujawu jest wykształcona w facji piaskowcowej. Kujaw górny to z kolei cienki, 3–4 m miąższości poziom ilowców. Znacznie szersze rozprzestrzenienie i pełnomorski charakter mają według Moryca (2006b) utwory batonu, które oprócz skał ilasto-piaszczystych zawierają kilkunastocentymetrowe wkładki wapieni. Jeszcze szersze rozprzestrzenienie mają osady kelowej: przykrywają one już całkowicie zrąb Rzeszotaru, nie występują jednak na wyniesieniu Bochni. Kelowej jest wykształcony jako osady piaskowcowo-ilaste przeławione cienkimi warstwami wapieni. Ich udział w profilu nie przekracza jednak 10%. Miąższość kelowej na obszarze przetargowym wynosi od 5 do 15 m.

2.2.8. JURA GÓRNA (MALM)

Rozprzestrzenienie i miąższość

Utwory górnej jury występują na całym obszarze przetargowym (Fig. 2.2) i zostały nawiercone w następujących otworach:

Mogilany 1: 330,5–455 m p.p.t.,
 Zagórze 4: 542–868; 1043–1198 m p.p.t. (nieprzewiercone),
 Kłaj 2: 621–711 m p.p.t. (nieprzewiercone),
 Raciborsko 2: 685–797,5 m p.p.t.,
 Siercza 1: 705–844 m p.p.t.,
 Zagórze 2: 705–781 m p.p.t. (nieprzewiercone),
 Kłaj 1: 744,8–846,3 m p.p.t. (nieprzewiercone),
 Świątniki 2: 765–1002; 1145–1182; 1247–1504 m p.p.t. (nieprzewiercone),
 Przebieczany XXI: 767–772 m p.p.t. (nieprzewiercone),

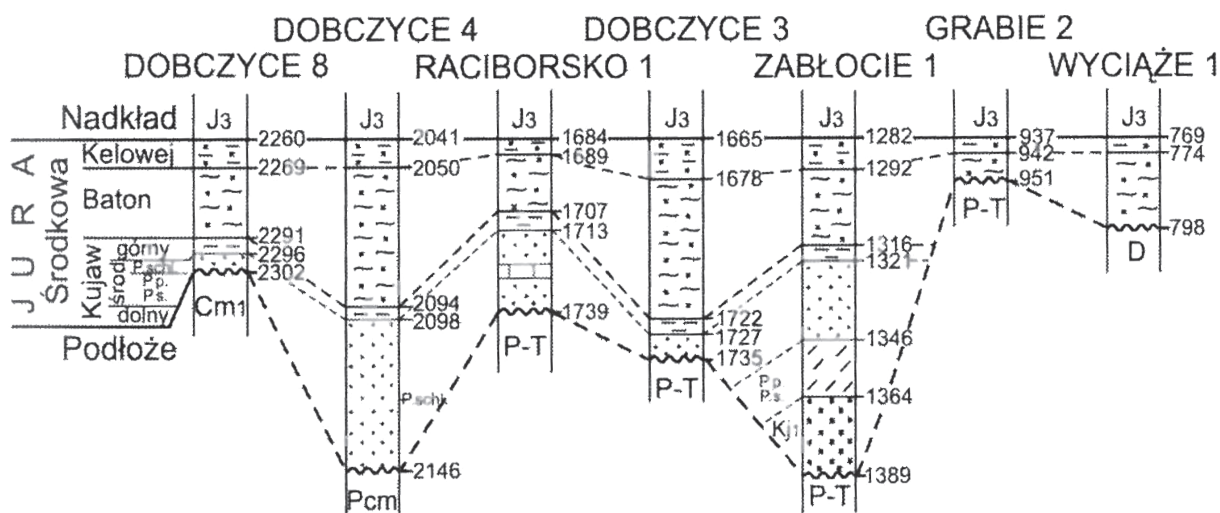


Fig. 2.8. Korelacja utworów środkowej jury na obszarze przetargowym „Bochnia” i w jego sąsiedztwie według Moryca (2006b). Objaśnienia w tekście

Staniątki B: 794–810 m p.p.t. (nieprzewiercone),
 Szczytniki 2: 803–1215,5 m p.p.t. (nieprzewiercone),
 Targowisko 2: 804–921 m p.p.t. (nieprzewiercone),
 Trąbki 1: 840–862 m p.p.t. (nieprzewiercone),
 Targowisko 1: 880–1100 m p.p.t. (nieprzewiercone),
 Cikowice 1: 885–1270 m p.p.t.,
 Jawczyce 1: 892–1195 m p.p.t.,
 Łysokanie 1: 947–1135 m p.p.t. (nieprzewiercone),
 Łysokanie 2: 960–1169,6 m p.p.t. (nieprzewiercone),
 Cichawa 8: 997–1029 m p.p.t. (nieprzewiercone),
 Zabłocie 1: 1046–1278 m p.p.t.

Miąższość górnej jury na obszarze przetargowym waha się między 112 (Mogilany 1) a 385 m (Cikowice 1) i generalnie wzrasta w kierunku wschodnim.

Litologia i stratygrafia

Utwory górnej jury tworzą zwarty kompleks skał węglanowych, zalegając w ciągłości sedimentacyjnej na utworach doggeru, bądź, tak jak na wyniesieniu Bochni, bezpośrednio na starszym podłożu (prekambrze, dewonie, karbonie i permotriasie) (Fig. 2.2). Ogólnie w profilu dominują wapienie, dolomity i margle oksfordu. Spągową część piętra stanowi formacja gąbkowo-globuligerinowa – jest to stosunkowo jednolity kompleks wapieni mikrytowych i wapieni marglistych. Wyżej występuje silnie zróżnicowana facjalnie seria osadów wapiennych, dolomitycznych i marglistych. W sukcesji tej wyróżniane są formacje biohermowa, detrytycznych wapieni gąbkowych, marglisto-wapienna i koralowcowo-onkolitowa (Morycowa i Moryc, 1979). Na obszarze przetargowym „Bochni” w profilu górnej jury wydają się dominować facje margliste i mikrytowe z podrzednym tylko udziałem wapieni detrytycznych (Moryc, 2006b). Budowie organiczne w formie biostrom lub bioherm zostały natomiast wykartowane sejsmicznie na wschód od Bochni (Gliński i in., 2005; Urbaniec i in., 2012), choć ich obecności nie można jednoznacznie wykluczyć również w granicach obszaru przetargowego. Górna jura ma erozyjną górną powierzchnię i jest ścięta przez osady kredy lub miocenu.

2.2.9. KREDA

Rozprzestrzenienie i miąższość

Utwory kredy platformy europejskiej występują na obszarze przetargowym w kilku płatach położonych między Wieliczką a Bochnią (Fig. 2.2). Pełny profil kredy od cenomanu po senon przewiercono w otworach:

Łysokanie 2: 900–952 m p.p.t. (turon i senon)
 952–960 m p.p.t. (cenoman),
 Szczytniki 2: 749–800,5 m p.p.t. (senon)
 800,5–803 m p.p.t. (cenoman i turon),
 Zagórze 1: 1010–1079 m p.p.t. (turon i senon),
 1079–1080 m p.p.t. (cenoman).

Cenoman i turon bez senonu przewiercono w otworze Świątniki 2: 1228–1235 m p.p.t. (turon)
 1235–1247 m p.p.t. (cenoman).

Turon i senon bez cenomanu przewiercono z kolei w otworach:

Kłaj 2: 575–621 m p.p.t.,
 Targowisko 2: 786–804 m p.p.t.,
 Targowisko 1: 855–880 m p.p.t.

Utwory senonu bez cenomanu i turonu występują zaś w otworach:

Zagórze 4: 515–542 m p.p.t.,
 Zabłocie 1: 966–1046 m p.p.t.,

Cikowice 1: 875–885 m p.p.t.,
 Kolanów 1: 1059–1064 m p.p.t.,
 Kłaj 1: 842,2–850,7 m p.p.t.

Utwory kredy nie występują natomiast w otworach Mogilany 1, Cichawa 8, Raciborsko 2, Jawczyce 1, Siercza 1 i Chorowice 54, gdzie jurę bezpośrednio przykrywają osady miocenu zapadliska.

Największą miąższości cenoman i turon osiągają w północno-wschodniej części obszaru przetargowego, wokół otworów Łysokanie 2 i Świątniki 2, gdzie dochodzi do 20 m. Miąższość senonu nie przekracza 80 m.

Litologia i stratygrafia

Utwory kredy na obszarze przetargowym są reprezentowane przez piętra cenomanu, turonu i senonu (koniaku i santonu) (Fig. 2.2). Cenoman tworzą porowate piaskowce glaukonitowe, lokalnie podścielone zlepieńcem. Turon jest wykształcony jako wapienie piaszczyste, opoki i margle. Koniak rozpoczyna zaś monotonną sukcesję marglistą, która na obszarze przetargowym sięga santonu. Zaznacza się przy tym wyraźna niezgodność erozyjna na granicy tych pięter: santon spoczywa niezgodnie na starszych osadach kredy lub bezpośrednio na jurajskim podłożu. Osady kampanu i marstrychu pojawiają się dopiero na północ i wschód od obszaru przetargowego.

2.2.10. MIOCEN ZAPADLISKA PRZEDKARPACKIEGO

Utwory miocenu na obszarze przetargowym „Bochnia” występują w czterech pozycjach tektonicznych (Fig. 2.1, 2.2, 2.9, 2.10 i 2.11):

- jako niesfałdowany miocen autochtoniczny zapadliska zewnętrznego, spoczywający przed czołem Karpat, na północ od linii wyznaczonej przez otwory Wieliczka H 4 – Staniątki B – Kłaj 2 – Cikowice 1,
- jako miocen paraautochtoniczny „zatoki” gdowskiej,
- jako miocen allochtoniczny płaszczowiny zgłobickiej – odkłuty i sfaldowany u czoła Karpat oraz wstecznie nasunięty u czoła „zatoki” gdowskiej,
- jako miocen autochtoniczny w podłożu Karpat fliszowych.

Miocen autochtoniczny zapadliska przedkarpacciego przewiercają na obszarze przetargowym otwory (podano również głębokość spągu miocenu):

Cikowice 1: 875 m p.p.t.,
 Targowisko 2: 786 m p.p.t.,
 Targowisko 1: 855 m p.p.t.,
 Kłaj 2: 575 m p.p.t.,
 Łysokanie 1: 905 m p.p.t.,
 Staniątki B: 739,5 m p.p.t.,
 Zagórze 1: 101 m p.p.t. (nieprzewiercone),
 Sułków XV: 510,2 m p.p.t. (nieprzewiercone),
 Sułków XXIII: 502 m p.p.t. (nieprzewiercone).

W profilu miocenu można rozróżnić tutaj nadewaporatowe warstwy chodenickie i grabowieckie o łącznej miąższości dochodzącej do 500–700 m. Warstwy chodenickie są tutaj reprezentowane przez iłowce z przewarstwieniami piaszczystymi i marglistymi, zwłaszcza w południowej części obszaru. Ponad warstwami chodenickimi, na obszarze między Krakowem i Tarnowem, wydzieliła się warstwy grabowieckie. Ich spągowa, najbardziej piaszczysta część, jest znana w literaturze pod nazwą piasków bogucickich. We wschodniej części zapadliska przedkarpacciego warstwom grabowieckim odpowiadają warstwy krakowieckie. Wszystkie te jednostki są

zaś zaliczane do formacji z Machowa, która obejmuje górny baden i dolny sarmat (Myśliwiec, 2004b; Oszczypko, 2006a).

Poniżej warstw chodenickich występują warstwy ewaporatowe górnego badenu, wyróżniane na obszarze przetargowym jako formacja z Wieliczki (odpowiada ona formacji z Krzyżanowic u Myśliwca, 2004a, b i Oszczypki, 2006a). Są to sole kamienne, gipsy i anhydryty przeławiczone ilowcami i mułowcami. Ich miąższość wynosi tutaj od 20 do 60 m. Genezę tych warstw szeroko dyskutowali m. in. Oszczypko (2006a), Peryt (2013), Głuszyński i Aleksandrowski (2016).

Warstwy podewaporatowe na obszarze przetargowym są wyróżniane najczęściej jako formacja skawińska wieku dolnobadeńskiego (Moryc, 2005). Są to morskie osady ilasto piaszczyste o miąższości od 35 do 290 m. Ich odpowiednikiem we wschodniej części zapadliska są warstwy baranowskie (Myśliwiec, 2004b; Oszczypko 2006a).

Miocen „zatoki” gdowskiej został nawiercony m.in. w otworach (podano również głębokości spągu):

Siercza 1: 705 m p.p.t.,
 Sułków XVII 510 m p.p.t. (nieprzewiercony),
 Przebieczany XXI: 772 m p.p.t. (nieprzewiercony),
 Zabłocie 2: 103 m p.p.t. (nieprzewiercony),
 Kawki 1: 146 m p.p.t. (nieprzewiercony),
 Kawki 2: 537 m p.p.t. (nieprzewiercony),
 Zabłocie 1: 966 m p.p.t.,
 Trąbki 1: 821,5 m p.p.t.,
 Jawczyce 1: 892 m p.p.t.,
 Wiatowice 2: 508 m p.p.t. (nieprzewiercony),
 Zagórze 2: 680 m p.p.t.,
 Szczytniki 2: 749 m p.p.t.,
 Cichawa 8: 997 m p.p.t.,
 Świętniki 2: 765 m p.p.t.,

Cichawa 2: 504,7 m p.p.t. (nieprzewiercony),

Cichawa 1: 503 m p.p.t. (nieprzewiercony).

W świetle nowych danych stratygraficznych oraz nowych interpretacji przekrojów sejsmicznych (Bukowski i in., 2010, Krzywiec i in., 2012) profil utworów miocenu „zatoki” gdowskiej reprezentuje utwory dolnego badenu formacji skawińskiej. Jedynie w okolicy otworu Kawki 1 pojawiają się płaty młodszych utworów – warstw ewaporatowych i chodenickich (Fig. 2.9). W trakcie ruchów płaszczowinowych Karpat, miocen „zatoki” gdowskiej został wraz z fragmentem podścielającej go jury odkłuty od podłoża i pchnięty wzdłuż połego uskoku odwróconego w kierunku północnym. Między Wieliczką i Bochnią utworzyła wówczas strefa trójkątna, wzdłuż której warstwy ewaporatowe i nadewaporatowe zostały wstecznie nasunięte na formację skawińską „zatoki” gdowskiej. Jednocześnie od południa na miocen „zatoki” nasunęły się płaszczowiny podśląska i śląska (Fig. 2.10 i 2.11).

Odkłuty od podłoża i sfałdowany miocen jednostki zgłobickiej jest przedmiotem nieprzerwanego zainteresowania ze względu na występujące tutaj złoża soli. Problematyka jednostki zgłobickiej została szerzej przedstawiona w rozdziale poświęconym tektonice obszaru przetargowego.

Utwory autochtonicznego miocenu pod nasunięciem karpackim zostały nawiercone w południowo-zachodniej części obszaru przetargowego i w jego południowym sąsiedztwie w następujących interwałach:

Mogilany 1: 45–330,5 m p.p.t.,
 Chorowice 54: 135,5–417,0 m p.p.t.,
 Raciborsko 8: 445–880 m p.p.t. (nieprzewiercony),
 Raciborsko 2: 295–685 m p.p.t.,
 Rzeszotary 2: 176–750 m p.p.t.,
 Dobczyce 2: 1062,5–1582,5 m p.p.t.

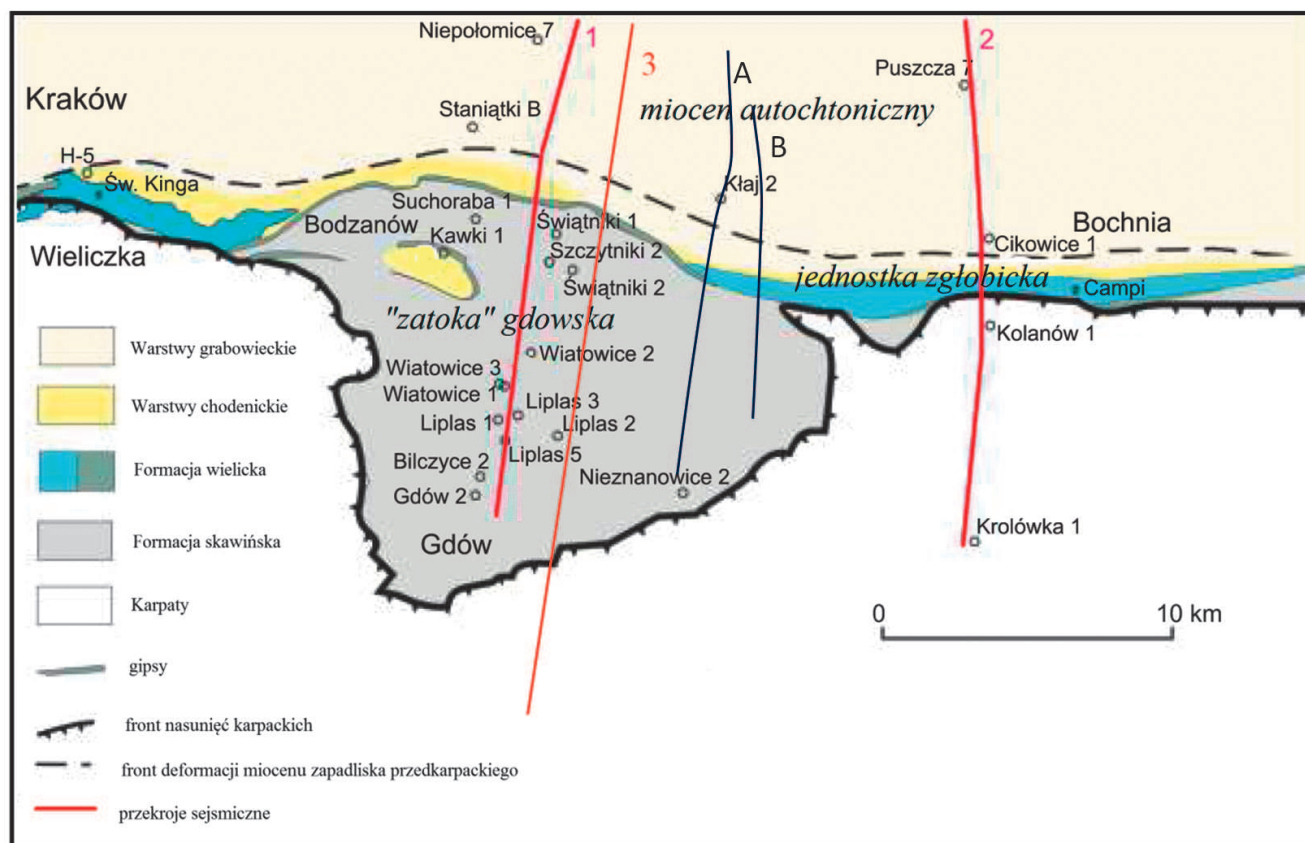


Fig. 2.9. Budowa geologiczna „zatoki” gdowskiej według Bukowskiego i in. (2010)
 Przekroje sejsmiczne na Fig. 2.10 i 2.11

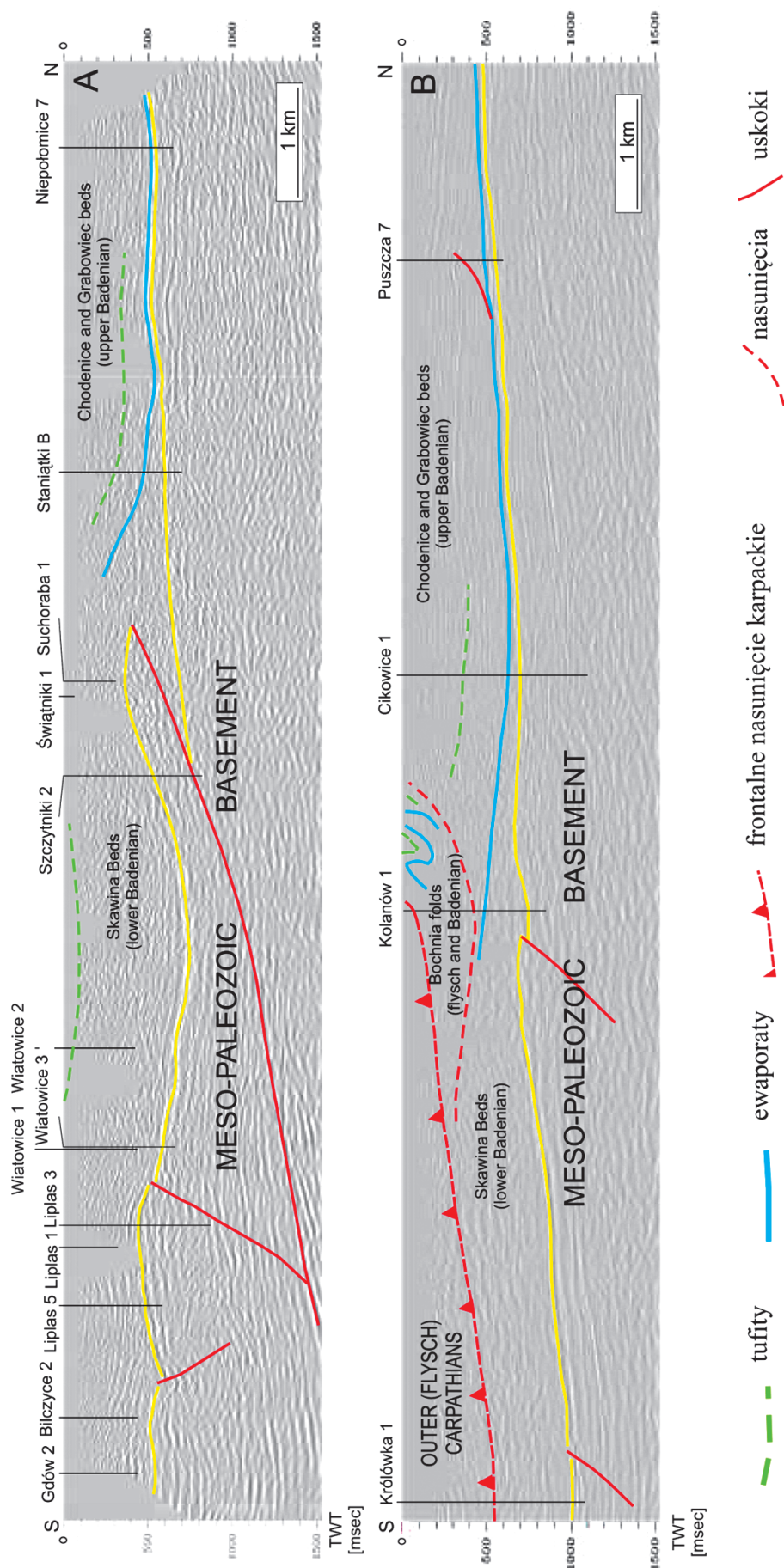


Fig. 2.10. Przekroje sejsmiczne 1 i 2 przez „zatokę” gdowską według Bukowskiego i in. (2010), lokalizacja na fig. 2.9

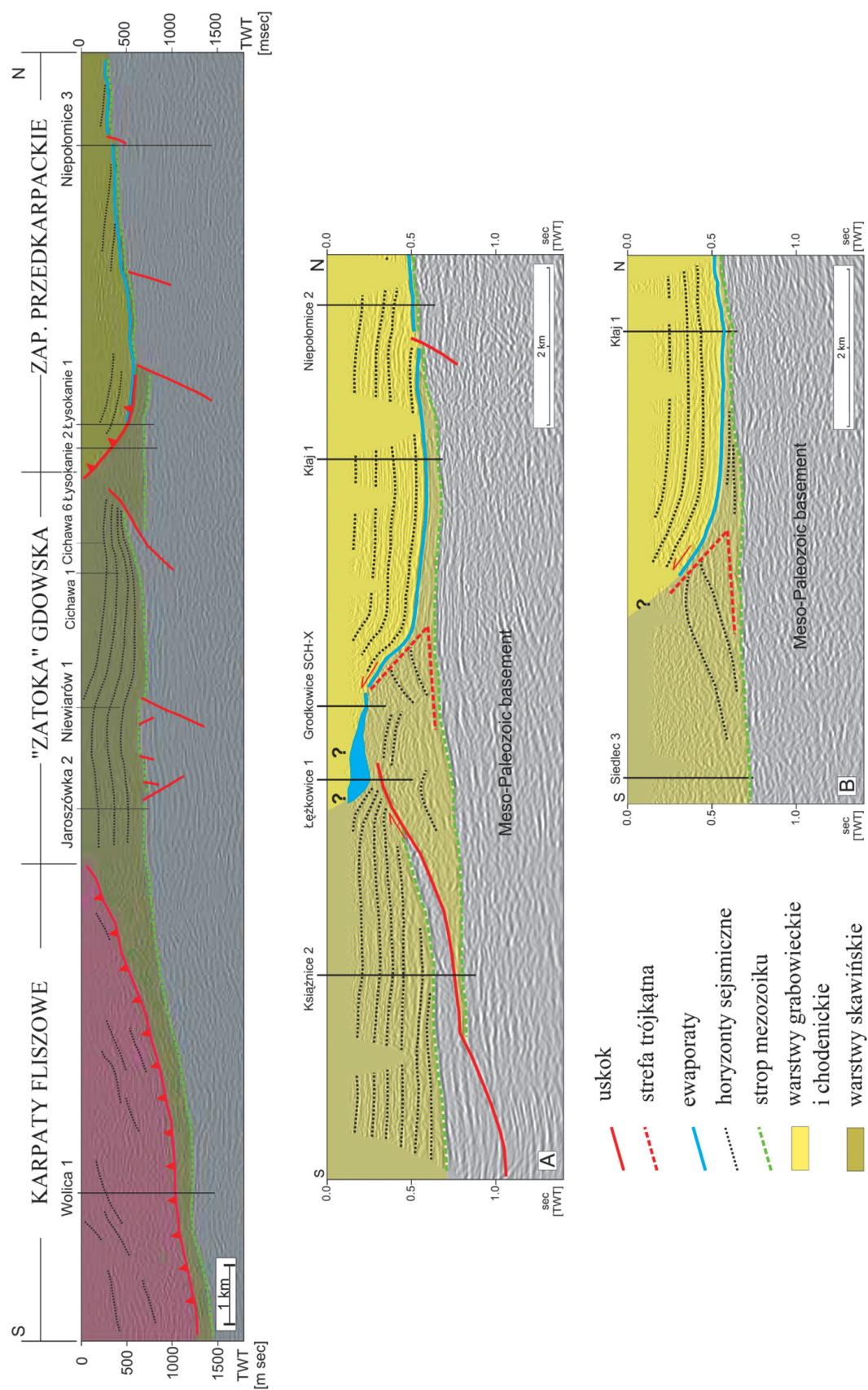


Fig. 2.11. Przekroje sejsmiczne 3, A i B przez „zatokę” gdowską według Krzywca i in. (2012), lokalizacja na fig. 2.9

2.2.11. UTWORY FLISZOWE PŁASZCZOWIN KARPACKICH

Rozprzestrzenienie i miąższość

Na obszarze przetargowym „Bochnia” występują utwory dwóch brzeżnych jednostek tektonicznych Karpat fliszowych: płaszczowin śląskiej i podśląskiej (Burtan i Wójcik, 2009; Kopciowski i in., 2009) (Fig. 2.1). Odstaniają się one na powierzchni w środkowej i południowo-zachodniej części obszaru (rejon Wieliczki), ustępując w części wschodniej utworom miocenu zapadliska przedkarpackiego tzw. „zatoki” gdowskiej. W podłożu płaszczowin występują sfałdowane osady miocenu jednostki zgłobickiej oraz miocen autochtoniczny. Poniżej przedstawiono listę utworów, które całkowicie przewierciły utwory fliszowe na obszarze przetargowym i w jego bliskim południowym sąsiedztwie (wraz z głębokością spągu fliszu):

Raciborsko 11: 480 m p.p.t.,
 Raciborsko 9: 595 m p.p.t.,
 Raciborsko 8: 445 m p.p.t.,
 Raciborsko 7: 582 m p.p.t.,
 Raciborsko 6: 850 m p.p.t.,
 Raciborsko 3: 475 m p.p.t.,
 Rzeszotary 2: 176 m p.p.t.,
 Dobczyce 7: 584 m p.p.t.,
 Dobczyce 6: 1407 m p.p.t.,
 Dobczyce 4: 1170 m p.p.t.,
 Dobczyce 2: 1062,5 m p.p.t.,
 Dobczyce 1: 1230 m p.p.t.

Budowę geologiczną Karpat fliszowych okolic Wieliczki i Bochni badali Bieda i in. (1963), Burtan (1964, 1984), Książkiewicz (1972), Burtan i in. (1981) i Żytko i in. (1989). Do opisu budowy geologicznej wykorzystano też objaśnienia do arkuszy Wieliczka i Bochnia Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000 (Burtan i Wójcik, 2009; Kopciowski i in., 2009), a także objaśnienia do Mapy Geologicznej Polski w skali 1:200 000 arkuszy Nowy Sącz (Burtan i in., 1981) i Bielsko-Biała (Golonka i in., 1979). Poniżej przedstawiono charakterystykę litologiczno-stratygraficzną w kolejnych jednostkach strukturalnych.

2.2.12. PŁASZCZOWINA PODŚLĄSKA

Jednostka podśląska ciągnie się wąskim pasem w południowo-zachodniej części obszaru przetargowego, tworząc dwie łuski tektoniczne. Na odcinku od Skawiny do Bochni charakterystyczny jest brak na powierzchni terenu utworów płaszczowiny skolskiej (Fig. 2.1). Poniżej został przedstawiony profil jednostki podśląskiej, poczynając od najstarszych utworów (według Burtan i Wójcika, 2009). Ze względu na silne zaangażowanie tektoniczne i lateralne rozczłonowanie sukcesji stratygraficznej, w większości przypadków trudno określić miąższość poszczególnych wydzielił litologicznych.

1. *Warstwy cieszyńskie/łupki cieszyńskie górne* (walanżyn-hoteryw) są zbudowane z czarnych łupków marglistych z syderytami i przeławieniami piaskowców. W okolicach Wieliczki łupki cieszyńskie górne tworzą soczewki w obrębie warstw grodziskich.

2. *Warstwy grodziskie* (hoteryw) są wykształcone w facji piaskowcowo-łupkowej. Piaskowce mają wapniste spoiwo, są grubo- i średnioławicowe, grubo- i drobnoziarniste. Zawierają niekiedy otoczaki węgla kamiennego i inne skały egzotyczne, nagromadzone w formie zlepieńców w spągowych partiach ławic. Ławice piaskowców przedzielają czarne łupki margliste. Miąższość warstw grodziskich wynosi 50–80 m.

3. *Warstwy wierzowskie* (hoteryw-alb) tworzą łupki ilaste

z syderytami i cienkoławicowe piaskowce. Tylko w spągowej części profilu łupki mają częściowo wapniste spoiwo, tutaj zaznacza się też większy udział piaskowców.

4. *Warstwy lgockie* (alb-cenoman) są wykształcone jako czarne łupki ilasto-krzemionkowe przeławiczone ciemnoszarymi i zielonkawymi łupkami ilastymi. Tylko podrzędnie występują cienkoławicowe piaskowce ilasto-krzemionkowe z glaukonitem. Łupki lgockie mają miąższość od 10 do 25 m i występują w postaci izolowanych płatów wzdłuż nasunięcia karpackiego.

5. *Warstwy gezowe* (alb-cenoman) są utworzone przez cienkoławicowe piaskowce i zlepieńce wapniste z wkładkami niebieskich rogowców/gez. Są one przeławiczone przez ciemnozielone łupki z sieczką roślinną i szczątkami ryb.

6. *Łupki pstre/łupki godulskie* (cenoman-mastrycht) są utworzone przez pakiet czerwonych i pstrych łupków ilastych o miąższości 10–80 m, które podścielają margle węglowieckie.

7. *Margle węglowieckie* (cenoman-mastrycht) są wykształcone jako zielonkawe i pstre margle i łupki margliste.

8. *Warstwy istebiańskie* (cenoman-paleocen) są to gruboławicowe piaskowce, zlepieńce i łupki piaszczyste z detrytusem roślinnym. W stropie warstw istebiańskich pojawiają się także zielone łupki ilasto-margliste. Na obszarze Pogórza Wielickiego opisane warstwy są wyróżniane niekiedy pod nazwą piaskowców tomaszowickich.

9. *Łupki istebiańskie górne* (paleocen) tworzą zielone łupki z wkładkami cienkoławicowych piaskowców glaukonitowych i syderytów. Osiągają one około 100 m miąższości.

10. *Piaskowce ciężkowickie* (eocen) są wykształcone jako gruboławicowe, zlepieńcowate piaskowce z wkładkami łupków pstrych i cienkoławicowych piaskowców.

11. *Łupki pstre* (eocen) są wykształcone jako czerwone, zielone i szare łupki ilaste przeławiczone cienkimi warstwami drobnoziarnistych piaskowców glaukonitowych. Występują też wkładki zielonych margli. Miąższość łupków pstrych wynosi maksymalnie 50 m.

12. *Margle i piaskowce glaukonitowe* (eocen) występują w spągu warstw menilitowych. Ich miąższość oraz pełniejsza charakterystyka petrograficzna nie są znane.

13. *Warstwy menilitowe* (oligocen) – ich profil rozpoczyna pakiet rogowców i margli, które podścielają czekoladowe łupki ilaste przeławiczone cienkimi warstwami piaskowców glaukonitowych i rogowców.

14. *Warstwy krośnieńskie* (oligocen) są wykształcone jako średnio- i cienkoławicowe piaskowce wapniste z muskowitem. W górę profilu miąższość ławic maleje a zwiększa się udział łupków. Miąższość warstw krośnieńskich na Pogórzu Wielickim przekracza 300 m.

2.2.13. PŁASZCZOWINA ŚLĄSKA

Profil jednostki śląskiej został zaprezentowany za Burtan i Wójcikiem (2009) poczynając od utworów najstarszych (Fig. 2.1).

1. *Łupki cieszyńskie górne* (berias-hoteryw) są wykształcone jako łupki margliste z wkładkami cienkoławicowych piaskowców wapnistych. Łupki odznaczają się stalowo-szarą, niekiedy czarną barwą. Zawierają cienkie wkładki poziomo i przekątnie laminowanych drobnoziarnistych piaskowców wapnistych. Miąższość kompleksu wynosi maksymalnie około 200 m.

2. *Warstwy grodziskie* (hoteryw-apt) są zdominowane przez cienko- i średnioławicowe, gruboziarniste, a niekiedy zlepieńcowate piaskowce wapniste z egzotykami skał kry-

stalicznych i węgla kamiennego. Warstwy te są przeławiczone przez ciemnoszare i czarne łupki margliste. Miąższość warstw grodzkich sięga 100 m.

3. *Warstwy gezwowe dolne* (hoteryw-alb) tworzą ciemne, drobno- i gruboziarniste piaskowce wapniste, przeławiczone zielonymi lub czarnymi łupkami. W ich stropie występują gezy. Warstwy te osiągają maksymalnie 50 m miąższości.

4. *Warstwy wierzowskie* (hoteryw-alb) są wykształcone jako czarne łupki ilaste z muskowitem. Tylko w spągowej części profilu mają one wapnisty charakter. Rzadko występują cienkie przeławiczenia piaskowców i kuliste syderyty.

5. *Warstwy gezwowe* (alb-cenoman) są wykształcone jako gezy/rogowce i spągiolity z wkładkami margli, piaskowców wapnistych i czarnych łupków marglistych.

6. *Warstwy lgockie dolne* (alb-cenoman) są to czarne łupki ilasto-krzemionkowe z wkładkami piaskowców i niebieskich rogowców w stropie.

7. *Warstwy lgockie górne/rogowce mikuszowickie* (alb-cenoman) tworzą stosunkowo miększy kompleks czarnych i zielonych łupków ilastych przeławiconych jaśniejszymi rogowcami i piaskowcami glaukonitowymi.

8. *Warstwy jaspisowe* (cenoman) występują w stropie rogowców mikuszowickich i są wykształcone jako czarne i zielone łupki i margle krzemionkowe z radiolarytami i spongiolitami oraz cienkimi przewarstwieniami piaskowców.

9. *Warstwy godulskie* (cenoman-mastrycht) są utworzone przez zielone, gruboławicowe, średnio- i drobnoziarniste piaskowce ilasto-wapniste z glaukonitem przeławicone zielonymi łupkami. Z rzadka pojawiają się piaskowce zlepieńcowate z toczakami egzotyków.

10. *Pstre łupki godulskie* (cenoman-mastrycht) składają się z czerwonych łupków ilastych, przeławiconych cienkimi warstewkami drobnoziarnistych piaskowców. Pakiet ten osiąga do kilkunastu metrów miąższości.

11. *Łupki istebniańskie dolne* (cenoman-paleocen) są wykształcone jako zielone i czarne łupki margliste przeławicone cienkimi warstwami drobnoziarnistych piaskowców wapnistych.

12. *Piaskowce istebniańskie dolne* (cenoman-paleocen) są wykształcone jako gruboławicowe i gruboziarniste piaskowce bezwapniste przeławicone cienkimi pakietami carynych łupków. W spągowych częściach ławic piaskowców występują soczewy zlepieńców z otoczkami kwarcytów i litytów oraz skał egzotykowych. Miąższość dolnych warstw istebniańskich sięga 300 m.

13. *Warstwy istebniańskie górne* (paleocen) – ich profil na Pogórzu Wielickim rozpoczyna kompleks ciemnych łupków z wkładkami cienkoławicowych piaskowców i margli fukoidowych. Ich miąższość wynosi do kilkudziesięciu metrów. Wyżej występują zielonawe gruboławicowe i gruboziarniste piaskowce o ilastym spoiwie i zlepieńce egzotykowe, przeławicone ciemnymi łupkami. Najwyższą część górnych warstw istebniańskich stanowią ponownie ciemne łupki ilaste z wkładkami piaskowców cienkoławicowych i syderytów. Miąższość warstw istebniańskich górnych na Pogórzu Wielickim sięga 300 m.

14. *Piaskowce ciężkowickie* (eocen) są wykształcone jako gruboławicowe i gruboziarniste piaskowce z soczewkami zlepieńców przeławicone pstryimi łupkami.

15. *Łupki pstre* (eocen) występują w stropie piaskowców ciężkowickich i zawierają niekiedy konkretne manganowe i margle płytowe.

16. *Warstwy hieroglifowe* (eocen) są wykształcone w postaci zielonkawych i szarych łupków i cienkoławicowych bezwapnistych piaskowców glaukonitowych. Ich miąższość wynosi około 100–120 m.

17. *Warstwy menilitowe* (oligocen) są wykształcone jako ciemne i czekoladowe łupki ilasto-piaszczyste, przeławiczone rogowcami i cienkoławicowymi piaskowcami. Ich miąższość waha się od kilku do 70 m.

18. *Warstwy krośnieńskie* (oligocen) występują jako nierozdzielony pakiet średnioławicowych, gruboziarnistych piaskowców przeławiconych łupkami marglistymi i muskowitowymi. Warstwy krośnieńskie osiągają na Pogórzu Wielickim do 300 m miąższości.

2.3. TEKTONIKA

W budowie tektonicznej obszaru przetargowego „Bochnia” biorą udział 3 podstawowe elementy strukturalne: prekambryjsko-paleozoiczno-mezozoiczne podłoże, miocen zapadliska przedkarpackiego oraz utwory fliszowe płaszczowin podśląskiej i śląskiej.

Prekambryjsko-paleozoiczno-mezozoiczne podłoże w zachodniej części Karpat ma budowę blokową. Na obszarze przetargowym i w jego bliskim sąsiedztwie podłoże tworzą trzy duże elementy tektoniczne:

- zrąb Rzeszotar,
- rów Liplas-Tarnawa,
- wypiętrzenie Bochni.

Zaznaczają się one wyraźnie na mapie strukturalnej stropu paleozoiku (Fig. 2.2, 2.12). Elementy te mają założenia staropaleozoiczne, jednak pozostawały aktywne najprawdopodobniej aż do końca mezozoiku. Szczególnie wyraźnie jest to widoczne, jeśli prześledzić rozprzestrzenienie utworów karbonu i permotriasu, których występowanie ogranicza się w zasadzie do rowu Liplasu-Tarnawy. Elementy blokowe podłoża są rozdzielone strefami dyslokacyjnymi o przebiegu NW-SE. Najważniejsza z nich to około 500-metrowej szerokości dobrze zdefiniowana strefa uskokowa Kraków–Lubliniec, która rozdziela blok górnośląski od małopolskiego. Blokowa budowa starszego podłoża znajduje także swoje odzwierciedlenie w tektonice utworów jurajskich, które jako pierwsze tworzą ciągłą pokrywę na obszarze przetargowym. Utwory jury tworzą szereg kopulastych wyniesień rozbitych dyslokacjami na bloki Gdowa, Liplasu, Szczytnik, Łątki i Łapanowa, dobrze widocznych i wykartowanych sejsmicznie na powierzchni podmiocennej.

Drugim elementem, biorącym istotny udział w budowie tektonicznej obszaru przetargowego „Bochnia”, jest miocen zapadliska przedkarpackiego (Fig. 2.1, 2.9). Osady miocenu występują tutaj przed frontem orogenu karpackiego lub stały włączone w jego obręb tworząc zewnętrzną płaszczowinę zgłębicką (Oszczypko, 2006b). Zalegają także w pozycji autochtonicznej pod nasunięciem karpackim. W okolicy Wieliczki strefa sfałdowanego miocenu (wyróżniana tutaj niekiedy jako płaszczowina wielicka) osiąga około 3 km szerokości, z czego około 1 km przypada na sole kamienne, eksploatowane w złożu. Seria złożonośna jest tutaj podzielona na piętro górne – złożo bryłowe (bryły soli w obrębie zaburów i ilowców solnych) oraz piętro dolne – warstwy soli kamiennej przeławicone osadami płonnymi, które są ponasuwane na siebie w formie 3 łusek. W ich podłożu występują utwory miocenu autochtonicznego, w których seria ewaporatowa jest wykształcona w facji siarczanowej. W okolicach Bochni jednostka zgłębicka ma szerokość około 1–2 km i tworzy dwa obalone ku północy fałdy, nasunięte na utwory miocenu autochtonicznego. Fałd północny – bocheński zawiera sole kamienne, zaś w budowie fałdu południowego – Uzbroni biorą udział gipsy.

Między Wieliczką i Bochnią brzeg Karpat cofa się około 10 km na południe tworząc tzw. „zatokę” gdowską (Fig. 2.1,

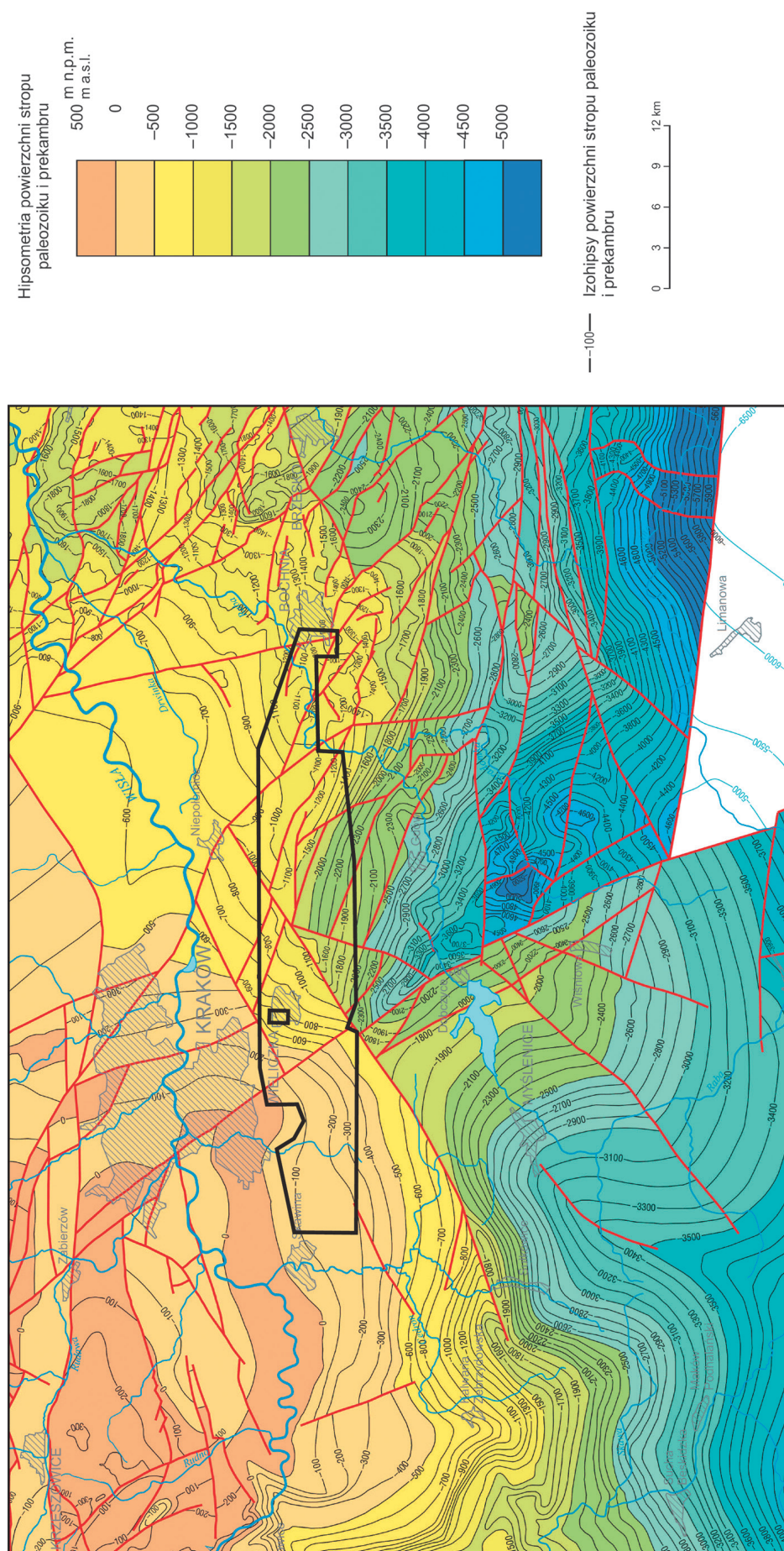


Fig. 2.12. Mapa strukturalna stropu paleozoiku (bez permu) i prekambriu na obszarze przetargowym „Bochnia” (Bula i Habryn, 2008)

2.9). Utwory miocenu zapadliska są tutaj reprezentowane przez warstwy podewaporatowe – formację skawińską, a ewaporaty występują jedynie lokalnie w postaci niewielkich płatów w okolicy Bodzanowa i Kawek. W obrębie „zatoki” gdwoskiej formacja skawińska jest słabo zdeformowana. W świetle interpretacji Bukowskiego i in. (2010) i Krzywca i in. (2012) utwory miocenu zatoki gdwoskiej oraz fragment ich jurajskiego podłoża zostały odkłute i nasunięte w kierunku północnym wzdłuż łagodnego uskoku odwróconego (miocen gdwoski ma zatem charakter paraautochtoniczny) (Fig. 2.10, 2.11). Od strony północnej, na formację skawińską „zatoki” gdwoskiej zostały wstecznie nasunięte warstwy ewaporatowe wraz z przykrywającymi je utworami warstw grabowieckich i chodenickich.

Płaszczowina podśląska na obszarze przetargowym nie stanowi jednolitej i zwartej jednostki, lecz jest zachowana fragmentarycznie wzdłuż brzegu Karpat (Fig. 2.1). Płaszczowina ta jest zbudowana z kilku cienkich i wąskich łusek, których przebieg jest zgodny z nasunięciem Karpat. Płaszczowina śląska dzieli się z kolei na jednostki północną i południową (Fig. 2.1). Pierwsza jest utworzona z szeregu wąskich łusek zbudowanych głównie z utworów dolnej kredy, a stylem tektonicznym przypomina jednostkę podśląską. Jednostka południowa jest bardziej jednolita i charakteryzuje się pełnym następstwem stratygraficznym.

2.4. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Rozwój budowy geologicznej podłoża Karpat między Suchą Beskidzką i Krakowem został szeroko podsumowany w pracy Buły i Habryna (2010). Informacje na temat rozwoju permsko-mezozoicznej pokrywy tego regionu można z kolei znaleźć w pracy Moryca (2006b). Ewolucja zapadliska przedkarpacciego jest z kolei szeroko podsumowana przez Moryca (2005) i Oszczypkę (2006a), a ewolucję basenów fliszowych Karpat dogłębnie przedstawili Oszczypko (2006b) oraz Burtan i Wójcik (2009).

Strefa uskoku Kraków–Lubliniec rozdziela podłoże obszaru przetargowego „Bochni” na bloki górnośląski i małopolski, które w prekambry i starszym paleozoiku funkcjonowały jako dwa odrębne i niezależne płyty skorupy kontynentalnej (Buła, 2000; Buła i Żaba, 2005; Buła i Habryn, 2010). Aż do schyłku syluru odznaczają się przez to odrębnym rozwojem tektoniczno-sedymentacyjnym.

Archaiczno-wczesnoproterozoiczny fundament bloku górnośląskiego został uformowany w wyniku różnocoasowej akrecji niewielkich, gondwańskich fragmentów skorupy, skonsolidowanych podczas orogenezy kadomskiej w późnym ediakarze. Następnie, przed uformowaniem się kambryjskiego basenu sedymentacyjnego, doszło do peneplenizacji bloku górnośląskiego, a produktem jego erozji są lokalnie występujące polimiktyczne zlepieńce formacji z Potrójnej, wypełniające niewielkie depresje na późnoediakarskiej powierzchni erozyjnej. W wyniku transgresji morskiej we wczesnym kambryjskim oceanie, a z drugiej – synsedymentacyjnych ruchów tektonicznych. Najlepszym ich odzwierciedleniem są znaczne różnice miąższości piaskowców skolitusowych z Mogilan. Obecnie trudno rozstrzygnąć, czy brak osadów ordowiku i syluru na bloku górnośląskim jest efektem ich niedepozycji, czy też rezultatem kaledońskiej erozji. Na korzyść tej drugiej interpretacji świadczą zachowane płyty skał tego wieku spotykane w północnej jego części. Regułą jest jednak bez-

pośrednie zaleganie dewonu nad kambrem z dyskordancją kątową, wynoszącą maksymalnie do 20°.

Dla kontrastu podłoże prekambryjskie na bloku małopolskim tworzą słabo zmetamorfizowane, choć silnie stektonizowane skały klastyczne ediakaru. Podłoża krystalicznego należy spodziewać się tutaj na głębokościach poniżej 10 km, przy czym postulowana jest bałtycka proveniencja bloku małopolskiego (Żelaźniewicz i in., 2009). Od kambru aż po późny sylur południowo-zachodnia część bloku małopolskiego była wynurzona, a profil rozpoczynają tutaj dopiero zlepieńcowo-piaszczysto-mułowcowe osady górnosylurskiej formacji z Łapczycy. Ordowik i sylur można spotkać dopiero we wschodniej części bloku – w okolicach Hermanowej. Takie rozprzestrzenienie osadów staropaleozoicznych na bloku małopolskim, ograniczone tylko do obniżień i rowów tektonicznych, jest zapewne efektem ruchów kaledońskich o charakterze blokowym i późniejszej postorogenicznej erozji (Buła i Habryn, 2010).

Wspólną historię geologiczną bloki górnośląski i małopolski rozpoczynają w młodszym paleozoiku, o czym świadczą podobieństwo facjalne i przekraczające zasięgi osadów dewonu i karbonu po obu stronach strefy uskoku Kraków–Lubliniec. Na bloku górnośląskim utwory dolnego dewonu mają charakter ładowy i dokumentują pierwszy etap wypełniania basenu morawsko-śląskiego. W miarę postępu dewońskiej transgresji, wschodnia część tego basenu została zdominowana przez płytkomorską sedymentację węglanową. Na środkowodewońskiej-dolnokarbońskiej sukcesji wapienno-dolomitowej, z lekkim diachronizmem, spoczywają dolnokarbońskie utwory klastyczne o charakterze synorogenicznego fliszu (facja kulmu). Są one pierwszym symptodem regresji w basenie morawsko-śląskim, która w konsekwencji doprowadziła do powstania serii paraliczno-limnicznych późnego karbonu, z coraz bardziej efektywną fitogeniczną sedymentacją węglonośną przyszłego GZW. Liczne luki stratygraficzne (np. całkowity brak utworów górnośląskiej serii piaskowcowej namuru B i C na obszarze przetargowym) i wielka zmienność litofacjalna serii produktywnych, udokumentowały powolną tektoniczną inwersję basenu. Podobny rozwój tektoniczno-sedymentacyjny obserwowany jest na bloku małopolskim, przy czym sedymentacja osadów waryscyjskiego cyklu tektonicznego zakończyła się tutaj w namurze A. Trudno określić, czy brak młodszych utworów karbońskich jest tutaj efektem waryscyjskiej erozji czy też braku depozycji.

Postwaryscyjski cykl diastroficzny rozpoczął się w późnym permie, kiedy obszar przetargowy sięgnął zalew morski cyklotemu Werra, przynosząc sedymentację klastyczno-ewaporatową. Sedymentacja ładowa przetrwała tutaj na pewno do początków triasu (Moryc, 2014), choć osady tego wieku zachowały się tylko płatowo. Znaczącą rolę w ukształtowaniu powierzchni podjurajskiej odegrały ruchy starokimeryjskie i późniejsza erozja, która trwała miejscami aż do początku jury środkowej. Na odmłodzonej powierzchni, w której zaznaczały się jeszcze niezbyt głębokie obniżenia i rynny, wkroczyła transgresja środkowojurajska: zalew morski utworzył wówczas zatokę ograniczoną zrębem Rzeszotar na zachodzie i wyniesieniem Bochni na wschodzie. Utwory środkowej jury tworzyły się w strefie brzegu morskiego i miały transgresywny charakter, co wyraziło się przekraczającym następstwem coraz młodszych osadów doggeru i stopniowym zalewaniem zrębu Rzeszotar i wyniesienia Bochni. Dopiero we wczesnym oksfordzie wyniesienia te zostały całkowicie zalane, a cały obszar przykryty grubą serią utworów węglanowych. Następny zalew morski sięgnął obszaru przetargowego dopiero w późnej kredzie, przynosząc początkowo klastyczną, a później klastyczno-węglanową sedymentację osadów cenomanu i

turonu. Mają one jednak zasięg erozyjny, co wyraża się niezgodnym, przekraczającym następstwem morskich osadów młodszej kredy – margli senonu.

W neogenie obszar „Bochnia” został włączony w przedpole orogenu karpackiego, stanowiąc podłoże zapadliska przedgórskiego, uformowanego u czoła nasuwających się Karpat. W późnym miocenie, na utwory zapadliska przedkarpackiego zostały nasunięte płaszczowiny karpackie. Część osadów zapadliska została wówczas odkłuta od podłoża i nasunięta w postaci płaszczowiny zgłobickiej u czoła Karpat fliszowych, albo odkłuta wraz z podłożem i pasywnie pchnięta w kierunku północnym („zatoka” gdowska).

Ponieważ utwory fliszowe płaszczowin podśląskiej i śląskiej stanowią jedynie nieznaczny fragment obszaru przetargowego i nie posiadają większego znaczenia w systemie węglowodorowym, opis rozwoju basenów fliszowych został tutaj pominięty, a autor odsyła Czytelnika do stosownej literatury cytowanej na początku rozdziału.

2.5. HYDROGEOLOGIA

Obszar przetargowy „Bochnia” znajduje się w dorzeczu Wisły i jest odwadniany przez jej prawobrzeżne dopływy: Skawinkę, Rabę wraz ze Stradomką oraz inne drobne cieki (Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, 2010). Zgodnie z podziałem regionalnym zwykłych wód podziemnych wg jednostek hydrogeologicznych, obszar przetargowy „Bochnia” jest położony w prowincji wyżynnej, regionie karpackim XV i subregionie Karpat zewnętrznych XV2 (Paczyński, 2007). Zgodnie z podziałem wg jednostek Jednolitych Części Wód Podziemnych (JCWPd) obszar znajduje się w prowincji Wisły, regionie górnej Wisły i subregionie Karpat zewnętrznych (Paczyński, 2007). Według podziału na JCWPd (172 jednostki) teren pakietu przetargowego znajduje się na obszarze części 148, 160 i 161 (Nowicki, 2009) (Fig. 2.13).

Całość obszaru „Bochnia” została objęta pracami kartograficznymi w ramach realizacji następujących arkuszy Mapy hydrogeologicznej Polski (MhP) w skali 1:50 000: Niepołomice 0974 (Kowalski, 1997), Nowe Brzesko 0975 (Chowaniec i Witek, 1997a), Myślenice 0996 (Chowaniec i Witek, 1997b), Wieliczka 0997 (Chowaniec i Witek, 2000) i Bochnia 0998 (Chowaniec i Witek, 1997c). Na większości obszaru nie wyznaczono głównego użytkowego poziomu wodonośnego (GUPW), w rozumieniu metodyki przyjętej do opracowania MhP w skali 1:50 000. Oznacza to, że obszar bezwodny zajmuje znaczną (około 90%) centralną część omawianego obszaru przetargowego. Użytkowe poziomy wód podziemnych występują jedynie fragmentarycznie, w sposób nieciągły, na jego obrzeżach.

Na obszarze przetargowym „Bochnia” wydzielono następujące piętra wodonośne: piętro czwartorzędowe związane z aluwiami w dolinach Skawinki, Raby ze Stradomką i ich większych dopływów, piętro neogeńskie związane z piaskami bogucickimi oraz fliszowe piętro paleogeńsko-kredowe.

Czwartorzędowe piętro wodonośne budują aluwia zdeponowane w dolinach głównych rzek i ich większych dopływów, tj.: Skawinki – na zachodzie, oraz Raby ze Stradomką – na wschodzie. Warstwy wodonośne w utworach aluwialnych zalegają płytko pod powierzchnią terenu na głębokości do około 5 metrów i lokalnie są przykryte cienką warstwą glin. Warstwa wodonośna zbudowana jest z otczaków, żwirów oraz piasków i przeważnie osiąga miąższość od 1,5 do 7 metrów. Utwory zawodnione są miejscami podścielone warstwą glin, jednak często zalegają bezpośrednio na piaskowcach fliszowego piętra wodonośnego, co umożliwia kontakt hydraulicz-

ny pomiędzy piętrem czwartorzędowym i paleogeńsko-kredowym (fliszowym) (Małecka i in., 2007). Zwierciadło wody czwartorzędowego piętra wodonośnego jest przeważnie swobodne, lokalnie słabo napięte i zalega na głębokościach od 1 do 5 m p.p.t. Parametry hydrogeologiczne są silnie zróżnicowane, tj. wydajności z pojedynczych studni eksploatacyjnych wahają się od około 1 do 30 m³/h, a współczynnik filtracji warstwy wodonośnej od kilku do około 80 m/24 h (Chowaniec i Witek, 1997b; Chowaniec i Witek, 2000). Czwartorzędowe piętro wodonośne zasilane jest poprzez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych z powierzchni terenu oraz – w mniejszym stopniu – poprzez spływ wód ze zboczy morfologicznie wyżej położonych utworów fliszowych. Odpływ wód podziemnych w dolinach rzek odbywa się zgodnie z kierunkiem odpływu wód powierzchniowych. Korzystne warunki infiltracji opadów atmosferycznych sprawiają, że wody piętra czwartorzędowego należą do wód słodkich o średniej mineralizacji ogólnej 150–400 mg/l i reprezentują zazwyczaj chemiczny typ wody HCO₃ – Ca, a rzadziej HCO₃ – Ca – Mg (Małecka i in., 2007). Lokalnie, ze względu na lekko podwyższone zawartości żelaza i manganu wymagają one prostego uzdatniania. Jakość wód jest nietrwała, ze względu na słabą izolację utworów zawodnionych od powierzchni terenu.

Paleogeńskie i paleogeńsko-kredowe piętro wodonośne występuje w utworach fliszu karpackiego. Pod względem hydrogeologicznym piętro jest rozpoznane nierównomiernie i w stosunkowo słabym stopniu. Utwory fliszowe odsłaniają się na powierzchni terenu lub występują pod nakładem warstwy zwietrzliny i gleby o małej miąższości. Decydującą rolę w krążeniu wód podziemnych w górotworze i jego zawodnieniu odgrywa szczelinowość. W seriach piaskowcowych układ szczelin jest regularny – prostopadły i/lub równoległy do uławicenia (Małecka i in., 2007). Strefa aktywnej wymiany wód sięga do głębokości około 60 do 100 m p.p.t., poszczególne zbiorniki wód podziemnych nie są w pełni izolowane od siebie, a system spękań umożliwia istnienie pomiędzy nimi kontaktu hydraulicznego. Lokalnie, poprzez okna hydrogeologiczne fliszowe, piętro wodonośne łączy się z piętrem czwartorzędowym (Małecka i in., 2007). Główną warstwę wodonośną stanowią kompleksy gruboławicowych piaskowców gruboziarnistych, zawierających wkładki łupków ilasto - marglistych. Jej średnia miąższość szacowana jest na około 15 metrów, lokalnie więcej, średnie współczynniki filtracji na około 1–2 m/24 h (Chowaniec i Witek, 1997b; Chowaniec i Witek, 1997c). Zwierciadło wód podziemnych ma najczęściej charakter słabonaporowy. Piętro wodonośne zasilane jest na drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych na wychodniach spękanych utworów fliszu lub poprzez pokrywę zwietrzelinową. Spływ wód podziemnych w utworach fliszowych jest zgodny z morfologią terenu, a więc ku dolinom Skawinki, Wisły, Raby ze Stradomką oraz ich dopływów. Paleogeńsko-kredowe i paleogeńskie piętro wodonośne drenowane jest przez liczne źródła, których wydajność jest bardzo zróżnicowana. Zwykle wody podziemne występujące w utworach fliszowych należą głównie do wód średniotwardych o wartościach mineralizacji ogólnej w granicach około 200–500 mg/l. Poza prostymi wodami dwujonowymi typu HCO₃ – Ca występują tu także wody typu HCO₃ – Ca – Na, HCO₃ – Ca – Mg – Na, jak również HCO₃ – SO₄ – Cl – Ca – Mg. Stężenia chlorów zwykle nie przekraczają 40 mg/l, a żelaza od 0,15 do 1,5 mg/l (Małecka i in., 2007). Ze względu na słabą izolację utworów zawodnionych od powierzchni terenu jakość wód podziemnych jest nietrwała i lokalnie stwierdza się występowanie zanieczyszczeń głównie pochodzenia komunalnego. Na terenie Karpat fliszowych, zarówno w profilu pionowym utworów, jak i na powierzchni terenu powszech-

nie notowane jest współwystępowanie wód mineralnych i zwykłych. Jest to obszar podatny na ascenzję wód zasolonych i swoistych z głębszych partii górotworu (Małecka i in., 2007; Chowaniec i in., 2007). Wystąpienia wód mineralnych i swoistych są stosunkowo liczne na obszarze przetargowym Bochnia – zanotowano je w kilkunastu studniach wierconych (Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, 2016).

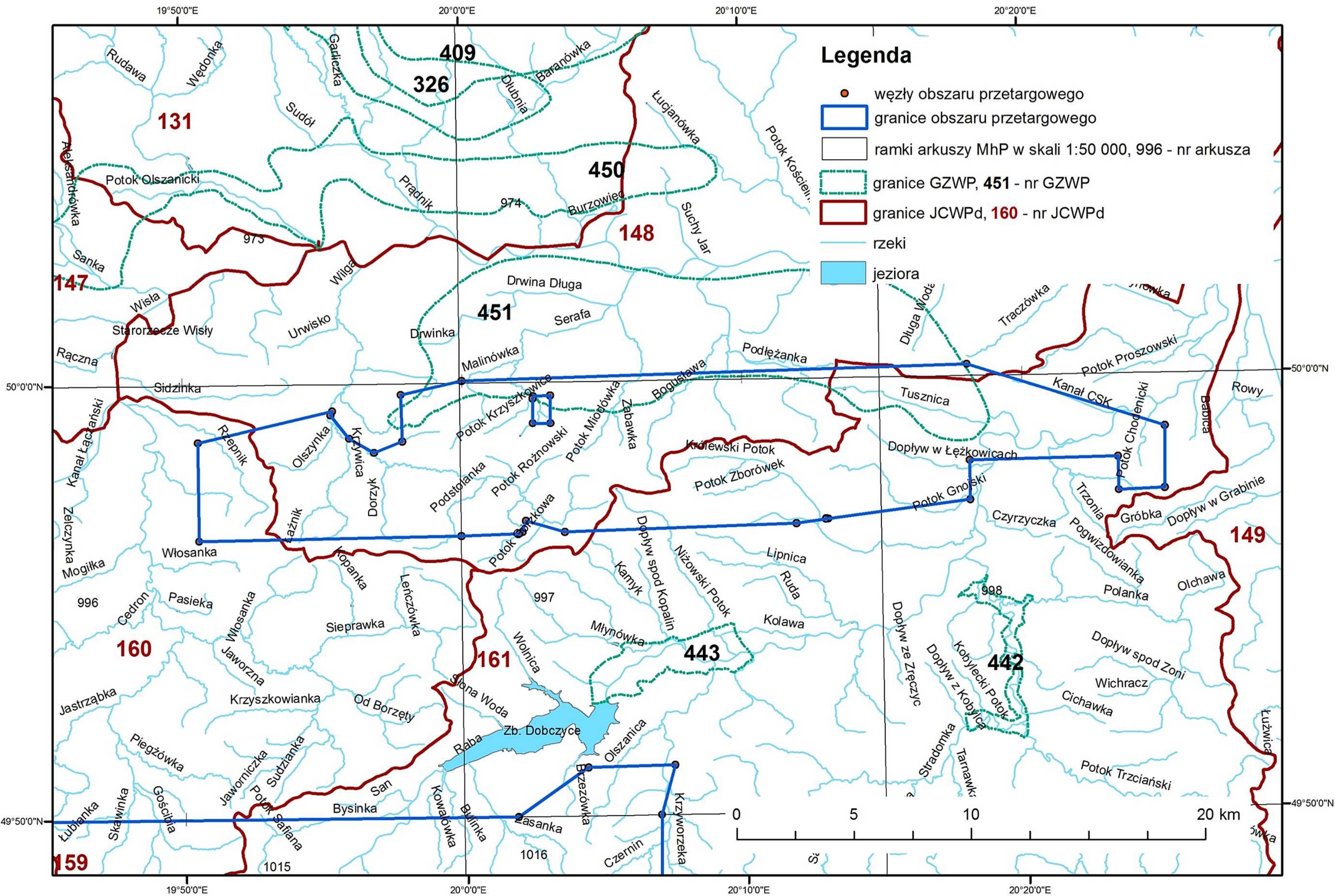
W północnej części obszaru przetargowego Bochnia zostało wyróżnione jeszcze neogeńskie piętro wodonośne w piaskach bogucickich. Miąższość warstwy wodonośnej wynosi tutaj około 20 metrów, a współczynnik filtracji około 1,7 m/24 h (Chowaniec i Witek, 2000). Ze względu na słabe rozpoznanie hydrogeologiczne tej struktury w granicach

opisywanego obszaru przetargowego dane te mają jedynie charakter szacunkowy.

W granicach obszaru przetargowego „Bochni” – w jego północnej części – występuje niewielki południowy peryferyczny fragment głównego zbiornika wód podziemnych tj. GZWP nr 451 subzbiornik Bogucice (Kleczkowski, 1990; Skrzypczyk, 2004). Został on wyznaczony w celu ochrony zasobów zwykłych wód podziemnych występujących w utworach neogenu (Górka i in., 2011). Podstawowe wiadomości dotyczące występowania zwykłych wód podziemnych w obrębie ww. GZWP zostały podane w Tab. 2.1. Zasoby dyspozycyjne zwykłych wód podziemnych na terenie „Bochni” nie zostały udokumentowane.

Numer zbiornika	Nazwa zbiornika	Wiek utworów	Typ ośrodka wodonośnego	Szacunkowe zasoby dyspozycyjne [tys. m ³ /24 h]	Średnia głębokość zwierciadła wód podziemnych [m p.p.t.]
451/udokum.	Subzbiornik Bogucice	Ng	porowy	40	60–200

Tab. 2.1. Podstawowa charakterystyka hydrogeologiczna głównych zbiorników wód podziemnych GZWP (Kleczkowski, 1990; Skrzypczyk, 2004). Udokum. – zasoby udokumentowane, Ng – neogen



3. SYSTEM NAFTOWY

3.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA NAFTOWA OBSZARU PRZETARGOWEGO

System naftowy obejmuje zespół procesów i składników geologicznych i fizyko-chemicznych, koniecznych do generowania, migracji i akumulacji węglowodorów. Podstawowymi elementami systemu naftowego są skały macierzyste, drogi migracji węglowodorów, skały zbiornikowe, pułapki, skały uszczelniające oraz skały nadkładu, pod którymi wszystkie te elementy zostały pogrzebane (Górecki i Zawisza, 2011).

Budowa geologiczna obszaru przetargowego „Bochnia” oraz parametry węglowodorowe w poszczególnych piętrach strukturalnych pozwalają rozróżnić 3 odrębne systemy naftowe. Są to:

- system naftowy paleozoiczno-mezozoicznego podłoża;
- system naftowy miocenu autochtonicznego zapadliska przedkarpackiego;

- system naftowy rozwinięty w płaszczowinach Karpat.

Systemy te są rozdzielone powierzchnią nasunięcia karpackiego oraz podmiocęńską powierzchnią niezgodności. Powierzchnie te nie izolują ich całkowicie względem siebie przez co węglowodory z różnych systemów naftowych mogą mieszać się ze sobą (Fig. 3.6).

W paleozoiczno-mezozoicznym systemie naftowym, najlepsze właściwości pod względem macierzystości posiadają skały środkowej jury, zaś najlepsze własności kolektorskie mają skały węglanowe górnej jury i skały klastyczne górnej kredy. System uszczelniają i nadkładają skały miocenu zapadliska przedkarpackiego i miejscami, w południowej części obszaru – flisz karpacki. W bliskim sąsiedztwie obszaru przetargowego w paleozoiczno-mezozoicznym systemie naftowym są udokumentowane złoża Łapanów (węglany górnej jury), Łątki (węglany górnej jury i piaskowce cenomanu) i Raciborsko (węglany górnej jury i piaskowce górnej kredy).

System naftowy miocenu zapadliska przedkarpackiego zawiera gaz generowany na drodze procesów biogenicznych. Architektura osadów miocenu sprzyja występowaniu wielowarstwowych złóż gazu w bliskim sąsiedztwie obszaru przetargowego, np. Łątki i Grabina-Nieznanowice. W sukcesji pojawiają się naprzemiennie horyzonty drobnoklastycznych skał wzbogaconych w materię organiczną (pełnią one zarówno rolę skał macierzystych jak i uszczelniających) i warstwy mułowców i piaskowców w roli kolektorów.

Najlepszymi skałami macierzystymi w karpackim systemie naftowym są łupki dolnokredowe i oligoceńskie łupki menilitowe, podczas gdy skałami o najlepszych właściwościach kolektorskich są dolnokredowe piaskowce grodzkie oraz piaskowce warstw wierzowskich i Igockich. Niestety, ich własności kolektorskie zostały sprawdzone jak dotąd tylko w jednym otworze w obrębie płaszczowiny podśląskiej.

Szczegółowa charakterystyka skał macierzystych i zbiornikowych została przedstawiona w rozdziałach 3.2 i 3.3. Znajdują się tam dane dotyczące ich rozprzestrzenienia geograficznego, miąższości i parametrów geochemicznych.

3.2. SKAŁY MACIERZYSTE

JURA ŚRODKOWA

Litologia: łowce, mułowce, piaskowce, wapienie
Miąższość: 0–110 m.
Głębokość zalegania:

Dobczyce 8: 2260–2302 m p.p.t.,
Dobczyce 4: 2041–2146 m p.p.t.,
Dobczyce 3: 1665–1735 m p.p.t.,
Raciborsko 1: 1684–1739 m p.p.t.,
Jawczyce 1: 1195–1227,5 m p.p.t.,
Szczytniki 2: 1140–1156,5; 1129 – 1202 m p.p.t.,
Świątniki 2: 1007–1020 m p.p.t.,
Siercza 1: 844–887,5 m p.p.t.,
Zabłocie 1: 1278–1388 m p.p.t.,
Cikowice 1: 1270–1276 m p.p.t.,
Grabie 2: 937–951 m p.p.t.,
Wyciąże 1: 769–798 m p.p.t.

Kosakowski i in. (2012) przeanalizowali potencjał węglowodorowy utworów środkowej jury w rejonie między Rajbrotom i Tarnawą, a więc nieco na południowy-wschód od obszaru przetargowego. Wartość pomierzonych wówczas parametrów geochemicznych wynosi odpowiednio:

TOC = 0,00–14,9% (~0,2%) – 29 próbek z 4 otworów

S1+S2 = 0,4–53,4 mg HC/g skały (~22,8 mg HC/g skały)

– 15 próbek z 2 otworów

BR = 50–184 mg bit./g TOC (~117 mg bit./g TOC)

– 14 próbek z 2 otworów

HI = 121–507 mg HC/g TOC (~274 mg HC/g TOC)

– 15 próbek z 2 otworów

T_{max} = 410–430 °C (~423°C) – 15 próbek z 2 otworów

Typ kerogenu: III/II

W świetle badań Kosakowskiego i in. (2012) utwory środkowej jury zawierają zbyt mało materii organicznej by stanowić horyzont skał macierzystych o regionalnym znaczeniu. Wyjątek stanowi otwór Tarnawa 1, gdzie wartość TOC dochodzi do 14,9% a HI sięga 53,4 mg HC/g TOC, co pozwala zaklasyfikować tutaj środkową jurę jako doskonałą skałę macierzystą. W pozostałych otworach – Łapanów 1 oraz Rajbrot 1 i 2 – środkowa jura zawiera tylko znikome ilości materii organicznej. Generalnie skały tego wieku na obszarze Rajbrotu i Tarnawy są niedojrzałe lub osiągają wczesną fazę okna ropnego.

MIOCEN AUTOCHTONICZNY

Litologia: Mułowce i ilowce

Wiek: Baden dolny – sarmat dolny

Miąższość:

500–700 m warstw grabowieckich i chodenickich

20–60 m formacja z Wieliczki (warstwy ewaporatowe)

700–1000 m formacji skawińskiej w „zatoce” gdowskiej

280–580 m miocenu pod nasunięciem karpackim

Głębokość spągu:

Siercza 1: 705 m p.p.t.,

Zabłocie 1: 966 m p.p.t.,

Trąbki 1: 821,5 m p.p.t.,

Jawczyce 1: 892 m p.p.t.,

Zagórze 2: 680 m p.p.t.,

Szczytniki 2: 749 m p.p.t.,

Cichawa 8: 997 m p.p.t.,

Świątniki 2: 765 m p.p.t.,

Cikowice 1: 875 m p.p.t.,

Targowisko 2: 786 m p.p.t.,

Targowisko 1: 855 m p.p.t.,

Kłaj 2: 575 m p.p.t.,

Łysokanie 1: 905 m p.p.t.,

Staniątki B: 739,5 m p.p.t.,

Głębokość stropu miocenu pod nasunięciem karpackim:

Mogilany 1: 45 m p.p.t.,

Chorowice 54: 135,5 m p.p.t.,

Raciborsko 8: 445 m p.p.t.,
 Raciborsko 2: 295 m p.p.t.,
 Rzeszotary 2: 176 m p.p.t.,
 Dobczyce 2: 1062,5 m p.p.t.

System naftowy w utworach miocenu autochtonicznego został szczegółowo opracowany tylko we wschodniej części zapadliska przedkarpackiego, tj. na wschód od Tarnowa, gdzie, ze względu na występowanie licznych złóż gazu ziemnego, utwory górnego badenu i sarmatu były analizowane pod kątem ich potencjału generacyjnego i akumulacyjnego (Kotarba, 1992, 1998, 2011; Kotarba i Jawor, 1993; Kotarba i in., 1998, 2005, 2011a, 2011b; Karnkowski, 1999; Myśliwiec, 2004a, 2004b; Myśliwiec i in., 2006; Kotarba i Koltun, 2006; Kotarba i Peryt, 2011; Więclaw i in., 2011). Wydaje się, że dane te można przynajmniej częściowo przyjąć za wiarygodne na obszarze przetargowym dla warstw nadewaporatowych, a więc występujących na północ od czoła nasunięcia karpackich i frontu deformacji miocenu oraz obecnych prawdopodobnie w podłożu jednostek karpackich, nieobecnych natomiast w „zatoce” gdowskiej.

W warstwach nadewaporatowych miocenu zapadliska przedkarpackiego dominuje kerogen typu III (humusowego) z rzadką domieszką kerogenu algowego typu II. Zawartość węgla organicznego TOC waha się od 0,02 do 3,22%, przy wartości średniej 0,69%. Badania geochemiczne wykazały również podobne warunki depozycji substancji organicznej w całym profilu. Kotarba i Peryt (2011) oraz Kotarba i in. (2011a) podają wartość TOC od 0,02 do 1,48 (~0,75)% dla górnego badenu oraz od 0,02 do 3,22 (~0,69)% dla dolnego sarmatu. Poniżej podsumowano pozostałe dane geochemiczne według Kotarby i in. (2011a):

Zawartość macerałów grupy wityrynitowej = 70,9–84,0%
 HI = <200 mg HC/g TOC
 T_{max} = 395–435°C

Dane te wskazują, że materia organiczna w zapadlisku przedkarpackim jest niedojrzała do głębokości 3300–3500 m, a generacja metanu odbywała się głównie na drodze biochemicznej.

Warstwy podewaporatowe – formacja skawińska – tworzą profil miocenu w „zatoce” gdowskiej (Bukowski i in., 2010; Krzywiec i in., 2012) oraz przynajmniej częściowo pod nasunięciem Karpat (Moryc, 2005). Nie doczekały się jednak jak dotąd geochemicznej oceny macierzystości. W literaturze można znaleźć jedynie pewne sugestie co do potencjału węglowodorowego formacji skawińskiej. Według Kotarby i Pluty (2009), większa część gazu zakumulowanego w złożu Dębówiec-Simoradz została wygenerowana na drodze przemian diagenetycznych i wczesnej fazy przemian termogenicznych materii organicznej rozproszonej w obrębie formacji. Podobną genezę miał zapewne gaz ziemny zakumulowany w złożu Bochnia-Gdów.

FLISZ JEDNOSTEK PODŚLĄSKIEJ I ŚLĄSKIEJ

WARSTWY MENILITOWE

Litologia: łupki
 Wiek: Oligocen
 Miąższość: < 100 m



Fig. 3.1. Miąższość warstw menilitowych i ich odpowiedników litologicznych w zachodniej części Karpat fliszowych (Poprawa i in. 2010). Na czerwono zaznaczono obszary przetargowe „Bochnia” i „Sucha Beskidzka-Wiśniowa”

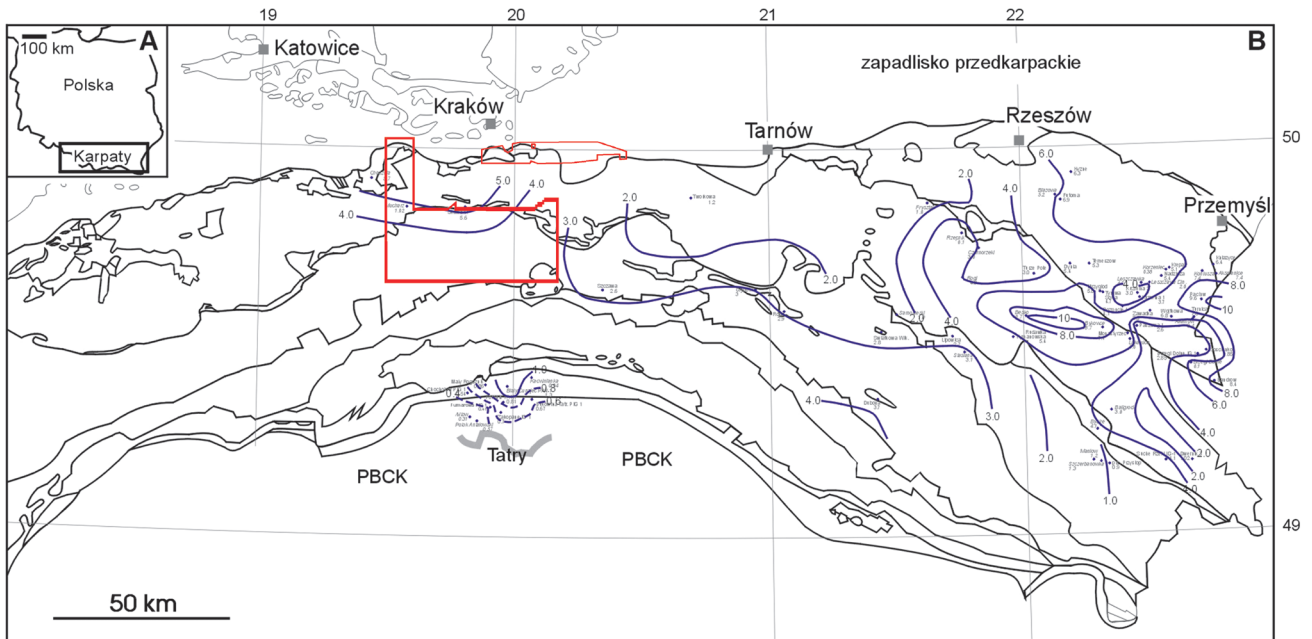


Fig. 3.2. TOC w warstwach menilitowych i ich odpowiednikach litologicznych w Karpatach fliszowych (Poprawa i in. 2010). Na czerwono zaznaczono obszary przetargowe „Bochnia” i „Sucha Beskidzka-Wiśniowa”

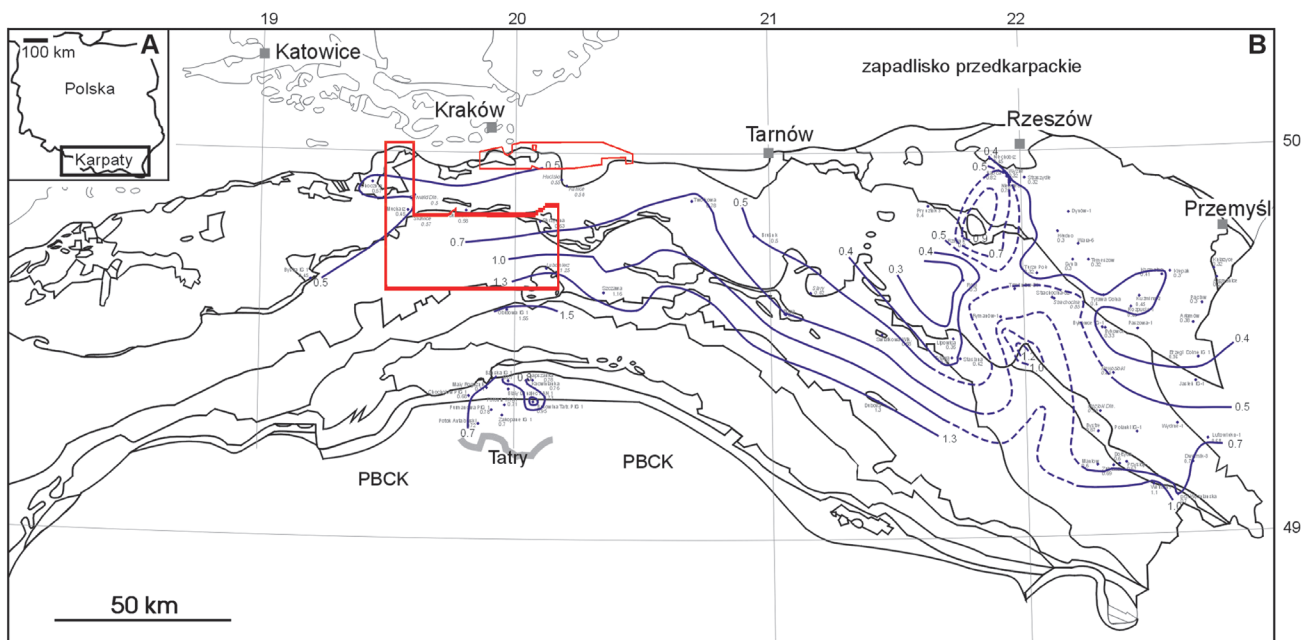


Fig. 3.3. Dojrzałość materii organicznej warstw menilitowych i ich odpowiedników litologicznych w zachodniej części Karpat fliszowych w skali refleksyjności wityritu (Poprawa i in. 2010). Na czerwono zaznaczono obszary przetargowe „Bochnia” i „Sucha Beskidzka-Wiśniowa”

W utworach fliszowych Karpat najważniejszą skałą macierzystą dla węglowodorów są oligoceńskie łupki menilitowe. Ich miąższość na obszarze przetargowym wynosi do 100 m (Fig. 3.1). Łupki menilitowe zawierają II typ kerogenu i cechują się również wysoką zawartością substancji organicznej (Matyasik, 2006; Kotarba i Koltun, 2006; Więclaw i in., 2009). Na obszarze przetargowym „Bochnia” wartość TOC w warstwach menilitowych wynosi średnio 2–6% (Fig. 3.2). Utwory te są jednak niedojrzałe ($R_o < 0,5\%$) (Fig. 3.3).

ŁUPKI WIERZOWSKIE, GRODZISKIE I LGOCKIE

Wiek: Dolna kreda

Miąższość: 100–250 m

Łupki dolnej kredy stanowią drugorzędną skałę macierzystą dla węglowodorów w Karpatach Zachodnich. Zawierają one II/III typ kerogenu, a średnia zawartość substancji organicznej w tych osadach wynosi maksymalnie około 2%. Dojrzałość termiczna osadów dolnej kredy na obszarze przetargowym wynosi poniżej 0,7% (Poprawa i in., 2010) (Fig. 3.4).

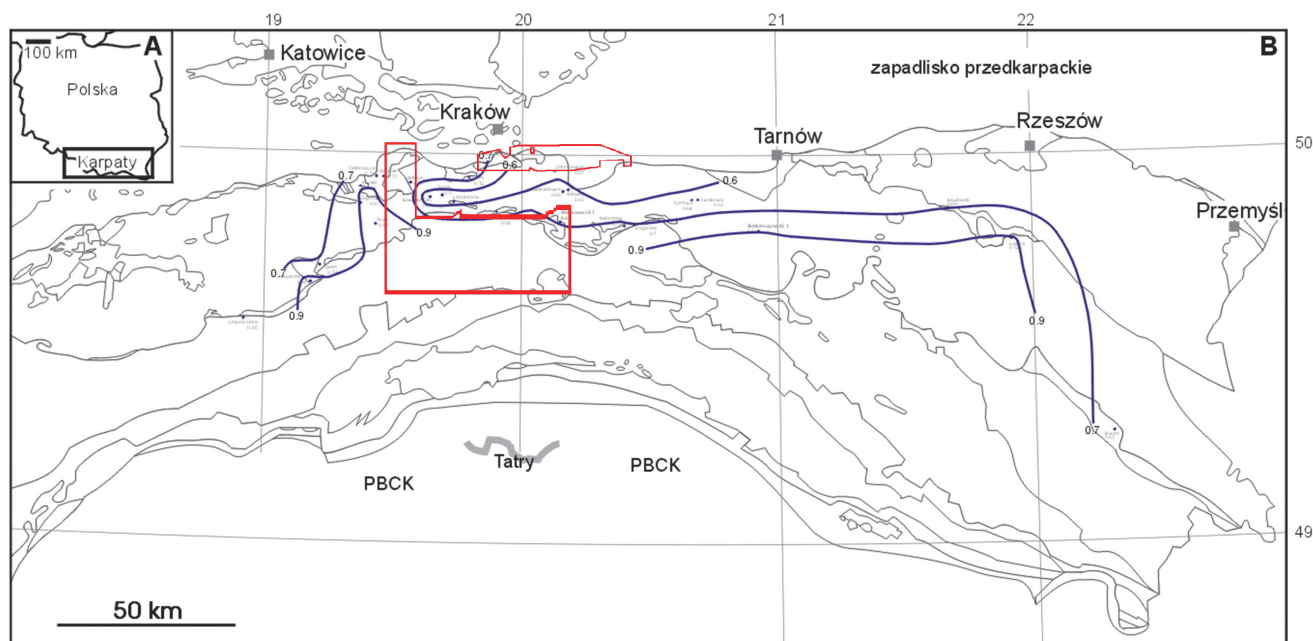


Fig. 3.4. Dojrzałość materii organicznej w skałach dolnej kredy Karpat fliszowych w skali refleksyjności wityrytu (Poprawa i in., 2010). Na czerwono zaznaczono obszary przetargowe „Bochnia” i „Sucha Beskidzka-Wiśniowa”

3.3. SKAŁY ZBIORNIKOWE

KAMBR

Litostratygrafia: Piaskowce formacji z Borzęty

Miąższość: 1388 m w otworze Mogilany 1

Głębokość zalegania:

Mogilany 1: 1112–2500 m p.p.t.

Porowatość piaskowców skolitowych formacji goczalkowickiej w otworze Mogilany 1 została zmierzona w 81 próbkach i wynosi 0,33–10,8%. Ich przepuszczalność wynosi od 0 do 6,7 mD (Pernal, 1969).

DEWON ŚRODKOWY I GÓRNY

Litologia: Wapienie i dolomity

Wiek: Eifel-famen

Miąższość: od 0 do 657 m w otworze Mogilany 1

Głębokość zalegania:

Mogilany 1: 455–1112 m p.p.t.,

Grabie 2: 1063–1202 m p.p.t.,

Łapczyca 2: 1474–1795 m p.p.t.,

Czyżyczka 1: 1670–1932 m p.p.t.,

Cikowice 1: 1276–1465,5 m p.p.t.,

Utwory węglanowe dewonu są skałami zbiornikowymi typu mikro- i makroszczelinowego oraz kawernowego. Porowatości tych utworów w otworze Mogilany 1 wynosi od 0,17 do 4,28% i została zbadana w 47 próbkach. Wyniki badań laboratoryjnych wskazują, że są to utwory w większości nieprzepuszczalne do słabo przepuszczalnych (max. 0,2 mD) (Pernal, 1969). Dwie próby złożowe wykonane w otworze Cikowice 1 przyniosły z utworów dewonu przypiływy solanki w ilości do 100 l/min.

PERMOTRIAS

Litologia: Piaskowce, mułowce i ilowce

Miąższość: 0–622 m w otworze Zabłocie 1

Głębokość zalegania:

Raciborsko 2: 797,5–812,5 m p.p.t.,

Siercza 1: 887,5–1100 m p.p.t.,

Jawczyce 1: 1227,5–1302 m p.p.t.,

Zabłocie 1: 1388–2010 m p.p.t.

Porowatość piaskowców permotriasu w otworze Raciborsko 2, zbadana w 11 próbkach, wynosi 0,37–4,32% (Jawor i Jawor, 1971a). Podobne wartości uzyskano z 8 próbek z otworu Zabłocie 1: 1,32–5,3% (Górka, 1970). W Świątnikach 2 porowatość permotriasu wynosi od 4,37–9,55% (3 próbki). W tym samym otworze uzyskano przypiływy solanki w wysokości 350 l/h (Jawor i Pieniążek, 1970).

JURA GÓRNA (MALM)

Litologia: Wapienie i margle

Miąższość: 112–385 m.

Głębokość stropu:

Mogilany 1: 330,5 m p.p.t.,

Zagórze 4: 542 m p.p.t.,

Kłaj 2: 621 m p.p.t.,

Raciborsko 2: 685 m p.p.t.,

Siercza 1: 705 m p.p.t.,

Zagórze 2: 705 m p.p.t.,

Kłaj 1: 744,8 m p.p.t.,

Świątniki 2: 765 m p.p.t.,

Przebieczany XXI: 767 m p.p.t.,

Staniątka B: 794 m p.p.t.,

Szczytniki 2: 803 m p.p.t.,

Targowisko 2: 804 m p.p.t.,

Trąbki 1: 840 m p.p.t. (),

Targowisko 1: 880 m p.p.t.,

Cikowice 1: 885 m p.p.t.,

Jawczyce 1: 892 m p.p.t.,

Łysokanie 1: 947 m p.p.t.,

Łysokanie 2: 960 m p.p.t.,

Cichawa 8: 997 m p.p.t.,

Zabłocie 1: 1046 m p.p.t.

Skały górnej jury stanowią, obok miocenu, najważniejszy potencjalny horyzont kolektorski dla gazu ziemnego. Poniżej zestawiono wartości porowatości, przepuszczalności i wyniki prób złożowych ze skał górnej jury z otworów wiertniczych zlokalizowanych w granicach obszaru przetargowego „Bochnia” (Tab. 3.1).

Dla porównania poniżej zestawiono wybrane parametry skał zbiornikowych górnej jury w złożach gazu ziemnego położonych w bliskim sąsiedztwie obszaru przetargowego (Tab. 3.2).

Kosakowski i in. (2012) zbadali własności zbiornikowe skał węglanowych górnej jury i dolnej kredy między Krakowem i Lubaczowem, w tym w otworach Rajbrot 1 i 2, Tarnawa 1 oraz Łąka 2 i 27. Według tych autorów, skały górnej jury są nieprzepuszczalne i niskiej porowatości, która wynosi co prawda od 0 do 18,3%, ale ponad połowa z 71 zbadanych próbek nie przekraczała wartości 2%. Duże wahania wykazywała również przepuszczalność: od 0 do 436 mD, przy średniej 0,001 mD z 61 próbek.

KREDA GÓRNA (CENOMAN I TURON)

Litologia: Piaskowce glaukonitowe, wapienie margliste i margle
Miąższość: 0–20 m

Głębokość występowania:

Łysokanie 2: 952–960 m p.p.t. (cenoman),
Szczytniki 2: 800,5–803 m p.p.t. (cenoman i turon),
Zagórze 1: 1079–1080 m p.p.t. (cenoman),
Świątniki 2: 1228–1235 m p.p.t. (turon),
1235–1247 m p.p.t. (cenoman).

Piaskowce glaukonitowe cenomanu posiadają najlepsze własności zbiornikowe i są najlepszym horyzontem produkującym spośród skał podłoża zapadliska przedkarpackiego, co potwierdza obecność stosunkowo dużych złóż, również w sąsiedztwie obszaru przetargowego: Łąka, Grobla i Pawłowice (Baran i in., 1997; Myśliwiec i in., 2006) (Tab. 3.3). Miąższość tych utworów na obszarze przetargowym nie jest niestety tak duża, jak w osiowej części basenu kredowego (Niecki Miechowski), gdzie dochodzi do 100 m.

KREDA GÓRNA (SENON)

Litologia: Wapienie margliste i margle

Miąższość: 0–80 m

Głębokość występowania:

Łysokanie 2: 900–952 m p.p.t. (turon i senon),
Szczytniki 2: 749–800,5 m p.p.t. (senon),
Zagórze 1: 1010–1079 m p.p.t. (turon i senon),
Kłaj 2: 575–621 m p.p.t. (turon i senon),
Targowisko 2: 786–804 m p.p.t. (turon i senon),
Targowisko 1: 855–880 m p.p.t. (turon i senon),
Zagórze 4: 515–542 m p.p.t. (senon),
Zabłocie 1: 966–1046 m p.p.t. (senon),
Cikowice 1: 875–885 m p.p.t. (senon),
Kolanów 1: 1059–1064 m p.p.t. (senon),
Kłaj 1: 842,2–850,7 m p.p.t. (senon).

Porowatość margli senonu została pomierzona w 8 próbkach w otworze Łysokanie 2, gdzie wynosi 0,87–2,39%. Utwory te zostały zaklasyfikowane jako nieprzepuszczalne (Jawor i Pieniążek, 1969).

Otwór wiertniczy	Próby złożowe	Porowatość [%]	Przepuszczalność [mD]
Mogilany 1		0,79–8,35 (10)	nieprzepuszczalne
Świątniki 2	Przyływ solanki	1,02–5,58 (8)	
Targowisko 2		0,71–3,53 (3)	
Targowisko 1		1,67–5,45 (8)	0–1,7 (5)
Trąbki 1		0,44–2,77 (4)	
Łysokanie 1		0,7–11,97 (4)	nieprzepuszczalne
Łysokanie 2	Przyływ solanki 40 l/h	0,42–7,59 (5)	nieprzepuszczalne
Cichawa 8		1,87 (1)	

Tab. 3.1. Własności zbiornikowe utworów jury górnej na obszarze przetargowym „Bochnia” na podstawie dokumentacji wynikowych otworów wiertniczych. W nawiasach podano ilość wykonanych oznaczeń laboratoryjnych)

Nazwa złoża	Głębokość położenia horyzontu złożowego [m p.p.t.]	Miąższość efektywna [m]	Porowatość [%]	Przepuszczalność [mD]
Łapanów	1791,5–1930	9–11,3	9–12	21,72–46,91
Łąka	~2290	~31,1	~4,87	~48,9

Tab. 3.2. Własności zbiornikowe skał górnej jury złóż położonych sąsiedztwie obszaru przetargowego „Bochnia” na podstawie dokumentacji złożowych

Nazwa złoża	Miąższość efektywna [m]	Porowatość [%]	Przepuszczalność [mD]
Łąka	~11,8	~13,28	~364,9
Grobla	15	33	2630
Pawłowice	<4	6–12	39,9

Tab. 3.3. Własności zbiornikowe piaskowców cenomanu w złożach położonych w sąsiedztwie obszaru przetargowego „Bochnia” (na podstawie dokumentacji złożowych oraz Myśliwiec i in., 2006)

MIOCEN AUTOCHTONICZNY

Litologia: Piaskowce, mułowce i ilowce

Wiek: Baden dolny – sarmat dolny

Miąższość:

500–700 m warstw grabowieckich i chodenickich

20–60 m formacja z Wieliczki (warstwy ewaporatowe)

700–1000 m formacji skawińskiej w „zatoce” gdowskiej

280–580 m miocenu pod nasunięciem karpackim

Głębokość spągu:

Siercza 1: 705 m p.p.t.,

Zabłocie 1: 966 m p.p.t.,

Trąbki 1: 821,5 m p.p.t.,

Jawczyce 1: 892 m p.p.t.,

Zagórze 2: 680 m p.p.t.,

Szczytniki 2: 749 m p.p.t.,

Cichawa 8: 997 m p.p.t.,

Świątniki 2: 765 m p.p.t.,

Cikowice 1: 875 m p.p.t.,

Targowisko 2: 786 m p.p.t.,

Targowisko 1: 855 m p.p.t.,

Kłaj 2: 575 m p.p.t.,

Łysokanie 1: 905 m p.p.t.,

Staniątki B: 739,5 m p.p.t.,

Głębokość stropu miocenu pod nasunięciem karpackim:

Mogilany 1: 45 m p.p.t.,

Chorowice 54: 135,5 m p.p.t.,

Raciborsko 8: 445 m p.p.t.,

Raciborsko 2: 295 m p.p.t.,

Rzeszotary 2: 176 m p.p.t.,

Dobczyce 2: 1062,5 m p.p.t.

Osady miocenu stanowią najważniejszy potencjalny horyzont kolektorski dla gazu ziemnego na obszarze przetargowym „Bochnia”. Poniżej zestawiono wartości porowatości, przepuszczalności i wyniki prób złożowych ze skał miocenu z otworów wiertniczych zlokalizowanych w granicach obszaru (Tab. 3.4).

Dla porównania poniżej zestawiono wybrane parametry skał zbiornikowych w utworach miocenu w złożach gazu ziemnego położonych w bliskim sąsiedztwie obszaru przetargowego (Tab. 3.5).

W wyraźnym kontraście z ww. danymi stoi ocena możliwości występowania złóż węglowodorów w utworach miocenu zapadliska zewnętrznego przygotowana przez Góreckiego i Zawiszę (2011). Na obszarze przetargowym „Bochni” obliczyli oni prawdopodobieństwo wystąpienia skał zbiornikowych o odpowiedniej przepuszczalności i odkrycia złóż węglowodorów na poniżej 25% (Fig. 3.5).

Otwór wiertniczy	Próby złożowe	Porowatość [%]	Przepuszczalność [mD]
Trąbki 1	Przypływ gazu 0,8 m³/h	6,9–19,11 (8)	0,6–12,31 (8)
Szczytniki 2	Przypływ solanki 170 l/h		
Cichawa 8	Przypływ wody złożowej z gazem 90–136 l/h, przypływ gazu 8,05 m³/min Vabs	7,95–15,85 (6)	
Świątniki 2	Przypływ solanki 400 l/h		
Targowisko 2	Przyp. wody złoż. i gazu 2,3 m³/h	8,28–17,22 (4)	
Targowisko 1	Przypływ solanki 320 l/h	2,94–12,23 (4)	0–406,5 (2)
Łysokanie 1		0,53–25,1 (7)	
Łysokanie 2	Przypływ solanki 900 l/h	0,44–29,47 (7)	
Mogilany 1		10,69–17,07 (7)	0–342 (7)
Raciborsko 8	Przypływ solanki do 1000 l/h	4,99–20,71 (4)	0–2247,2 (3)
Raciborsko 2	Przypływy solanki 108–456 l/h	0,82–1,88 (4)	

Tab. 3.4. Własności zbiornikowe utworów miocenu na obszarze przetargowym „Bochnia” na podstawie dokumentacji wyników otworów wiertniczych. W nawiasach podano ilość wykonanych oznaczeń laboratoryjnych)

Nazwa złoża	Głębokość położenia horyzontu złożowego [m p.p.t.]	Miąższość efektywna [m]	Porowatość [%]	Przepuszczalność [mD]
Łąka				
Horyzont I	1900	13,6	11,5	0–40
Horyzont II	2030–2220	10,5–13,8	9,9–12,5	0–40
Horyzont III	2260	13,7	11,2	0–40
Grabina-Nieznanowice				
Horyzont II	350–467,5	8,5	20	b.d.
Horyzont III	581–599	10	17	b.d.
Horyzont IV	645–655	2,2	17	b.d.
Horyzont V	741–756	2	16	b.d.
Grabina-Nieznanowice S	799–994	4,6–13,6	12,6–18	b.d.
Gierczyce-Siedlec				
Horyzont I	704–732	b.d.	19,7	357
Horyzont II	1126	b.d.	b.d.	b.d.

Tab. 3.5. Własności zbiornikowe horyzontów nasyconych gazem ziemnym w utworach miocenu zapadliska przedkarpackiego w złożach położonych w sąsiedztwie obszaru przetargowego „Bochnia” (na podstawie dokumentacji złożowych)

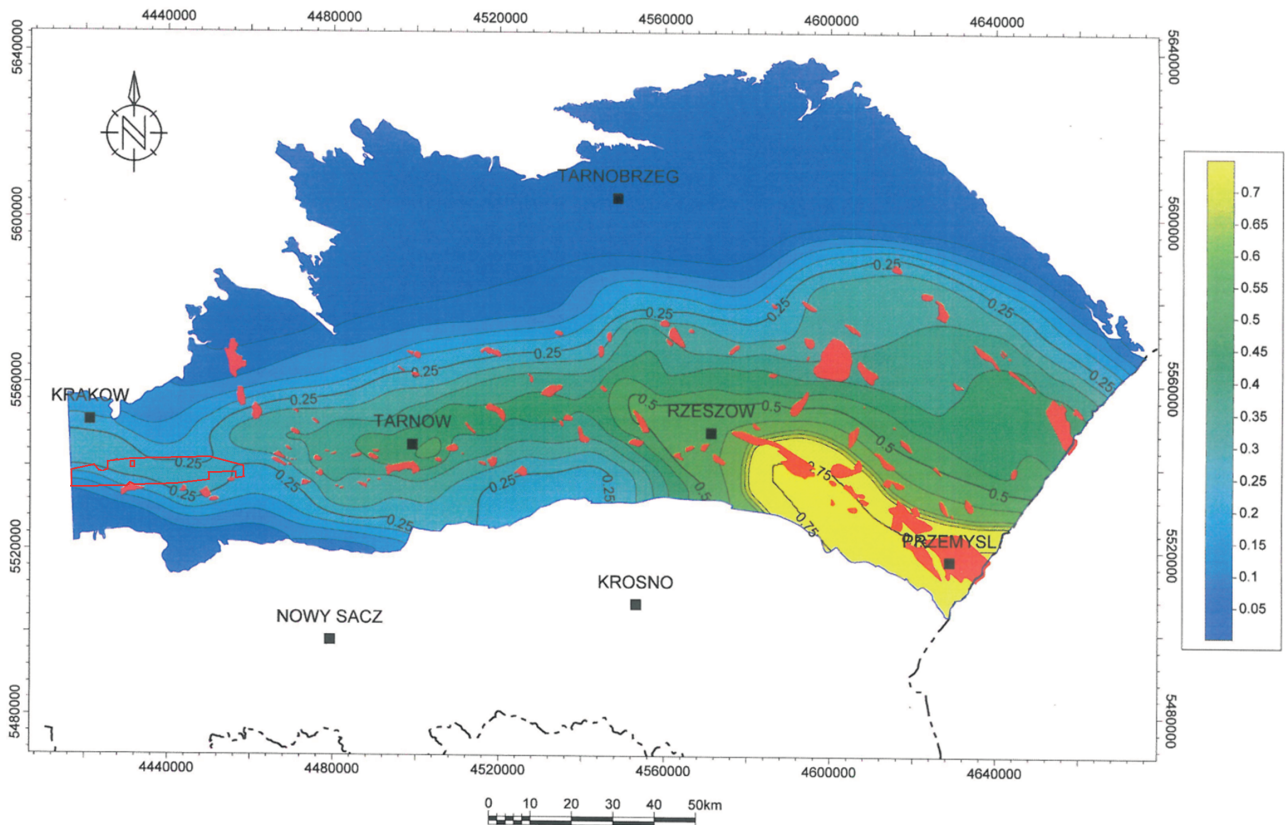


Fig. 3.5. Mapa prawdopodobieństwa odkrycia złóż gazu w utworach miocenu zapadliska przedkarpackiego przed czołem Karpat (Górecki i Zawisza, 2011). Na czerwono zaznaczono granicę obszaru przetargowego „Bochnia”

FLISZ PŁASZCZOWINY PODŚLĄSKIEJ I ŚLĄSKIEJ

Litologia: Piaskowce, mułowce i iłowce

Wiek: Kreda dolna – oligocen

Głębokość spągu:

Raciborsko 11: 480 m p.p.t.,
Raciborsko 9: 595 m p.p.t.,
Raciborsko 8: 445 m p.p.t.,
Raciborsko 7: 582 m p.p.t.,
Raciborsko 6: 850 m p.p.t.,
Raciborsko 3: 475 m p.p.t.,
Rzeszotary 2: 176 m p.p.t.,
Dobczyce 7: 584 m p.p.t.,
Dobczyce 6: 1407 m p.p.t.,
Dobczyce 4: 1170 m p.p.t.,
Dobczyce 2: 1062,5 m p.p.t.,
Dobczyce 1: 1230 m p.p.t.

Dobre właściwości kolektorskie stwierdzono w utworach fliszowych kredy dolnej płaszczowiny podśląskiej w otworze Raciborsko 2, w którym porowatość piaskowców zawiera się w przedziale 7,31–27,42% (8 próbek) przy przepuszczalności 32,2–311,5 mD (4 próbki) (Górka, 1971). Także Górecki i Zawisza (2011) zwracają uwagę na dobre własności kolektorskie warstw wierzowskich i lgockich płaszczowiny podśląskiej, przy czym przeanalizowali oni te utwory tylko na przykładzie złoża Węglówka. W świetle ich obserwacji, piaskowce dolnej części warstw lgockich odznaczają się porowatością 0,8–24% (średnio 15%) i przepuszczalnością 0–1021 mD (średnio 300–600 mD).

W jednostce śląskiej za perspektywiczne skały zbiornikowe należy uznać warstwy grodziskie, wierzowskie, lgockie, istebiańskie, piaskowce ciężkowickie i menilitowe oraz warstwy krośnieńskie. Były one przedmiotem licznych analiz, zwłaszcza we wschodniej części polskich Karpat (Dziedzic i in., 2006; Kotarba i Koltun, 2006; Matyasik, 2006; Matyasik i in., 2015). Jak dotąd brak danych na temat ich właściwości kolektorskich na obszarze przetargowym.

3.4. SKAŁY USZCZELNIAJĄCE I NADKŁADU

Najważniejsze horyzonty uszczelniające w poszczególnych systemach naftowych na obszarze przetargowym „Bochnia” tworzą:

- drobnoklastyczne utwory permotriasu i jury, które zamykają potencjalne pułapki rozwinięte w skałach kambriu i dewonu (+ nadkład kredy platformy europejskiej, miocenu zapadliska przedkarpackiego i fliszu karpackiego);
- drobnoklastyczne utwory miocenu autochtonicznego zapadliska przedkarpackiego, które uszczelniają system naftowy rozwinięty w skałach jury i kredy platformy europejskiej/monokliny śląsko-krakowskiej (+ nadkład skał fliszu karpackiego);
- drobnoklastyczne utwory miocenu zapadliska przedkarpackiego, które izolują horyzonty węglowodoronośne rozwinięte w obrębie równowiekowej sukcesji miocenijskiej (+ lokalnie nadkład skał fliszu karpackiego);
- drobnoklastyczne utwory fliszowe, które izolują horyzonty węglowodoronośne rozwinięte w płytszych partiach zapadliska przedkarpackiego.

3.5. SYSTEMY NAFTOWE: GENERACJA, MIGRACJA, AKUMULACJA I PUŁAPKI WĘGLOWODORÓW

Paleozoiczno-mezozoiczny system naftowy

Skały macierzyste: mułowce i iłowce środkowej jury oraz, hipotetycznie, skały drobnoklastyczne kulmu i serii produktywnej karbonu, które choć nie zachowały się na obszarze przetargowym, zanim zostały zerodowane mogły być źródłem węglowodorów. Nie można wykluczyć też migracji węglowodorów karbońskich z terenów przylegających do obszaru przetargowego.

Skały zbiornikowe: piaskowce kambru, wapienie i dolomity środkowego i górnego dewonu, piaskowce permotriasu, wapienie i dolomity górnej jury, piaskowce cenomanu.

Skały uszczelniające: permotrias i jura dla skał kambru i dewonu, senon i miocen zapadliska przedkarpackiego dla skał górnej jury i cenomanu.

Skały nadkładu: miocen autochtoniczny i lokalnie skały fliszu karpackiego płaszczowin śląskiej i podśląskiej.

Kształt i wielkość pułapek: pułapki w paleozoiczno-mezozoicznym podłożu mają charakter strukturalny i stratygraficzny. Pierwszy typ jest związany z wyniesionymi, spękanymi i skrasowiałymi blokami wapiennego (dewońskiego lub jurajsko-kredowego) podłoża. W przypadku utworów jury, mogą być one dodatkowo przykryte cienką warstwą piaskowców cenomanu. W złożach Łapanów i Łąka wielkość jurajskich bloków nie przekracza 5 km², przy czym powierzchnia złóż wynosi tutaj od 2 do 2,5 km². Podobne blokowe lub antyklinalne formy mogą być też utworzone przez porowate klastyczne osady permotriasu i kambru. Drugim typem pułapek, które potencjalnie mogą występować na obszarze przetargowym są pułapki stratygraficzne – z obocznego wyklinowania piaskowców cenomanu.

Wiek i mechanizm utworzenia pułapek: pułapki stratygraficzne z wyklinowania utworów cenomanu tworzyły się od turonu do miocenu, kiedy zerodowane w stropie piaskowce glaukonitowe zostały przykryte młodszymi osadami. Utwory przykrywające cenoman były jednak dwukrotnie erodowane – po turonie a przed koniakim oraz w paleogenie. Dopiero osady miocenu zapadliska przedkarpackiego utworzyły ciągłą ich pokrywę. Pułapki strukturalne powstały w wyniku ugięcia i blokowej dezintegracji platformy europejskiej na przedpolu Karpat w trakcie ruchów nasuwczych w środkowym i późnym miocenie.

Wiek i mechanizm generacji, ekspulsji, migracji i akumulacji węglowodorów: proces generowania i migracji węglowodorów z serii produktywnej karbonu oraz jego akumulacji w seriach gruboklastycznych i pokładach węgla został szczegółowo przeanalizowany przez Kotarbę i in., (2004a, b, c) oraz Kotarbę i Plutę (2009). Ten przypadek nie dotyczy obszaru „Bochni”. Potencjalnie jednak gazy wygenerowane z (obecnie zerodowanych) skał kulmu i karbonu produktywnego mogły przemigrować i zakumulować się w porowatych piaskowcach kambru i skrasowiałych węglach dewonu środkowego i górnego. Przykładem takiego nagromadzenia jest złożo Lachowice-Stryżawa. Proces mógł rozpocząć się jeszcze w karbonie na etapie powstawania gazu biogenicznego oraz termogenezy zachodzącej w głęboko pograżonych osadach produktywnych, musiał jednak zakończyć się zanim karbon na obszarze „Bochni” został zerodowany, a więc przed permem. Pozostaje oczywiście jeszcze możliwość migracji węglowodorów z obszarów sąsiednich, w których karbon się zachował – np. z rowu Liplas-Tarnawy.

Pułapki w obrębie skał jury i cenomanu zawierają z kolei gaz ziemny wygenerowany z warstw drobnoklastycznych

środkowej jury, wymieszany z gazem migrującym z warstw menilitowych i/lub utworów miocenu autochtonicznego. Taki przypadek występuje w złożu Łąka (Kotarba i Koltun, 2006) i prawdopodobnie w złożu Łapanów. Proces wypełniania pułapek rozpoczął się wraz z początkiem nasuwania płaszczowin fliszowych.

Miociński system naftowy

Skały macierzyste: skały drobnoklastyczne dolnego i górnego badenu i dolnego sarmatu.

Skały zbiornikowe: zlepieńce, piaskowce, piaski i mułowce dolnego i górnego badenu i dolnego sarmatu.

Skały uszczelniające: liczne poziomy iłowców w obrębie sukcesji miocenu, sukcesje fliszowe jednostek podśląskiej lub śląskiej.

Skały nadkładu utwory fliszowe jednostek podśląskiej i śląskiej.

Typ, wielkość i kształt pułapek: (i) antykliny kompakcyjne rozwinięte ponad wyniesieniami paleozoicznego i mezozoicznego podłoża – struktury oblekające i częściowo odwzorowujące kształt podniesień w podłożu, ekranowane przez nieprzepuszczalne łupki ilaste (według Myśliwca, 2004a, nawet kilkudziesięciocentymetrowej miąższości warstwa ilasta jest wystarczająca dla dobrego uszczelnienia nagromadzeń gazu), (ii) fałdy z poddarcia związane z nasunięciem płaszczowin śląskiej i podśląskiej, (iii) pułapki stratygraficzne z wyklinowania oraz pułapki związane z powierzchniami wewnątrzmiocińskich niezgodności.

Wiek i mechanizm utworzenia pułapek: wielohoryzontowe pułapki stratygraficzne, pułapki związane z obocznym wyklinowaniem warstw złożoności, a także pułapki stratygraficzne związane z powierzchniami niezgodności w spągu i wewnątrz miocenu mają charakter synsedymencyjny. Antykliny kompakcyjne, rozwinięte ponad wyniesieniami podłoża, zostały uformowane podczas procesów kompaktacji i diagenety, spotęgowanych podczas nasuwania płaszczowin karpacczych. Pułapki strukturalne z poddarcia i zafałdowania miocenu, powstały w trakcie nasuwania płaszczowin fliszowych.

Wiek i mechanizm generacji i akumulacji: gaz ziemny w skałach górnego badenu i dolnego sarmatu zapadliska przedkarpackiego był generowany na drodze procesów mikrobialnych, sporadycznie tylko na drodze niskotemperaturowych procesów termogenicznych (Kotarba i Jawor, 1993; Kotarba, 1998, 2011; Kotarba i in., 1998, 2005, 2011a, 2011b; Karnkowski, 1999; Myśliwiec, 2004a, 2004b; Myśliwiec i in., 2006; Kotarba i in., 2011a; Kotarba, 2011; Więclaw, 2011). Metan i etan były generowane na drodze biologicznej redukcji dwutlenku węgla w środowisku morskim, przy czym produkcja etanu zachodziła w ilości jednej molekuly na 1000 cząsteczek metanu (Kotarba, 2011). Część etanu, podobnie jak cięższe propan, butan i pentany były również produktem niskotemperaturowych termicznych przeobrażeń materii organicznej. Według Kotarby (op. cit.), zbliżone wartości parametrów geochemicznych i izotopowych niezależnie od głębokości sugerują jednakowe warunki generacji mikrobialnego metanu i etanu dla całego profilu górnego badenu i dolnego sarmatu. Podobnie, brak zmian w składzie izotopów węgla w propanie na różnych głębokościach wskazuje podobne diagenetyczne warunki generowania w całej sukcesji. Najbardziej intensywna produkcja metanu odbywała się na głębokości 900–1500 m poniżej dna morskiego. Obecność znacznych ilości metanogenicznych i metylotroficznych bakterii w wodach złożowych może sugerować, że proces generacji trwa do dzisiaj (Kotarba, 2011; Kotarba i in., 2011a). Rytmiczna sedymentacja iłowców i piaskowców w miocińskim basenie

zapadliska przedkarpackiego ułatwia intensywną generację mikrobialnego metanu i etanu, jak również niemal równoczesne formowanie i wypełnianie wielohoryzontowych pułapek stratygraficznych (Kotarba, 2011).

Kwestią otwartą pozostaje potencjał macierzysty skał dolnego badenu – formacji skawińskiej, która na obszarze przetargowym buduje „zatokę” gdowską i prawdopodobnie stanowi znaczną część miocenu w podłożu Karpat fliszowych. O dobrym potencjale kolektorskim tej formacji świadczy obecność wielohoryzontowego złoża Bochnia-Gdów oraz objawy węglowodorów w licznych otworach (rozdział 5).

System naftowy w miocenie zapadliska przedkarpackiego komplikuje jeszcze możliwość domieszania gazów z podłoża. Taki proces został zaobserwowany w przypadku złoża węgla „Morcinek” w okolicach Kaczyc koło Cieszyna, gdzie metan był wygenerowany na drodze biogenicznej i termogenicznej z karbońskiej serii produktywnej, a akumulował się w utworach miocenu zapadliska przedkarpackiego, mieszając się z gazem generowanym biogenicznie z materii organicznej rozproszonej w warstwach skawińskich (Kotarba i Pluta, 2009). W przypadku obszaru przetargowego „Bochnia” ewentualne domieszki mogły zostać wygenerowane ze skał jury środkowej.

Karpacki system naftowy

Skały macierzyste: łupki wierzowskie, grodziskie i Igockie dolnej kredy, łupki menilitowe oligocenu płaszczowin podśląskiej i śląskiej.

Skały zbiornikowe: piaskowce grodziskie, warstwy wierzowskie i Igockie, piaskowce ciężkowickie, warstwy menilitowe i krośnieńskie.

Skały uszczelniające: nieprzepuszczalne utwory drobnoklastyczne fliszu. Pokreślić należy stosunkowo słabe uszczelnienie poziomów zbiornikowych, w dużej części związane z tektonicznym stylem budowy Karpat fliszowych, w którym formacje zbiornikowe posiadają wychodnie na powierzchni i są hydrodynamicznie otwarte. Niemniej jednak wraz ze wzrastającą głębokością współczesnego pogrzebienia jakość uszczelnienia wzrasta.

Typ pułapek: Akumulacje węglowodorów w Karpatach zewnętrznych występują najczęściej w wielowarstwowych

pułapkach strukturalnych lub strukturalno-litologicznych o skomplikowanej geometrii (Wdowiarz, 1960; Kuśmirek, 2004; Poprawa i Machowski, 2010). Węglowodory są najczęściej nagromadzone w antyklinalnych formach rozwiniętych ponad uskoki nasuwczymi oraz w osiowych częściach fałdów stojących lub obalonych, a także w czołowych strefach fałdów związanych z propagacją uskoków. Pułapki litologiczne są związane z obocznym wyklinowaniem poziomów zbiornikowych. Pułapki strukturalne to często strome, imbrykowane fałdy, ponasuwane na siebie (Karnkowski, 1993).

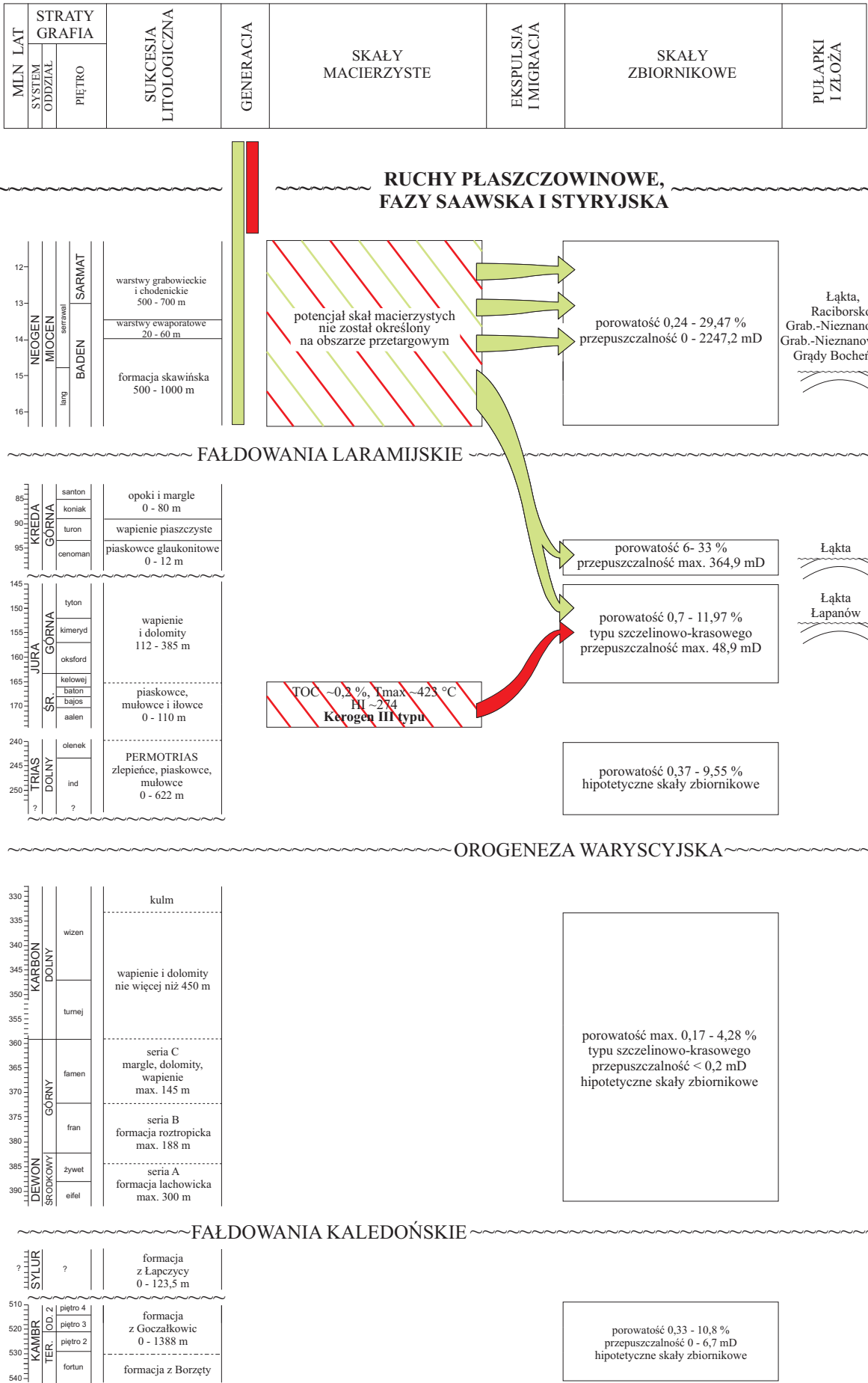
Wiek i mechanizm generacji, migracji i akumulacji węglowodorów: węglowodory ze skał macierzystych Karpat zewnętrznych były generowane już w stadium sedymentacyjnym na etapie istnienia basenów karpackich, jednak najważniejszy impuls generowania przypada na karpacie (wczesny miocen) (Poprawa i Machowski, 2010). Kuśmirek i Maćkowski (1995) czas rozpoczęcia generowania węglowodorów w jednostce śląskiej określają na:

- 59–13,9 mln lat w warstwach dolnej kredy, przy pograżeniu poniżej 2205 m dla II/I typu kerogenu do 6472 m dla III typu kerogenu;
- 55–15,7 mln lat w warstwach górnej kredy-paleocenu przy pograżeniu 2219–7055 m (III typ kerogenu);
- 29–16,5 w warstwach menilitowych przy pograżeniu 2284–8453 m (III typ kerogenu).

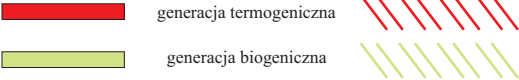
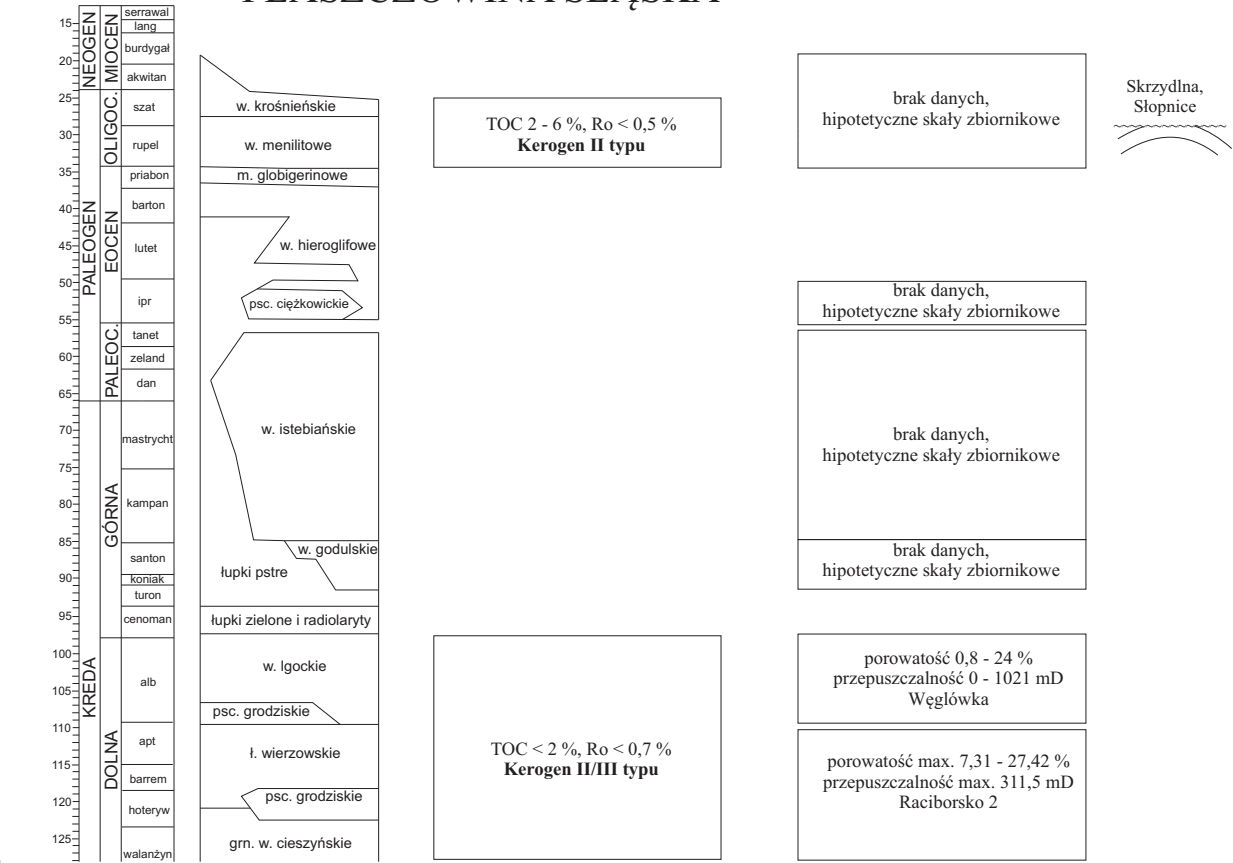
Wczesnomioceniczne generowanie i migracja węglowodorów zachodziły w warunkach synorogenicznych, a więc przed zakończeniem ruchów płaszczowinowych. Obszar, na którym procesy te się odbywały znajdował się wówczas co najmniej 20–30 km na południowy-zachód od obecnej pozycji. W efekcie, zanim doszło do ostatecznego sfałdowania, w obrębie płaszczowin karpackich zachodziła kilkukrotna remigracja węglowodorów, a współczesne wycieki ropy naftowej świadczą, że procesy te nadal się kontynuują. Kuśmirek (2004) ocenia, że w pułapkach jednostki skolskiej może być obecnie tylko nieco ponad 20% węglowodorów z pierwotnie wygenerowanych i przemieszczonych do skał zbiornikowych. Na południe od obszaru przetargowego „Bochnia” występują złoża w chwili obecnej już nieeksploatowane – Skrzydlna i Słopnice, które odkryto w obrębie karpackiego systemu naftowego.

MIOCEN
AUTOCHTONICZNY
ZAPADLIKA
PRZEDKARPAKIEGO

PODŁOŻE PALEOZOICZNO-MEZOZOICZNE



PŁASZCZOWINA ŚLĄSKA



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

4.1. ZŁOŻA WĘGLOWODORÓW NA OBSZARZE PRZETARGOWYM

Obszar przetargowy graniczy od południa z następującymi złożami:

- eksploatowane złożo gazu ziemnego Raciborsko (GZ 4840; Fig. 4.1, 4.3);
- eksploatowane złożo gazu ziemnego Grabina-Nieznanowice (GZ 4600; Fig. 4.1, Fig. 4.5);

W bliskim sąsiedztwie występują zaś złoża:

- eksploatowane złożo gazu ziemnego Łapanów (GZ 12078; Fig. 4.1, 4.6);
- eksploatowane złożo gazu ziemnego Łakta (GZ 4597; Fig. 4.1, 4.8);
- eksploatowane złożo gazu ziemnego Grądy Bocheńskie (GZ 4640; Fig. 4.1);
- eksploatowane złożo gazu ziemnego Grabina-Nieznanowice Południe (GZ 4747; Fig. 4.1);
- eksploatowane złożo gazu ziemnego Słopnice (GZ 4596; Fig. 4.1, 4.13).

Obszar przetargowy Bochnia graniczy również z obszarem o udokumentowanych zasobach solanki zwanym złożem Łapczyca, gdzie kopalnią towarzyszącą był gaz ziemny zakumulowany w nagromadzeniu zwanym złożem Gierczyce-Siedlec lub Bochnia-Gdów. Akumulacja ta nie ma swojego obszaru górniczego.

4.2. CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH ZŁÓŻ

4.2.1. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO RACIBORSKO

Położenie administracyjne:

województwo – małopolskie
powiat – wielicki
gmina – Wieliczka

Powierzchnia całkowita złoża:

horyzont I – 90,00 ha
horyzont II – 500,00 ha
horyzont IV – 470,00 ha

Głębokość zalegania:

horyzont I 531,5 m
horyzont II 546 m
horyzont IV 698,5 m

Stratygrafia: miocen

Ilość poziomów zbiornikowych: 3

Koncesja na wydobywanie: 205/94 z dnia 26 sierpnia 1994 roku wydana przez: Minister Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa

Użytkownik złoża: PGNiG S.A.

Data rozpoczęcia eksploatacji: 1978 r.

Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Kraków

Nr MIDAS: 4840

Dokumentacje NAG:

Jawor, E., Jawor, W. 1971a. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Raciborsko. Inw. 8990 CUG, CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 25 marca 1972 roku znak: KZK/012/S/2557/71/72.

Zasoby:

Pierwotne zasoby geologiczne wg stanu na 31.12.1971 r.

– 441,85 mln m³ w kat. C

Wydobywalne zasoby bilansowe w 2015 roku:

– 431,65 mln m³ w kat. C

Zasoby przemysłowe w 2015 roku:

– 16,31 mln m³

Budowa złoża (Jawor i Jawor, 1971b):

Gaz ziemny w złożu Raciborsko występuje w utworach miocenu pod nasunięciem karpackim. Złożo ma budowę warstwową – nasycone są cztery horyzonty piaskowców, ścinane i zarazem uszczelnione od góry przez płaszczowiny podślaską i ślaską (Fig. 4.3). Horyzonty zapadają stopniowo ku południowi, tworząc dwie szerokopromienne antykliny. Porowatość skał zbiornikowych – piaskowców i piaskowców mułowcowych wynosi około 17% w horyzoncie IV oraz sięga 20–21% w horyzontach I i II.

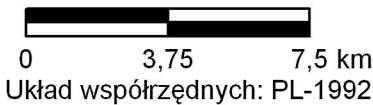
Otwory udostępniające:

Nazwa otworu	Głębokość spągu [m p.p.t.]	Stratygrafia na dnie
RACIBORSKO 15	1008	baden górny
RACIBORSKO 1	2408,5	trias
RACIBORSKO 1A	1780	trias
RACIBORSKO 4	805	miocen
GORZKÓW 1	303,6	
RACIBORSKO 3	1890	perm
DOBCZYCE 7	1700	jura
RACIBORSKO 7	803	miocen
RACIBORSKO 9	996	miocen
RACIBORSKO 10	805	torton
RACIBORSKO 15	1008	baden górny

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

↓ Fig. 4.1. Złoża węglowodorów w sąsiedztwie obszaru przetargowego „Bochnia”

Obszary wytypowane
do postępowania przetargowego na koncesje
na poszukiwanie i rozpoznawanie
złóż węglowodorów oraz wydobywanie
węglowodorów ze złóż w 2017 r.
BOCHNIA

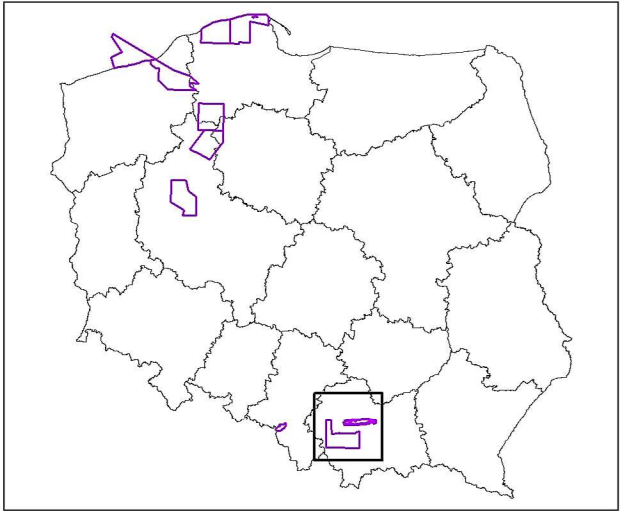


Objaśnienia

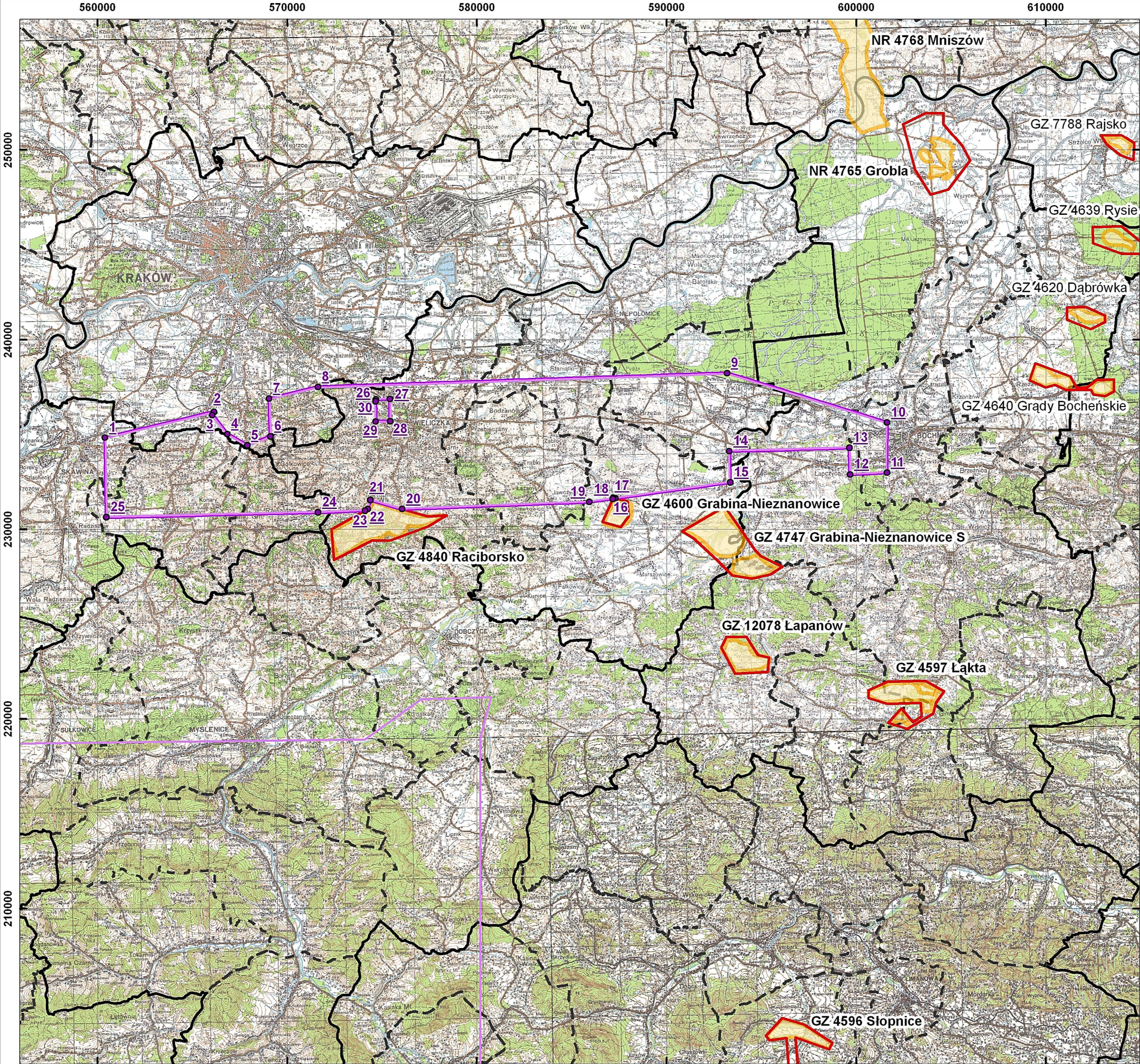
- obszar wytypowany do przetargu - Bochnia
- obszar wytypowany do przetargu - Sucha Beskidzka-Wiśniowa
- złoża węglowodorów
- obszary górnicze
- granice gmin
- granice powiatów
- granice województw

Współrzędne punktów wyznaczających granice obszaru Bochnia
układ współrzędnych PL-1992

Nr punktu	X	Y	Nr punktu	X	Y	Nr punktu	X	Y
1	234 844,361	560 392,571	12	232 886,196	599 665,936	23	230 992,755	574 100,127
2	236 207,601	566 125,529	13	234 314,529	599 626,240	24	230 896,960	571 608,570
3	236 033,680	566 047,350	14	234 138,401	593 300,605	25	230 642,809	560 453,662
4	235 039,210	566 833,730	15	232 471,033	593 346,944	z wyłączeniem		
5	234 435,410	567 891,740	16	231 635,971	587 283,158	26	236 852,989	574 680,836
6	234 919,040	569 098,080	17	231 660,823	587 179,604	27	236 886,191	575 398,936
7	236 899,729	569 036,197	18	231 619,154	587 161,046	28	235 707,297	575 415,667
8	237 511,440	571 608,880	19	231 446,800	585 909,500	29	235 696,650	574 665,742
9	238 239,180	593 185,130	20	231 067,402	576 041,636	30	236 756,068	574 650,707
10	235 643,890	601 614,750	21	231 535,859	574 373,847			
11	232 987,600	601 605,370	22	231 062,273	574 226,570			



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



Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	44,700	ata	horyzont I (odwiert Raciborsko 1)
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	51,440	ata	horyzont II (odwiert Raciborsko 4)
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	58,900	ata	horyzont IV (odwiert Raciborsko 4)
głębokość zalegania horyzontu	-----	-----	531,500	m	horyzont I
głębokość zalegania horyzontu	-----	-----	546,000	m	horyzont II
głębokość zalegania horyzontu	-----	-----	698,500	m	horyzont IV
miąższość efektywna złoża	-----	-----	14,000	m	horyzont IV
miąższość efektywna złoża	-----	-----	7,300	m	horyzont II
miąższość efektywna złoża	-----	-----	11,000	m	horyzont I
porowatość	6,310	8,310	7,310	%	horyzont I
porowatość	4,610	16,570	8,540	%	horyzont II
porowatość	2,480	18,000	9,220	%	horyzont IV
porowatość efektywna	-----	-----	13,000	%	horyzont II
porowatość efektywna	-----	-----	13,000	%	horyzont IV
porowatość efektywna	-----	-----	13,000	%	horyzont I
przepuszczalność	-----	-----	120,000	mD	dla wszystkich horyzontów
stopień mineralizacji wody złożowej	-----	-----	60,000	g/l	wartość umowna
temperatura złoża	-----	-----	292,000	K	horyzont II
temperatura złoża	-----	-----	314,000	K	horyzont IV
temperatura złoża	-----	-----	335,000	K	horyzont I
warunki produkowania	-----	-----	-----	-	gazowo-aporowe (przewidywane)
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,700	.	horyzont I
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,700	.	horyzont IV
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,700	.	horyzont II
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,800	.	
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	72,000	m³/min	horyzont I (odwiert Raciborsko 1)
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	30,000	m³/min	horyzont IV (odwiert Raciborsko 4, I perforacja)
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	5,200	m³/min	horyzont II (odwiert Raciborsko 4)
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	6,000	m³/min	horyzont IV (odwiert Raciborsko 4, II perforacja)
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	44,700	ata	horyzont I (odwiert Raciborsko 1)
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	51,440	ata	horyzont II (odwiert Raciborsko 4)
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	58,900	ata	horyzont IV (odwiert Raciborsko 4)
głębokość zalegania horyzontu	-----	-----	531,500	m	horyzont I
głębokość zalegania horyzontu	-----	-----	546,000	m	horyzont II
głębokość zalegania horyzontu	-----	-----	698,500	m	horyzont IV
miąższość efektywna złoża	-----	-----	14,000	m	horyzont IV
miąższość efektywna złoża	-----	-----	7,300	m	horyzont II
miąższość efektywna złoża	-----	-----	11,000	m	horyzont I
porowatość	6,310	8,310	7,310	%	horyzont I
porowatość	4,610	16,570	8,540	%	horyzont II
porowatość	2,480	18,000	9,220	%	horyzont IV
porowatość efektywna	-----	-----	13,000	%	horyzont II
porowatość efektywna	-----	-----	13,000	%	horyzont IV
porowatość efektywna	-----	-----	13,000	%	horyzont I
przepuszczalność	-----	-----	120,000	mD	dla wszystkich horyzontów
stopień mineralizacji wody złożowej	-----	-----	60,000	g/l	wartość umowna
temperatura złoża	-----	-----	292,000	K	horyzont II
temperatura złoża	-----	-----	314,000	K	horyzont IV
temperatura złoża	-----	-----	335,000	K	horyzont I
warunki produkowania	-----	-----	-----	-	gazowo-aporowe (przewidywane)
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,700	.	horyzont I
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,700	.	horyzont IV
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,700	.	horyzont II

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,800	.	
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	72,000	m ³ /min	horyzont I (odwiert Raciborsko 1)
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	30,000	m ³ /min	horyzont IV (odwiert Raciborsko 4, I perforacja)
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	5,200	m ³ /min	horyzont II (odwiert Raciborsko 4)
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	6,000	m ³ /min	horyzont IV (odwiert Raciborsko 4, II perforacja)
Gaz ziemny z pól gazowych					
gęstość	-----	-----	0,554	-	horyzont IV (względem powietrza)
gęstość	-----	-----	0,554	-	horyzont I (względem powietrza)
gęstość	-----	-----	0,554	-	horyzont II (względem powietrza)
współczynnik ściśliwości	-----	-----	0,993	-	horyzont I
współczynnik ściśliwości	-----	-----	0,900	-	horyzont IV
współczynnik ściśliwości	-----	-----	0,894	-	horyzont II
zawartość C ₂ H ₆	0,420	1,780	-----	% obj.	
zawartość CH ₄	84,100	99,980	-----	% obj.	
zawartość H ₂	0,000	3,840	-----	% obj.	
zawartość He	0,010	0,030	-----	% obj.	
zawartość N ₂	0,620	14,000	0,800	% obj.	
zawartość siarkowodoru	-----	-----	-----	% obj.	brak
zawartość węglowodorów ciężkich	4,420	6,320	5,800	g/m ³	

Tab. 4.1. Parametry złoża gazu ziemnego Raciborsko oraz parametry jakościowe kopaliny

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

Kopalina	Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie gazu ziemnego z zasobów bilansowych w mln m ³
gaz ziemny	78/12/31	3,7
gaz ziemny	79/12/31	2,39
gaz ziemny	80/12/31	1,85
gaz ziemny	81/12/31	2,18
gaz ziemny	82/12/31	1,78
gaz ziemny	83/12/31	1,53
gaz ziemny	84/12/31	0,47
gaz ziemny	85/12/31	0,56
gaz ziemny	86/12/31	0,72
gaz ziemny	87/12/31	0,43
gaz ziemny	88/12/31	0,38
gaz ziemny	89/12/31	0,63
gaz ziemny	90/12/31	0,13
gaz ziemny	91/12/31	0,47
gaz ziemny	92/12/31	0,68
gaz ziemny	93/12/31	0,63
gaz ziemny	94/12/31	0,54
gaz ziemny	95/12/31	0,4
gaz ziemny	96/12/31	0,42
gaz ziemny	97/12/31	0,33
gaz ziemny	98/12/31	0,35
gaz ziemny	99/12/31	0,33
gaz ziemny	00/12/31	0,42
gaz ziemny	01/12/31	0,27
gaz ziemny	02/12/31	0,41
gaz ziemny	03/12/31	0
gaz ziemny	04/12/31	0,47
gaz ziemny	05/12/31	0,43
gaz ziemny	06/12/31	0,42
gaz ziemny	07/12/31	0,42

gaz ziemny	08/12/31	0,32
gaz ziemny	09/12/31	0,25
gaz ziemny	10/12/31	0,26
gaz ziemny	11/12/31	0,25
gaz ziemny	12/12/31	0,24
gaz ziemny	13/12/31	0,24
gaz ziemny	14/12/31	0,23
gaz ziemny	15/12/31	0,22

Tab. 4.2. Historia wydobycia gazu ziemnego w złożu Raciborsko (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę)

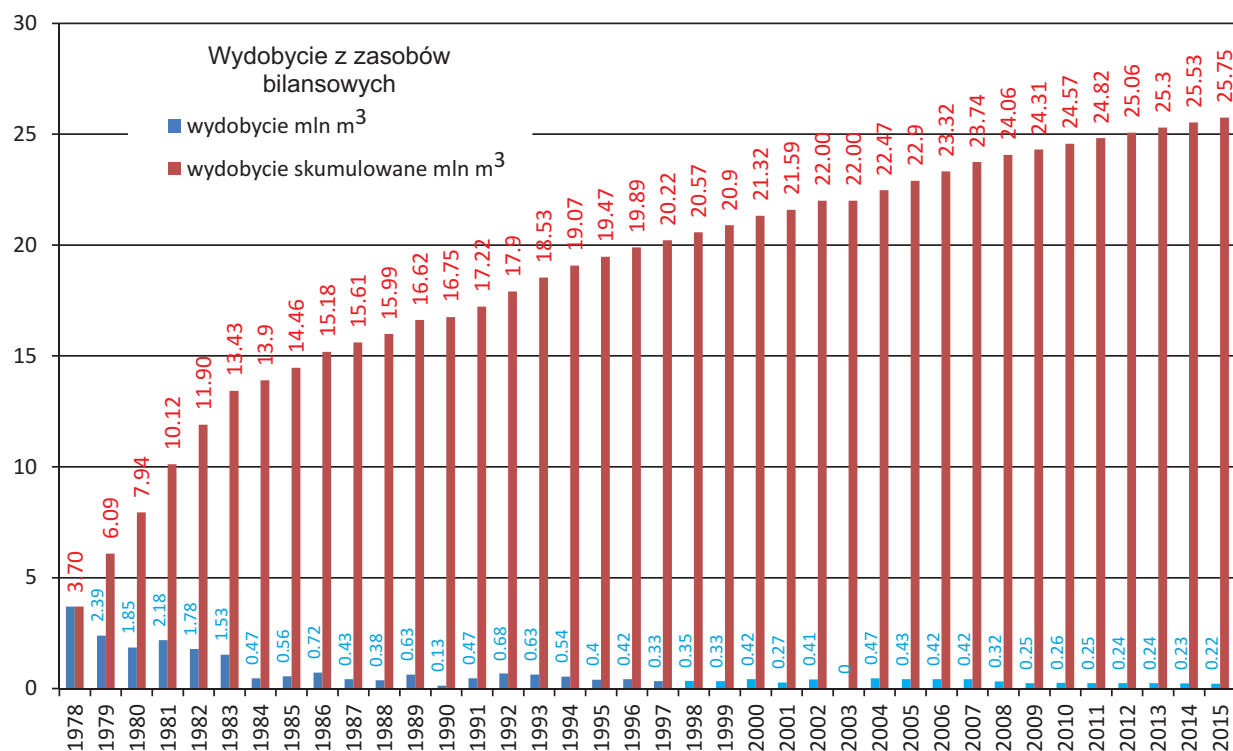


Fig. 4.2. Wykres wydobycia gazu ziemnego w złożu Raciborsko (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę)

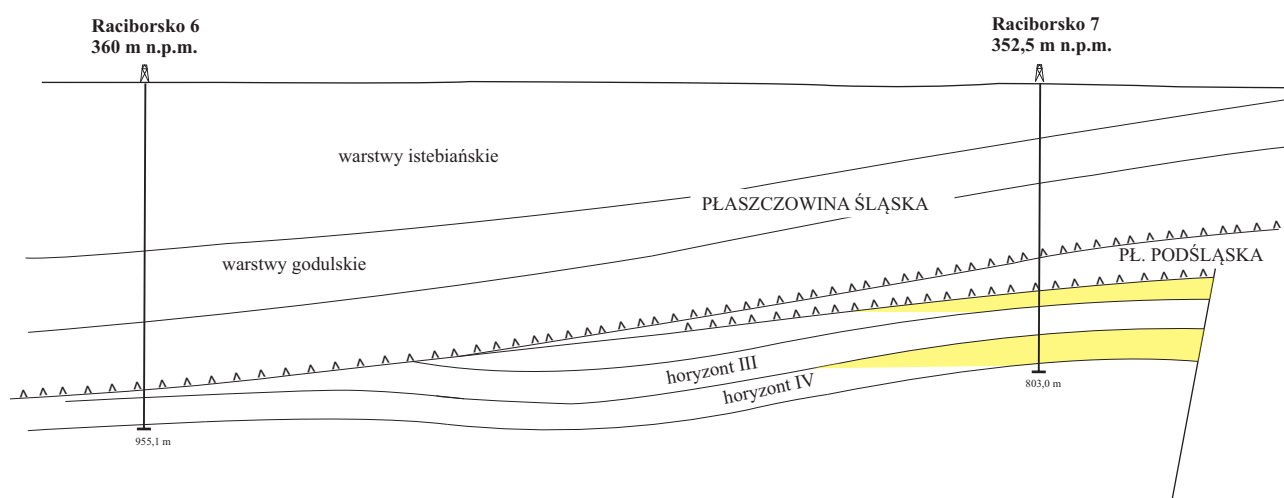


Fig. 4.3. Przekrój geologiczny przez złożo Raciborsko według Jawor i Jawor (1971b)

4.2.2. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO GRABINA-NIEZNANOWICE

Położenie administracyjne:

województwo – małopolskie
powiat – wielicki, bocheński
gmina – Gdów, Bochnia

Powierzchnia całkowita złoża:

horyzont I – 300.00 ha kat. B 150.00 ha kat. C₁
horyzont II – 312.00 ha kat. B
horyzont IIIa – 153.00 ha kat. C₁
horyzont IIIb – 210.00 ha kat. C₁
horyzont IV – 120.00 ha w kat. B
horyzont V – 84.00 ha kat. C₁
obszar Liplasu – 150.00 ha

Głębokość zalegania:

horyzont I 282 m
horyzont II 378,5 m
horyzont IIIa 593 m
horyzont IIIb 517 m
horyzont IV 650 m
horyzont V 745 m
obszar Liplasu 634 m

Miaższość efektywna:

horyzont I 18 m
horyzont II 11 m
horyzont IIIa 2,7 m
horyzont IIIb 4,8 m
horyzont IV 1,8 m
horyzont V 1,9 m
obszar Liplasu 2 m

Stratygrafia: miocen

Ilość poziomów zbiornikowych: 6

Koncesja na wydobywanie: 191/94 z dnia 26 sierpnia 1994 roku
wydana przez: Minister Ochrony Środowiska, Zasobów
Naturalnych i Leśnictwa;
10/96 z dnia 7 maja 1996 roku – horyzont Liplasu
wydana przez: Minister Ochrony Środowiska, Zasobów
Naturalnych i Leśnictwa

Użytkownik złoża: PGNiG S.A.

Data rozpoczęcia eksploatacji: 1978 r.

Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Kraków

Nr MIDAS: 4600

Dokumentacje NAG:

1. Jawor, E., Jawor, W. 1971b. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Grabina-Nieznanowice. Inw. 9061 CUG, CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 25 marca 1972 roku znak: KZK/012/S/2558/71/72.

2. Baran, U., Jawor, E., Jawor, W. 1973. Dodatek do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Grabina-Nieznanowice. Inw. 10518 CUG, CAG PIG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 25 marca 1972 roku znak: KZK/012/S/2944/74

Zasoby:

Pierwotne zasoby geologiczne wg stanu na 31.12.1971 r.
– 266,0 mln m³ w kat. A+B oraz 85,00 mln m³ w kat. C
Wydobywalne zasoby bilansowe w 2015 roku:

– 173,30 mln m³ w kat. A+B oraz 152,70 mln m³ w kat. C
Zasoby przemysłowe w 2015 roku:

– 12,96 mln m³ w kat. A+B oraz 3,26 mln m³ w kat. C

Zasoby nieprzemysłowe w 2015 roku:

– 242,33 mln m³ w kat. A+B oraz 189,44 mln m³ w kat. C

Budowa złoża (Jawor i Jawor, 1971c):

Gaz ziemny w złożu Grabina-Nieznanowice występuje w utworach miocenu. Złoże ma budowę warstwową – nasyconych jest sześć poziomów piaskowców, które tworzą łagodną formę antyklinalną, ograniczoną od północy uskokiem (Fig. 4.5). Porowatość skał zbiornikowych wynosi od 4,21 do 23%.

Otwory udostępniające:

Nazwa otworu	Głębokość spągu [m p.p.t.]	Stratygrafia na dnie
GRABINA 4	1098	jura górna
NIEZNANOWICE 4	973	jura
KSIĄŻNICE 4	945	jura górna
KSIĄŻNICE 6	751	miocen
GRABINA 2	1034	jura
NIEZNANOWICE 5	993	jura
NIEZNANOWICE 5A	503	miocen
NIEZNANOWICE 6	506	miocen
LIPLAS 3	1202	trias
NIEWIARÓW 2	870	miocen

Parametry złoża i parametry jakościowe kopalin: dane zestawiono w Tab. 4.3.

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	47,000	atm	horyzont IIIb
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	61,400	atm	horyzont IIIa
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	28,700	atm	horyzont I (otw. Nieznanowice 6)
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	43,700	atm	horyzont II (otw. Nieznanowice 5a)
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	41,900	atm	horyzont II (otw. Nieznanowice 6)
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	57,700	atm	horyzont IIIa+IIIb (otw. Nieznanowice 5)
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	64,100	atm	obszar Liplasu (otw. Liplasz 3)
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	63,700	atm	horyzont IV
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	74,500	atm	horyzont V
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	43,600	atm	horyzont II (otw. Grabina 2)
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	29,800	atm	horyzont I (otw. Nieznanowice 4)
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	42,500	atm	horyzont II (otw. Nieznanowice 4)
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	65,320	ata	horyzont IIIa
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	30,860	ata	horyzont I
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	49,890	ata	horyzont IIIb
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	79,820	ata	horyzont V
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	67,850	ata	horyzont IV
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	68,310	ata	obszar Liplasu (otw. Liplasz 3)

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	44,700	ata	horyzont II
głębokość położenia złoża	-----	-----	378,500	m	horyzont II
głębokość położenia złoża	-----	-----	634,000	m	obszar Liplasu (odw. Liplas 3)
głębokość położenia złoża	-----	-----	282,000	m	horyzont I
głębokość położenia złoża	-----	-----	517,000	m	horyzont IIIb
głębokość położenia złoża	-----	-----	593,000	m	horyzont IIIa
głębokość położenia złoża	-----	-----	745,000	m	horyzont V
głębokość położenia złoża	-----	-----	650,000	m	horyzont IV
miąższość efektywna złoża	-----	-----	2,700	m	horyzont IIIa
miąższość efektywna złoża	-----	-----	4,800	m	horyzont IIIb
miąższość efektywna złoża	-----	-----	1,800	m	horyzont IV
miąższość efektywna złoża	-----	-----	1,900	m	horyzont V
miąższość efektywna złoża	-----	-----	18,100	m	horyzont I
miąższość efektywna złoża	-----	-----	11,000	m	horyzont II
miąższość efektywna złoża	-----	-----	2,000	m	obszar Liplasu (z odw. Liplas 3)
porowatość	10,600	22,300	-----	%	horyzont I
porowatość	4,210	16,130	-----	%	horyzont III
porowatość	9,150	18,100	-----	%	horyzont II
porowatość	6,800	13,040	-----	%	horyzont IV
porowatość	5,880	9,330	-----	%	horyzont V
porowatość efektywna	-----	-----	14,000	%	horyzont IIIa
porowatość efektywna	-----	-----	13,000	%	horyzont IV
porowatość efektywna	-----	-----	16,700	%	horyzont I
porowatość efektywna	-----	-----	11,000	%	horyzont V
porowatość efektywna	-----	-----	15,000	%	obszar Liplasu
porowatość efektywna	-----	-----	11,300	%	horyzont IIIb
porowatość efektywna	-----	-----	16,400	%	horyzont II
przepuszczalność	2,300	30,100	10,600	mD	horyzont I
przepuszczalność	-----	-----	7,300	mD	horyzont V
przepuszczalność	2,100	1 402,700	549,300	mD	horyzont II
przepuszczalność	0,000	462,700	231,350	mD	horyzont III
stopień mineralizacji wody złożowej	26,000	60,000	-----	g/l	
temperatura złoża	-----	-----	15,000	st.C	horyzont II
temperatura złoża	-----	-----	15,000	st.C	horyzont I
temperatura złoża	-----	-----	33,000	st.C	obszar Liplasu (odw. Liplas 3)
temperatura złoża	-----	-----	38,000	st.C	horyzont V
temperatura złoża	-----	-----	19,000	st.C	horyzont IIIb
temperatura złoża	-----	-----	35,000	st.C	horyzont IV
temperatura złoża	-----	-----	18,000	st.C	horyzont IIIa
typ chemiczny wody złożowej	-----	-----	-----	.	solanki chlorkowo-wapniowe
warunki produkowania	-----	-----	-----	-	gazowonaporowe
współczynnik nasycenia węglowodora- rami	-----	-----	0,800	.	horyzonty: I, II, IIIa, IIIb, IV, V
współczynnik nasycenia węglowodora- rami	-----	-----	0,800	.	obszar Liplasu
współczynnik ściśliwości	-----	-----	0,864	-	horyzont IIIa
współczynnik ściśliwości	-----	-----	0,903	-	horyzont II
współczynnik ściśliwości	-----	-----	0,897	-	horyzont IIIb
współczynnik ściśliwości	-----	-----	0,933	-	horyzont I
współczynnik ściśliwości	-----	-----	0,861	-	horyzont V
współczynnik ściśliwości	-----	-----	0,879	-	horyzont IV
współczynnik ściśliwości	-----	-----	0,888	-	obszar Liplasu (odw. Liplas 3)
wydajność odwiertów	-----	-----	11,000	m³/min	horyzont IV, odw. Nieznanowice 4 (wartość z wykresu)
wydajność odwiertów	-----	-----	4,200	m³/min	horyzont II, odw. Nieznanowice 4 (wartość z wykresu)
wydajność odwiertów	-----	-----	3,800	m³/min	horyzont IIIb, odw. Książnice 4 (wartość obliczona)
wydajność odwiertów	-----	-----	10,000	m³/min	horyzont IV, odw. Nieznanowice 4 (wartość obliczona)
wydajność odwiertów	-----	-----	2,800	m³/min	horyzont I, odw. Nieznanowice 6 (wartość obliczona)
wydajność odwiertów	-----	-----	40,000	m³/min	horyzont IIIa, odw. Nieznanowice 4 (wartość obliczona i z wykresu)

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
wydajność odwiertów	-----	-----	60,000	m ³ /min	horyzont II, odw. Nieznanowice 5a (wartość z wykresu)
wydajność odwiertów	-----	-----	82,000	m ³ /min	horyzont II, odw. Grabina 2 (wartość obliczona i z wykresu)
wydajność odwiertów	-----	-----	157,000	m ³ /min	obszar Liplasu, odw. Liplas 3
wydajność odwiertów	-----	-----	49,000	m ³ /min	horyzont II, odw. Nieznanowice 5a (wartość obliczona)
wydajność odwiertów	-----	-----	38,000	m ³ /min	horyzont I, odw. Nieznanowice 4 (wartość z wykresu)
wydajność odwiertów	-----	-----	11,000	m ³ /min	horyzont V, odw. Nieznanowice 4 (wartość z wykresu)
wydajność odwiertów	-----	-----	3,900	m ³ /min	horyzont IIIb, odw. Książnice 4 (wartość z wykresu)
wydajność odwiertów	-----	-----	4,000	m ³ /min	horyzont II, odw. Nieznanowice 4 (wartość obliczona)
wydajność odwiertów	-----	-----	24,400	m ³ /min	horyzont II, odw. Nieznanowice 6 (wartość obliczona)
wydajność odwiertów	-----	-----	28,500	m ³ /min	horyzont II, odw. Nieznanowice 6 (wartość z wykresu)
wydajność odwiertów	-----	-----	12,000	m ³ /min	horyzont IIIb+IIIa, odw. Nieznanowice 5 (wartość z wykresu)
wydajność odwiertów	-----	-----	2,900	m ³ /min	horyzont I, odw. Nieznanowice 6 (wartość z wykresu)
wydajność odwiertów	-----	-----	11,500	m ³ /min	horyzont IIIb+IIIa, odw. Nieznanowice 5 (wartość obliczona)
wydajność odwiertów	-----	-----	8,000	m ³ /min	horyzont V, odw. Nieznanowice 4 (wartość obliczona)
wydajność odwiertów	-----	-----	31,000	m ³ /min	horyzont I, odw. Nieznanowice 4 (wartość obliczona)
zapiaszczenie	-----	-----	20,000	%	horyzont II
zapiaszczenie	-----	-----	20,000	%	horyzont IV
zapiaszczenie	-----	-----	23,000	%	horyzont I
zapiaszczenie	-----	-----	17,600	%	horyzont III
zapiaszczenie	-----	-----	16,000	%	horyzont V
Gaz ziemny z pól gazowych					
wartość opałowa	-----	-----	8 548,000	Kcal/Nm ³	
zawartość C ₂ H ₆	0,530	0,030	-----	% obj.	
zawartość CH ₄	94,000	99,300	-----	% obj.	
zawartość He	-----	-----	0,010	% obj.	
zawartość N ₂	0,300	5,510	0,910	% obj.	
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃ ⁺	-----	-----	1,040	g/Nm ³	

Tab. 4.3. Parametry złoża gazu ziemnego Grabina-Nieznanowice oraz parametry jakościowe kopaliny

Historia produkcji: dane zestawiono w Tab. 4.4 i na Fig. 4.4–4.5.

Kopalina	Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie gazu ziemnego z zasobów bilansowych w mln m ³	
		A+B	C
gaz ziemny	78/12/31	0,04	0,00
gaz ziemny	79/12/31	1,26	0,00
gaz ziemny	80/12/31	10,86	0,00
gaz ziemny	81/12/31	10,39	0,00
gaz ziemny	82/12/31	10,79	0,00
gaz ziemny	83/12/31	9,08	0,00
gaz ziemny	84/12/31	9,67	0,00
gaz ziemny	85/12/31	9,76	0,00
gaz ziemny	86/12/31	8,85	0,00
gaz ziemny	87/12/31	7,16	0,00
gaz ziemny	88/12/31	7,53	0,00
gaz ziemny	89/12/31	6,80	0,00
gaz ziemny	90/12/31	2,73	0,00

gaz ziemny	91/12/31	5,65	0,00
gaz ziemny	92/12/31	3,08	0,25
gaz ziemny	93/12/31	4,57	0,12
gaz ziemny	94/12/31	2,86	0,07
gaz ziemny	95/12/31	2,73	0,00
gaz ziemny	96/12/31	2,44	0,08
gaz ziemny	97/12/31	2,28	0,05
gaz ziemny	98/12/31	2,36	0,00
gaz ziemny	99/12/31	2,43	0,00
gaz ziemny	00/12/31	2,46	0,00
gaz ziemny	01/12/31	2,22	0,41
gaz ziemny	02/12/31	1,94	0,51
gaz ziemny	03/12/31	2,10	0,44
gaz ziemny	04/12/31	2,28	0,45
gaz ziemny	05/12/31	1,94	0,37
gaz ziemny	06/12/31	2,06	0,45
gaz ziemny	07/12/31	1,91	0,48
gaz ziemny	08/12/31	1,91	0,47
gaz ziemny	09/12/31	1,79	0,48
gaz ziemny	10/12/31	1,73	0,46
gaz ziemny	11/12/31	1,67	0,44
gaz ziemny	12/12/31	1,77	0,44
gaz ziemny	13/12/31	1,72	0,42
gaz ziemny	14/12/31	1,67	0,41
gaz ziemny	15/12/31	1,60	0,36

Tab. 4.4. Historia wydobycia gazu ziemnego w złożu Grabina-Nieznanowice (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę)

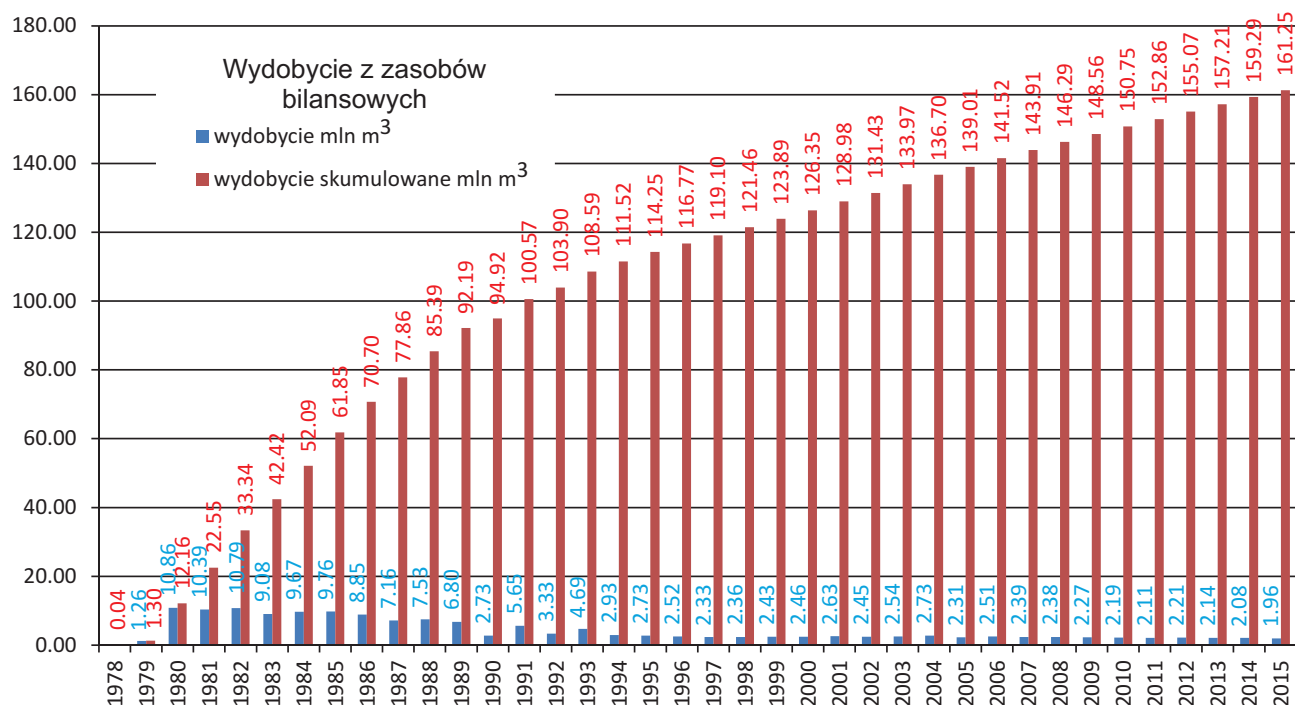


Fig. 4.4. Wykres wydobycia gazu ziemnego w złożu Grabina-Nieznanowice (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę)

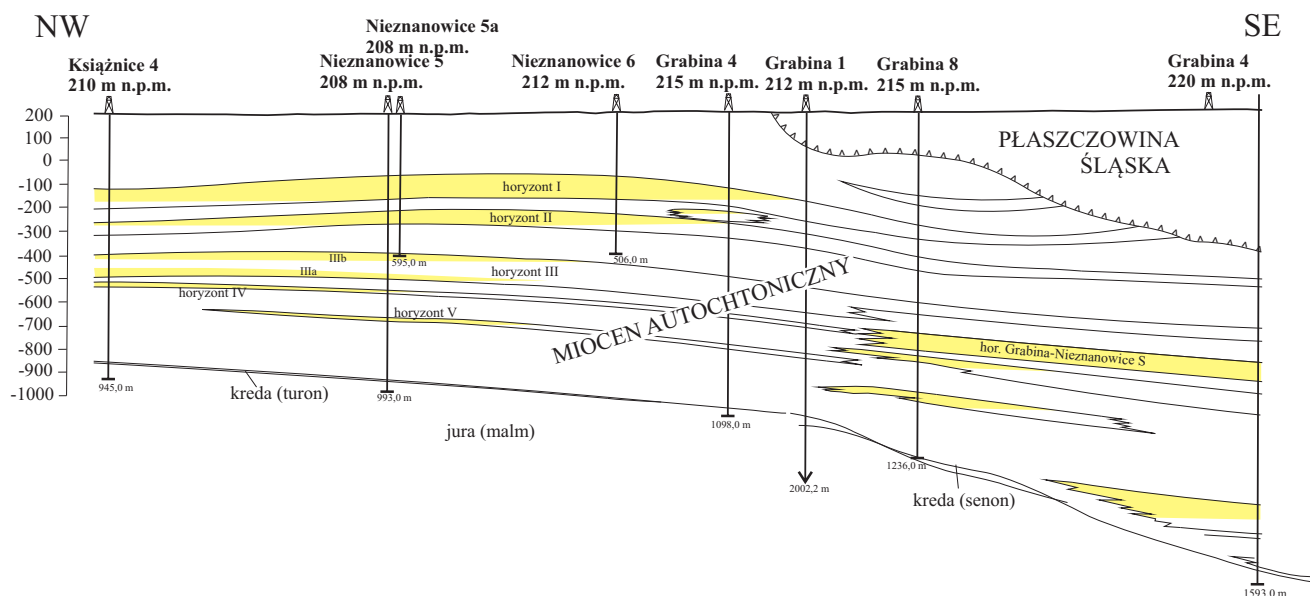


Fig. 4.5. Przekrój geologiczny przez złożo Grabina – Nieznanowice według Jawor i in. (1987)

4.2.3. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO ŁAPANÓW

Położenie administracyjne:

województwo – małopolskie
powiat – bocheński
gmina – Łapanów

Powierzchnia całkowita złoża: 245.00 ha

Głębokość zalegania: 1791,5–1930,0 m p.p.m.

Stratygrafia: jura górna

Koncesja na wydobywanie: 14/2010 z dnia 11 października 2010 roku wydana przez: Ministra Środowiska

Użytkownik złoża: PGNiG S.A.

Data rozpoczęcia eksploatacji: złożo eksploatowane od 2014 r.

Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Kraków

Nr MIDAS: 12078

Dokumentacje NAG:

1. Jaronik, R. 2008. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Łapanów. Arch CAG Inw. 682/2009, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Ministra Środowiska z dnia 23 lutego 2009 roku znak: DGiKGkzk-4791-87/7858/848/09/AW.
2. Polakowski, T. 2011. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Łapanów. Arch. CAG Inw. 522/2012, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Ministra Środowiska z dnia 22 lutego 2012 roku, znak: DGiKGkzk-4741-95/8085/6892/11/AW

Zasoby:

Pierwotne wydobywalne zasoby bilansowe (stan na rok 2010):

– 324,44 mln m³ gazu ziemnego w kat. C

Wydobywalne zasoby bilansowe w 2012 roku:

306,18 mln m³ gazu ziemnego w kat. C

Zasoby przemysłowe w 2015 roku:

307,28 mln m³

Wydobycie w 2014 roku:

– 0,12 mln m³

Wydobycie w 2015 roku:

– 17,92 mln m³

Budowa złoża:

Akumulacja gazu ziemnego w złożu Łapanów jest związana z utworami węglanowymi górnej jury pod nasunięciem karpackim i utworami autochtonicznymi miocenu zapadliska przedkarpackiego (Fig. 4.6). Pułapka ma charakter tektoniczno-strukturalny. Porowatość szczelinowo-krasowa skał zbiornikowych waha się od 6 do 14% przy przepuszczalności 22–47 mDcy, a ich średnia miąższość efektywna wynosi około 11 m.

Otworki udostępniające:

Nazwa otworu	Głębokość spągu [m p.p.t.]	Stratygrafia na dnie
ŁAPANÓW 1	2250	jura górna
ŁAPANÓW 3	1900	jura górna
ŁAPANÓW 4	3000	karbon dolny

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

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	18,280	MPa	
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	-----	m	brak
głębokość położenia złoża	-1 791,500	-1 930,000	-----	m	
miąższość efektywna złoża	-----	-----	11,300	m	
porowatość	-----	-----	11,200	%	
przepuszczalność	21,720	46,910	-----	mD	

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
temperatura złoża	-----	-----	57,330	st.C	
typ chemiczny wody złożowej	-----	-----	-----	.	chlorkowo-wapniowy (zmetamorfizowane solanki reliktowe)
warunki produkowania	-----	-----	-----	-	ekspansyjne
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,740	.	
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,800	.	
wydajność absolutna Vabs	100,000	233,700	-----	Nm ³ /min	
wydajność dozwolona Vdozw	15,000	33,000	-----	Nm ³ /min	
wykładnik ropny	1,000	24,430	-----	g/Nm ³	
wykładnik wodny	-----	-----	-----	g/m ³	nie stwierdzono
zapiaszczenie	-----	-----	-----	%	nie stwierdzono
ciepło spalania	38,480	40,650	39,950	MJ/Nm ³	
porowatość	-----	-----	8,000	%	
przepuszczalność	-----	-----	40,000	mD	
temperatura złoża	-----	-----	53,950	st.C	
wartość opałowa	34,630	36,210	35,920	MJ/m ³	
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,780	.	
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,800	.	
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	141,500	Nm ³ /min	
wydajność dozwolona Vdozw	-----	-----	17,000	Nm ³ /min	
zapiaszczenie	-----	-----	-----	%	nie stwierdzono
zawartość C ₂ H ₆	0,988	1,054	1,030	% obj.	
zawartość CH ₄	89,496	95,445	93,040	% obj.	
zawartość dwutlenku węgla	0,001	0,211	0,090	% obj.	wartość min < 0,001
zawartość H ₂	0,000	1,358	0,139	% obj.	
zawartość He	0,002	0,022	0,015	% obj.	
zawartość Hg	<0,0002	0,00201	ok, 0,001	mg/m ³	
zawartość N ₂	2,506	6,686	4,217	% obj.	
zawartość siarkowodoru	-----	-----	-----	% obj.	brak
zawartość węglowodorów ciężkich	23,840	53,680	39,700	g/m ³	

Tab. 4.5. Parametry złoża gazu ziemnego Łapanów oraz parametry jakościowe kopaliny

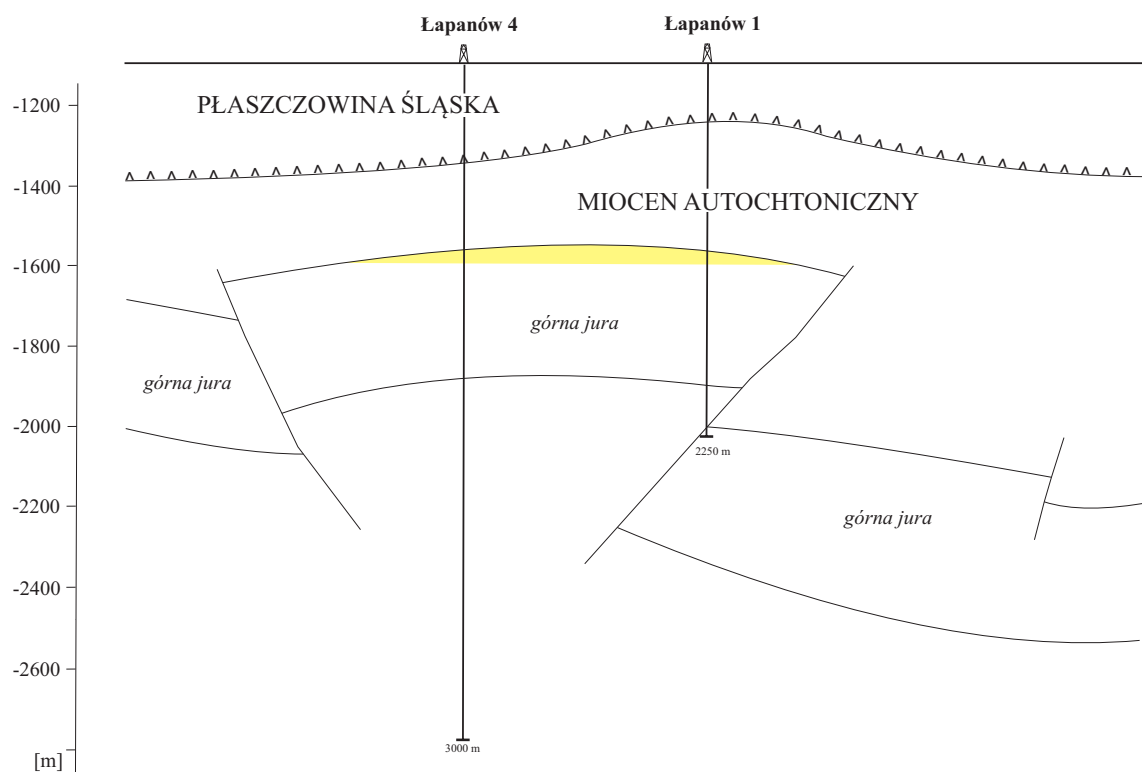


Fig. 4.6. Przekrój geologiczny przez złożo Łapanów według Polakowskiego (2011)

4.2.4. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO ŁĄKTA

Położenie administracyjne:

województwo – małopolskie
powiat – bocheński
gminy – Nowy Wiśnicz, Trzciana, Żegocina

Powierzchnia całkowita złóża:

poziom mezozoiczny (cenoman): 216.30 ha
poziom mezozoiczny (malm): 219.10 ha
poziom mioceński (horyzont I): 35.00 ha
poziom mioceński (horyzont II, odw. „Łąka 10”): 21.00 ha
poziom mioceński (horyzont II, odw. „Łąka 5”): 30.50 ha
poziom mioceński (horyzont III): 66.50 ha

Głębokość zalegania i miąższość efektywna:

poziom mezozoiczny (cenoman): 2290 m p.p.m.; 11,8 m
poziom mezozoiczny (malm): 2290 m p.p.m.; 31,10 m
poziom mioceński (horyzont I): 1900 m p.p.m.; 11,53 m
poziom mioceński (horyzont II, odw. „Łąka 10”):
2030 m p.p.m.; 9,90 m
poziom mioceński (horyzont II, odw. „Łąka 5”):
2220 m p.p.m.; 12,50 m
poziom mioceński (horyzont III): 2260 m p.p.m.; 11,23 m

Stratygrafia: jura górna (malm), kreda górna-cenoman, neogen-miocen-baden**Koncesja na wydobywanie:** 91/94 z dnia 9 czerwca 1994 roku wydana przez: Minister Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych**Użytkownik złóża:** Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A.**Data rozpoczęcia eksploatacji:** poziom mezozoiczny eksploatowany od stycznia 1973 r., poziom mioceński eksploatowany od lutego 1974 r.**Nadzór górniczy:** Okręgowy Urząd Górniczy – Kraków

Nr MIDAS: 4597

Dokumentacja NAG:

1. Jawor, E., Jawor, W. 1971a. Dokumentacja geologiczna złóża gazu ziemnego Łąka. Arch. CAG Inw. 9049 CUG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 23 marca 1972 roku znak: KZK/012/S/2545/72.
2. Jawor, E., Jawor, W. 1972. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złóża gazu ziemnego Łąka. Arch. CAG Inw. 9805 CUG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 19 kwietnia 1973 roku, znak: KZK/012/S/2769/72/73.
3. Dusza R., Dudek, J. 1991. Dodatek nr 2 do dokumentacji złóża gazu ziemnego Łapanów. Arch. CAG Inw. 226/92, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 10 lutego 1992 roku, znak: KZK/012/W/5955/91/92.

Zasoby:

Pierwotne wydobywalne zasoby bilansowe (stan na rok 1990):
– 1085 mln m³ gazu ziemnego w kat. A+B oraz 65 mln m³ w kat. C
– 67 tys. ton kondensatu w kat. A+B
Wydobywalne zasoby bilansowe w 2015 roku:
– 84,39 mln m³ gazu ziemnego w kat. A+B oraz 19,06 mln m³ w kat. C (z pól gazowych)
– 108,27 mln m³ gazu ziemnego w kat. A+B (z pól kon-

densatowych)

– 4,58 tys. ton kondensatu w kat. A+B
Zasoby przemysłowe w 2015 roku:
– 3,01 mln m³ gazu ziemnego w kat. A+B oraz 11,82 mln m³ w kat. C (z pól gazowych)

Wydobycie w 2015 roku:

– 2,18 mln m³ gazu ziemnego w kat. A+B oraz 0,84 mln m³ w kat. C (z pól gazowych)

Budowa złóża:

Akumulacje gazu na złóżu Łąka występują w utworach mioceńskich zapadliska przedkarpackiego oraz w jego podłożu – w utworach górnej jury i kredy. Utwory górnej jury w okolicach Łąki tworzą wyniesiony blok tektoniczny o łagodnym zboczu południowym i ściętym tektonicznie zboczu północnym (Fig. 4.8). Wapienie i dolomity mają porowatość od 0,4 do 20,74% przy średniej 6,41% i przepuszczalność ok. 49 mD. Górna powierzchnia jury ma charakter erozyjny, w obrębie złóż występują dwie kulminacje oddzielone paleodoliną. Niezgodnie na jurze zalegają piaskowce cenomanu, o miąższości od 1 do 17,9 m. Ich porowatość osiąga od 3,51 do 21,13% przy średniej 13,28% i przepuszczalności pomiędzy 100 a 300 mD. Akumulacje w wapieniach i dolomitach malmu oraz w przykrywających je piaskowcach cenomanu stanowią jeden układ hydrodynamiczny.

Bezpośrednio na mezozoicznym podłożu zalegają utwory miocenu (badenu dolnego) o miąższości od 380 do 800 m, ugięte w formę łagodnej antykliny (pułapka typu antykliny kompacyjnej). W ich obrębie występują 3 horyzonty zbiornikowe o miąższości efektywnej od 10 do 14 m, rozdzielone warstwami nieprzepuszczalnymi o miąższości od 180 do 240 m. Porowatość horyzontów złóżowych wynosi od 9,9 do 12,5%.

Na utwory mioceńskie zapadliska przedkarpackiego nasunięty jest flisz płaszczowin karpackich.

Otwory udostępniające:

Nazwa otworu	Głębokość spągu [m p.p.t.]	Stratygrafia na dnie
ŁĄKTA 15	2238	miocen
ŁĄKTA 28	2325	malm
ŁĄKTA 12	2384	malm
ŁĄKTA 26	2443	malm
ŁĄKTA 27	2350	malm
LESZCZYNA 23	2323	jura górna
ŁĄKTA 8	2385,8	malm
ŁĄKTA 7	2312,3	malm
ŁĄKTA 23	2301,4	miocen
LESZCZYNA 24	2306	malm
ŁĄKTA 5	2634,6	malm
ŁĄKTA 6	2474,6	malm
ŁĄKTA 21	2340	paleogen–neogen
ŁĄKTA 1	2374,4	jura
ŁĄKTA 10	2437	miocen

Parametry złóża i parametry jakościowe kopalin: dane zestawiono w Tab. 4.6.

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
GAZ ZIEMNY					
ciśnienie aktualne	-----	-----	6,850	MPa	złoże miocenne (horyzont I)
ciśnienie aktualne	-----	-----	12,850	MPa	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 5")
ciśnienie aktualne	-----	-----	20,910	MPa	złoże mezozoiczne (cenoman)
ciśnienie aktualne	-----	-----	20,910	MPa	złoże mezozoiczne (malm)
ciśnienie aktualne	-----	-----	4,600	MPa	złoże miocenne (horyzont III)
ciśnienie aktualne	-----	-----	11,870	MPa	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 10")
ciśnienie denne Pds	-----	-----	16,660	MPa	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 10")
ciśnienie denne Pds	22,320	23,580	-----	MPa	złoże mezozoiczne (cenoman)
ciśnienie denne Pds	-----	-----	15,770	MPa	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 5")
ciśnienie denne Pds	-----	-----	14,620	MPa	złoże miocenne (horyzont I)
ciśnienie denne Pds	-----	-----	19,700	MPa	złoże miocenne (horyzont III)
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	14,120	MPa	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 10")
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	13,230	MPa	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 5")
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	12,360	MPa	złoże miocenne (horyzont I)
ciśnienie głowicowe Pgs	-----	-----	16,380	MPa	złoże miocenne (horyzont III)
ciśnienie głowicowe Pgs	18,390	19,220	-----	MPa	złoże mezozoiczne (cenoman)
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	19,700	MPa	złoże miocenne (horyzont III)
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	23,580	MPa	złoże mezozoiczne (malm)
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	15,770	MPa	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 5")
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	16,660	MPa	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 10")
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	14,620	MPa	złoże miocenne (horyzont I)
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	23,580	MPa	złoże mezozoiczne (cenoman)
głębokość położenia złoża	-----	-----	-2 260,000	m	złoże miocenne (horyzont III)
głębokość położenia złoża	-----	-----	-2 030,000	m	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 10")
głębokość położenia złoża	-----	-----	-2 290,000	m	złoże mezozoiczne (malm)
głębokość położenia złoża	-----	-----	-2 220,000	m	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 5")
głębokość położenia złoża	-----	-----	-2 290,000	m	złoże mezozoiczne (cenoman)
głębokość położenia złoża	-----	-----	-1 900,000	m	złoże miocenne (horyzont I)
miąższość efektywna złoża	-----	-----	13,650	m	złoże miocenne (horyzont III)
miąższość efektywna złoża	0,000	72,400	31,100	m	złoże mezozoiczne (malm)
miąższość efektywna złoża	1,000	20,000	11,800	m	złoże mezozoiczne (cenoman)
miąższość efektywna złoża	-----	-----	13,630	m	złoże miocenne (horyzont I)
miąższość efektywna złoża	-----	-----	13,760	m	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 5")
miąższość efektywna złoża	-----	-----	10,500	m	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 10")
miąższość złoża	0,000	84,400	48,100	m	złoże mezozoiczne (malm)
miąższość złoża	1,000	20,000	11,800	m	złoże mezozoiczne (cenoman)
miąższość złoża	-----	-----	32,000	m	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 5")
miąższość złoża	-----	-----	36,700	m	złoże miocenne (horyzont III)
miąższość złoża	-----	-----	25,000	m	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 10")
miąższość złoża	-----	-----	29,000	m	złoże miocenne (horyzont I)
porowatość efektywna	-----	-----	9,900	%	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 10")
porowatość efektywna	-----	-----	11,530	%	złoże miocenne (horyzont I)
porowatość efektywna	-----	-----	12,500	%	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 5")
porowatość efektywna	-----	-----	4,870	%	złoże mezozoiczne (malm)
porowatość efektywna	-----	-----	13,280	%	złoże mezozoiczne (cenoman)
porowatość efektywna	-----	-----	11,230	%	złoże miocenne (horyzont III)
przepuszczalność	-----	-----	48,900	mD	złoże mezozoiczne (malm)
przepuszczalność	0,000	40,000	-----	mD	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 10")
przepuszczalność	0,000	40,000	-----	mD	złoże miocenne (horyzont III)
przepuszczalność	0,000	40,000	-----	mD	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 5")
przepuszczalność	-----	-----	364,900	mD	złoże mezozoiczne (cenoman)
przepuszczalność	0,000	40,000	-----	mD	złoże miocenne (horyzont I)
temperatura złoża	-----	-----	325,900	K	złoże miocenne (horyzont I)
temperatura złoża	-----	-----	336,300	K	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 5")
temperatura złoża	-----	-----	330,000	K	złoże miocenne (horyzont II, odw. "Łąka 10")
temperatura złoża	-----	-----	338,700	K	złoże mezozoiczne (malm)
temperatura złoża	-----	-----	337,700	K	złoże miocenne (horyzont III)

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
temperatura złoża	-----	-----	338,700	K	złoże mezozoiczne (cenoman)
wartość opałowa	-----	-----	6 836,500	Kcal/Nm ³	
warunki produkowania	-----	-----	-----	-	złoże miocenijskie (horyzont III), ekspansyjne
warunki produkowania	-----	-----	-----	-	złoże miocenijskie (horyzont I), ekspansyjne
warunki produkowania	-----	-----	-----	-	złoże miocenijskie (horyzont II, odw. "Łąka 10"), ekspansyjne
warunki produkowania	-----	-----	-----	-	złoże mezozoiczne (cenoman), sprężysto-wodnonaporowe
warunki produkowania	-----	-----	-----	-	złoże miocenijskie (horyzont II, odw. "Łąka 5"), ekspansyjne
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,800	.	złoże miocenijskie (horyzont III)
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,900	.	złoże mezozoiczne (malm)
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,800	.	złoże miocenijskie (horyzont I)
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,900	.	złoże mezozoiczne (cenoman)
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,800	.	złoże miocenijskie (horyzont II, odw. "Łąka 10")
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,800	.	złoże miocenijskie (horyzont II, odw. "Łąka 5")
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,750	.	złoże miocenijskie (horyzont I)
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,750	.	złoże miocenijskie (horyzont II, odw. "Łąka 5")
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,750	.	złoże miocenijskie (horyzont III)
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,800	.	złoże mezozoiczne (cenoman)
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,650	.	złoże mezozoiczne (malm)
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,750	.	złoże miocenijskie (horyzont II, odw. "Łąka 10")
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	99,500	m ³ /min	złoże miocenijskie (horyzont I)
wydajność absolutna Vabs	116,000	3 239,000	-----	m ³ /min	złoże mezozoiczne (cenoman)
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	4,250	m ³ /min	złoże miocenijskie (horyzont II, odw. "Łąka 10")
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	9,200	m ³ /min	złoże miocenijskie (horyzont II, odw. "Łąka 5")
wydajność absolutna Vabs	20,000	30,000	-----	m ³ /min	złoże miocenijskie (horyzont III)
wydajność dozwolona Vdozw	2,000	15,000	-----	m ³ /min	złoże miocenijskie (horyzont III)
wydajność dozwolona Vdozw	50,000	260,000	-----	m ³ /min	złoże mezozoiczne (cenoman)
wydajność dozwolona Vdozw	-----	-----	6,000	m ³ /min	złoże miocenijskie (horyzont II, odw. "Łąka 5")
wydajność dozwolona Vdozw	-----	-----	14,000	m ³ /min	złoże miocenijskie (horyzont I)
wydajność dozwolona Vdozw	-----	-----	2,000	m ³ /min	złoże miocenijskie (horyzont II, odw. "Łąka 10")
zawartość C ₂ H ₆	0,820	8,980	-----	% obj.	
zawartość CH ₄	-----	-----	98,000	% obj.	
zawartość He	-----	-----	0,020	% obj.	
zawartość N ₂	-----	-----	1,500	% obj.	
GAZ ZIEMNY Z PÓL GAZOWYCH					
gęstość	-----	-----	0,571	-	złoże miocenijskie (horyzont II, odw. "Łąka 5"), względem powietrza
gęstość	-----	-----	0,569	-	złoże miocenijskie (horyzont I), względem powietrza
gęstość	-----	-----	0,577	-	złoże miocenijskie (horyzont III), względem powietrza
gęstość	-----	-----	0,569	-	złoże miocenijskie (horyzont II, odw. "Łąka 10"), względem powietrza
wartość opałowa	-----	-----	8 572,000	kcal/m ³	złoże miocenijskie (horyzont I)
wartość opałowa	-----	-----	8 572,000	kcal/m ³	złoże miocenijskie (horyzont II, odw. "Łąka 10")
wartość opałowa	-----	-----	8 506,000	kcal/m ³	złoże miocenijskie (horyzont II, odw. "Łąka 5")
wartość opałowa	-----	-----	8 558,000	kcal/m ³	złoże miocenijskie (horyzont III)
zawartość C ₂ H ₆	-----	-----	0,645	% obj.	złoże miocenijskie (horyzont III)
zawartość C ₂ H ₆	-----	-----	0,672	% obj.	złoże miocenijskie (horyzont II, odw. "Łąka 5")
zawartość C ₂ H ₆	-----	-----	0,459	% obj.	złoże miocenijskie (horyzont II, odw. "Łąka 10")
zawartość C ₂ H ₆	-----	-----	0,459	% obj.	złoże miocenijskie (horyzont I)
zawartość CH ₄	-----	-----	99,061	% obj.	złoże miocenijskie (horyzont I)

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
zawartość CH ₄	-----	-----	96,510	% obj.	złoże mioceńskie (horyzont III)
zawartość CH ₄	-----	-----	98,061	% obj.	złoże mioceńskie (horyzont II, odw. "Łąka 10")
zawartość CH ₄	-----	-----	97,120	% obj.	złoże mioceńskie (horyzont II, odw. "Łąka 5")
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃ ⁺	-----	-----	17,950	g/m ³	złoże mioceńskie (horyzont III)
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃ ⁺	-----	-----	9,300	g/m ³	złoże mioceńskie (horyzont II, odw. "Łąka 10")
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃ ⁺	-----	-----	9,640	g/m ³	złoże mioceńskie (horyzont II, odw. "Łąka 5")
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃ ⁺	-----	-----	9,300	g/m ³	złoże mioceńskie (horyzont I)
GAZ ZIEMNY Z PÓŁ KONDENSATOWYCH					
gęstość	-----	-----	0,634	-	złoże mezozoiczne (cenoman), względem powietrza
wartość opałowa	-----	-----	9 040,000	kcal/m ³	złoże mezozoiczne (cenoman)
zawartość C ₂ H ₆	-----	-----	3,210	% obj.	złoże mezozoiczne (cenoman)
zawartość CH ₄	-----	-----	89,710	% obj.	złoże mezozoiczne (cenoman)
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃ ⁺	-----	-----	82,000	g/m ³	złoże mezozoiczne (cenoman)
KONDENSAT					
ciśnienie aktualne	-----	-----	20,910	MPa	złoże mezozoiczne (cenoman)
ciśnienie denne Pds	22,320	23,580	-----	MPa	złoże mezozoiczne (cenoman)
ciśnienie głowicowe Pgs	18,390	19,220	-----	MPa	złoże mezozoiczne (cenoman)
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	23,580	MPa	złoże mezozoiczne (cenoman)
głębokość położenia złoża	-----	-----	-2 290,000	m	złoże mezozoiczne (cenoman)
miąższość efektywna złoża	1,000	20,000	11,800	m	złoże mezozoiczne (cenoman)
miąższość złoża	1,000	20,000	11,800	m	złoże mezozoiczne (cenoman)
porowatość efektywna	-----	-----	13,280	%	złoże mezozoiczne (cenoman)
przepuszczalność	-----	-----	364,900	mD	złoże mezozoiczne (cenoman)
temperatura złoża	-----	-----	338,700	K	złoże mezozoiczne (cenoman)
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,900	-	złoże mezozoiczne (cenoman)
wydajność absolutna Vabs	116,000	3 239,000	-----	Nm ³ /min	złoże mezozoiczne (cenoman)
lepkość	0,897	1,237	-----	cSt	w 20st. C; złoże mezozoiczne

Tab. 4.6. Parametry kopalin w złożu Łąka

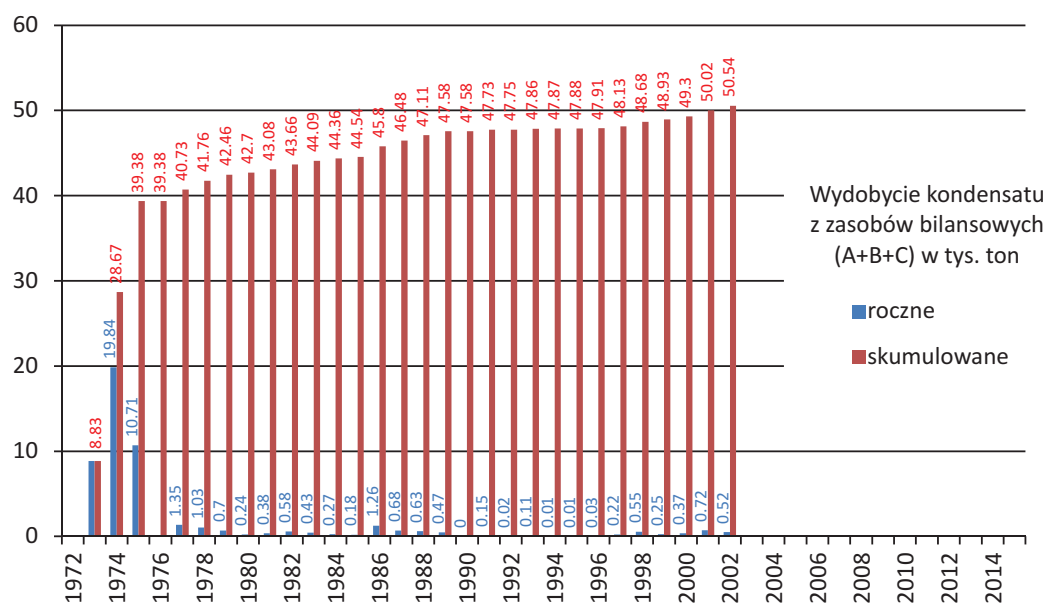
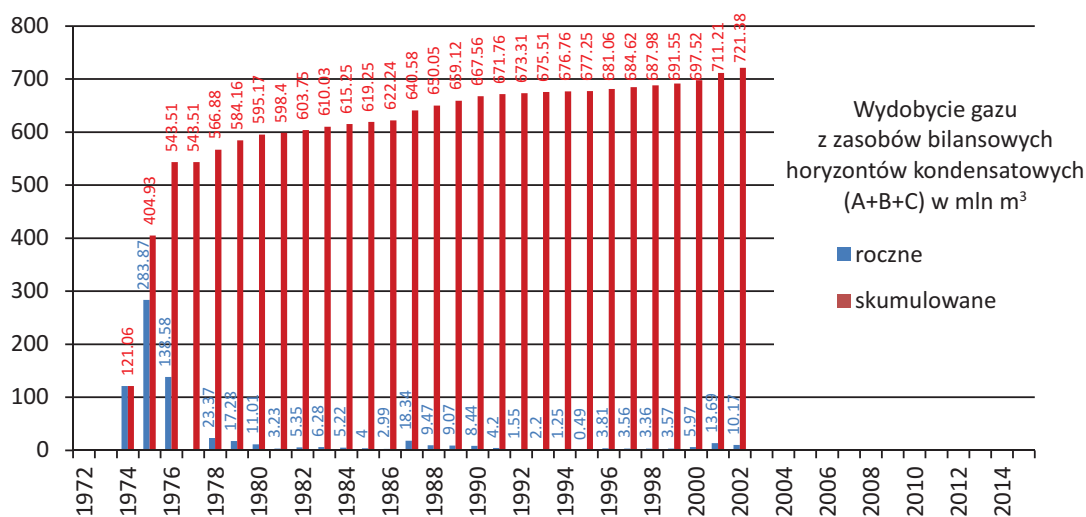
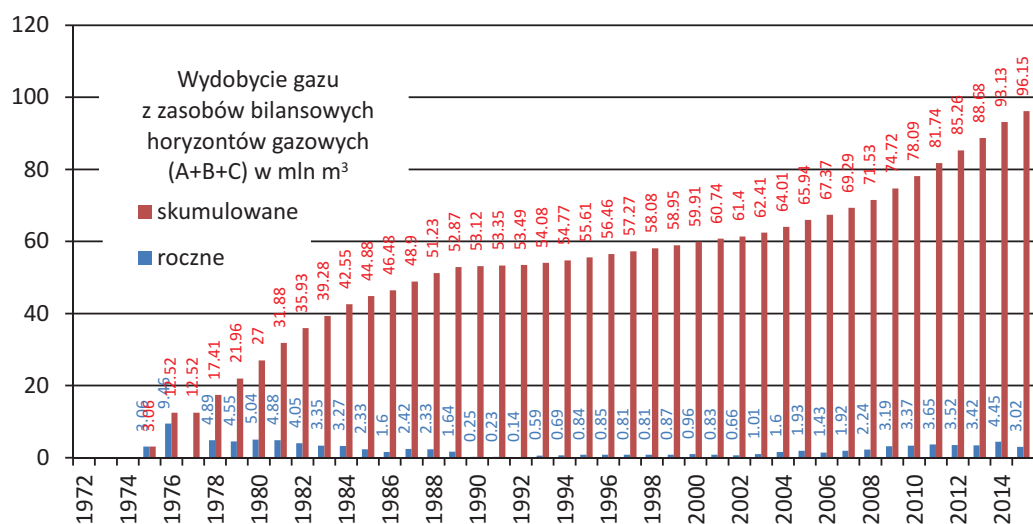
Historia produkcji: dane zestawiono w Tab. 4.7 i na Fig. 4.7–4.8.

Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie gazu ziemnego z zasobów bilansowych pól gazowych w mln m ³		Wydobycie gazu ziemnego z zasobów bilansowych pól kondensatowych w mln m ³		Wydobycie kondensatu w tys. ton	
	A+B	C	A+B	C	A+B	C
15/12/31	2,18	0,84	-	-	-	-
14/12/31	2,34	2,11	-	-	-	-
13/12/31	2,34	1,08	-	-	-	-
12/12/31	2,36	1,16	-	-	-	-
11/12/31	2,51	1,14	-	-	-	-
10/12/31	2,38	0,99	-	-	-	-
09/12/31	2,11	1,08	-	-	-	-
08/12/31	1,12	1,12	-	-	-	-
07/12/31	0,72	1,20	-	-	-	-
06/12/31	0,74	0,69	-	-	-	-
05/12/31	1,07	0,86	-	-	-	-
04/12/31	0,68	0,92	-	-	-	-
03/12/31	0,56	0,45	-	-	0,11	-
02/12/31	0,45	0,21	10,17	-	0,52	-
01/12/31	0,32	0,51	13,69	-	0,72	-
00/12/31	0,39	0,57	5,97	-	0,37	-
99/12/31	0,41	0,46	3,57	-	0,25	-
98/12/31	0,38	0,43	3,36	-	0,55	-
97/12/31	0,44	0,37	3,56	-	0,22	-

96/12/31	0,32	0,53	3,81		0,03	
95/12/31	0,43	0,41	0,49		0,01	
94/12/31	0,23	0,46	1,25		0,01	
93/12/31	0,1	0,49	2,20		0,11	
92/12/31	0,05	0,09	1,55		0,02	
91/12/31	0,23		4,2		0,15	
90/12/31		0,25		8,44		
89/12/31		1,64		9,07		0,47
88/12/31		2,33		9,47		0,63
87/12/31		2,42		18,34		0,68
86/12/31		1,6		2,99		1,26
85/12/31		2,33		4		0,18
84/12/31		3,27		5,22		0,27
83/12/31		3,35		6,28		0,43
82/12/31		4,05		5,35		0,58
81/12/31		4,88		3,23		0,38
80/12/31		5,04		11,01		0,24
79/12/31		4,55		17,28		0,7
78/12/31		4,89		23,37		1,03
77/12/31		b,d,		b,d,		1,35
76/12/31		9,46		138,58		b,d,
75/01/01		3,06		283,87		10,71
74/01/01		-		121,06		19,84
73/01/01		-		-		8,83
72/01/01		-		-		-

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

→ **Fig. 4.7.** Wykres wydobycia gazu ziemnego i kondensatu w złożu Łąka (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę)



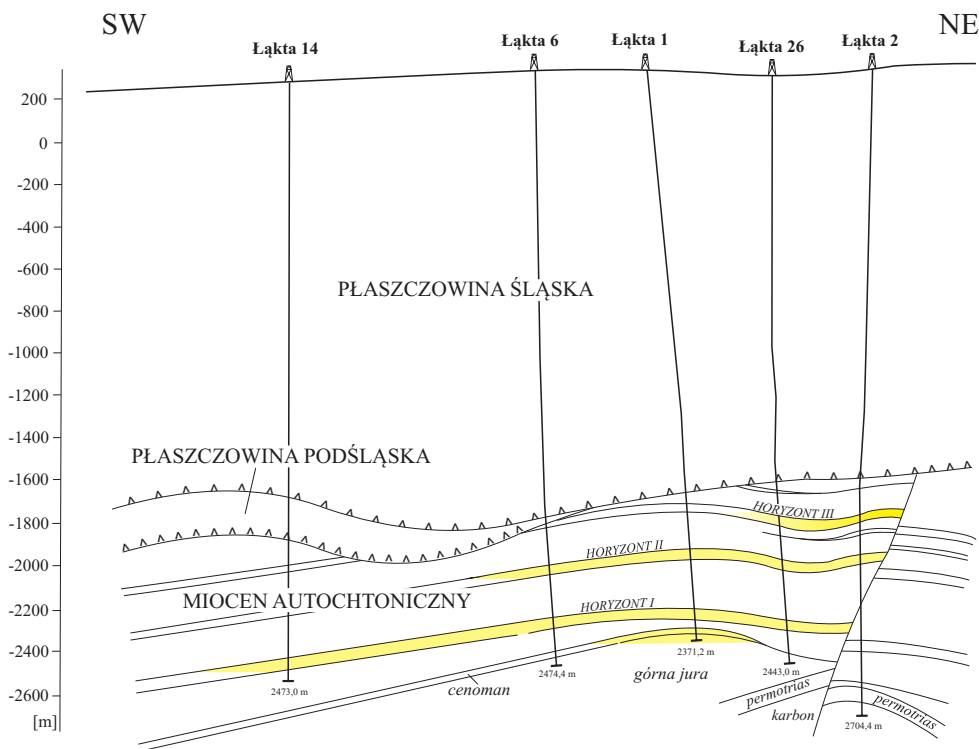


Fig. 4.8. Przekrój geologiczny przez złożo Łąka według Dusza i Dudek (1991)

4.2.5. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO GRĄDY BOCHEŃSKIE

Położenie administracyjne:

województwo – małopolskie
powiat – bocheński, brzeski
gminy – Rzezawa, Brzesko

Powierzchnia całkowita złoża: 211 ha

Głębokość zalegania:

horyzont I E: 658–675 m
horyzont II E: 626–655 m
horyzont I W: 517–590 m
horyzont II W: 455–525 m

Miaższość efektywna:

horyzont I E: 4,5 m
horyzont II E: 12,5 m
horyzont I W: 33,5 m
horyzont II W: 23,0 m

Stratygrafia: miocen

Koncesja na wydobywanie: 215/94 z dnia 26 sierpnia 1994 roku

wydana przez: Minister Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa

Użytkownik złoża: PGNiG S.A.

Data rozpoczęcia eksploatacji: 15 lutego 1996 r.

Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Kraków

Nr MIDAS: 4640

Dokumentacje NAG:

1. Jawor, E., Jawor, W., Pieniążek, I. 1985. Dokumentacja geologiczna złóż gazu ziemnego Borek, Grądy Bocheńskie, Rysie. Arch. CAG PIG, Inw. 15867 CUG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Podsekretarza Stanu Głównego Geologa Kraju w Ministerstwie Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych z dnia 12 listopada 1986 roku znak: KZK/012/M/pf158/5077/86.
2. Jawor, E., Jawor, W., Pieniążek, I. 1990. Dodatek nr 1 do

dokumentacji geologicznej złóż gazu ziemnego Borek, Grądy Bocheńskie, Rysie. Arch. CAG PIG, Inw. 870/91 CUG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 2 lipca 1991 roku, znak: KZK/012/W/5883/91.

3. Polakowski, T. 2004. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Grądy Bocheńskie w kat. B+C. Arch. CAG PIG, Inw. 1971/2004, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Ministra Środowiska z dnia 10 listopada 2004 roku, znak: DG/kzk/EZD/489-7553/2004.
4. Rzeźnik, M. 2015. Dokumentacja geologiczno-inwestycyjna złoża gazu ziemnego Grądy Bocheńskie. Arch. CAG PIG, Inw. 4502/2016, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Ministra Środowiska z dnia 26 czerwca 2016 roku, znak: DGK-IV.4741.18.2015.BG.

Zasoby:

Pierwotne zasoby geologiczne (stan na rok 2013):

– 125,5 mln m³ gazu ziemnego w kat. A+B
oraz 55,0 mln m³ w kat. C

Wydobywalne zasoby bilansowe w 2015 roku:

– brak

Zasoby przemysłowe w 2015 roku:

– brak

Wydobycie w 2015 roku:

– brak

Budowa złoża:

Akumulacje gazu na złożu Grądy Bocheńskie występują w dwóch poziomach piaskowców miocennych zapadliska przedkarpacciego (Fig. 4.10). Tworzą one łagodną, równoleżnikową formę antyklinalną. Układ równoleżnikowy na tym obszarze zachowują również duże struktury sedimentacyjne, z którymi są związane akumulacje gazu. Są to głównie strefy plaż i rew miocennego morza (Karnkowski, 1993: str. 199).

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

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie aktualne	-----	-----	3,430	MPa	horyzont II E
ciśnienie aktualne	-----	-----	3,360	MPa	horyzont I W
ciśnienie aktualne	-----	-----	0,000	MPa	horyzont I E
ciśnienie aktualne	-----	-----	4,770	MPa	horyzont II W
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	6,850	MPa	horyzont II E
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	6,020	MPa	horyzont I W
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	7,120	MPa	horyzont I E
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	5,210	MPa	horyzont II W
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	-372,000	m	horyzont I W
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	-454,000	m	horyzont I E
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	-433,000	m	horyzont II E
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	-----	m	horyzont II W - dolną granicę poziomu gazonośnego tworzą izolujące ilowce
miąższość efektywna złoża	-----	-----	12,500	m	horyzont II E
miąższość efektywna złoża	-----	-----	5,000	m	horyzont I E
miąższość efektywna złoża	-----	-----	23,000	m	horyzont II W
miąższość efektywna złoża	-----	-----	33,500	m	horyzont I W
porowatość	-----	-----	22,100	%	horyzont I E
porowatość	-----	-----	11,100	%	horyzont II W
porowatość	-----	-----	13,800	%	horyzont I W
porowatość	-----	-----	14,600	%	horyzont II E
przepuszczalność	-----	-----	26,000	mD	horyzont II W
przepuszczalność	-----	-----	59,000	mD	horyzont I W
przepuszczalność	-----	-----	40,300	mD	horyzont II E
przepuszczalność	-----	-----	159,100	mD	horyzont I E
stopień mineralizacji wody złożowej	-----	-----	-----	g/l	120-227 g/l; 42-43,4 g/l
Temperatura złoża	-----	-----	302,000	K	horyzont I W
Temperatura złoża	-----	-----	301,000	K	horyzont II W
Temperatura złoża	-----	-----	307,000	K	horyzont II E
Temperatura złoża	-----	-----	308,000	K	horyzont I E
typ chemiczny wody złożowej	-----	-----	-----	.	chlorkowo-wapniowa, siarczanowo-sodowa
warunki produkowania	-----	-----	-----	.	mieszane
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,640	%	horyzont I W
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,660	%	horyzont II W
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,670	%	horyzont I E
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,630	%	horyzont II E
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,600	.	horyzont II W
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,800	.	horyzont II E; horyzont I W
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	0,000	Nm³/min	horyzont I E
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	68,900	Nm³/min	2002 rok; horyzont I W
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	64,000	Nm³/min	2002 rok; horyzont II E
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	526,000	Nm³/min	2001 rok; horyzont II W
wydajność dozwolona Vdozw	-----	-----	18,000	Nm³/min	2003 rok; horyzont I W
wydajność dozwolona Vdozw	-----	-----	0,000	Nm³/min	horyzont I E
wydajność dozwolona Vdozw	-----	-----	63,000	Nm³/min	2001 rok; horyzont II W
wydajność dozwolona Vdozw	-----	-----	10,000	Nm³/min	2003 rok; horyzont II E
wykładnik wodny	-----	-----	191,360	g/m³	horyzont I W
wykładnik wodny	-----	-----	0,500	g/m³	horyzont II E
wykładnik wodny	-----	-----	-----	g/m³	horyzont II W - nie eksploatuje
wykładnik wodny	-----	-----	-----	g/m³	horyzont I E - skończono eksploatację
zapiaszczenie	-----	-----	34,400	%	horyzont II W
zapiaszczenie	-----	-----	43,000	%	horyzont I W
zapiaszczenie	-----	-----	60,600	%	horyzont I E
zapiaszczenie	-----	-----	43,300	%	horyzont II E
Gaz ziemny z pól gazowych					
wartość opałowa	35,300	35,740	35,620	MJ/m³	
zawartość C ₂ H ₆	0,160	0,280	0,230	% obj.	
zawartość C ₂ H ₆	0,149	0,159	-----	% obj.	Grądy Bocheńskie 6
zawartość CH ₄	97,980	99,090	98,740	% obj.	
zawartość CH ₄	98,067	99,344	-----	% obj.	Grądy Bocheńskie 6
zawartość dwutlenku węgla	0,000	0,130	0,070	% obj.	
zawartość He	0,000	0,016	0,007	% obj.	
zawartość He	0,011	0,016	-----	% obj.	Grądy Bocheńskie 6

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
zawartość N_2	0,560	1,780	0,920	% obj.	
zawartość N_2	0,181	1,505	-----	% obj.	Grądy Bocheńskie 6
zawartość siarkowodoru	-----	-----	-----	% obj.	nie stwierdzono
zawartość węglowodorów ciężkich C_{3+}	0,340	1,500	0,780	% obj.	

Tab. 4.8. Parametry kopalin w złożu Grądy Bocheńskie

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

Kopalina	Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie gazu ziemnego z zasobów bilansowych w mln m ³	
		A+B	C
gaz ziemny	1996	23,98	6,88
gaz ziemny	1997	25,17	7,14
gaz ziemny	1998	20,25	3,39
gaz ziemny	1999	8,34	1,03
gaz ziemny	2000	6,31	0,94
gaz ziemny	2001	5,23	1,69
gaz ziemny	2002	8,40	4,76
gaz ziemny	2003	6,34	3,29
gaz ziemny	2004	4,22	0,25
gaz ziemny	2005	3,75	3,43
gaz ziemny	2006	2,57	5,08
gaz ziemny	2007	1,23	2,70
gaz ziemny	2008	1,23	1,38
gaz ziemny	2009	2,07	0,52
gaz ziemny	2010	2,13	0,02
gaz ziemny	2011	1,77	
gaz ziemny	2012	1,07	
gaz ziemny	2013	0,33	

Tab. 4.9. Historia wydobywania gazu ziemnego i kondensatu w złożu Grądy Bocheńskie (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę)

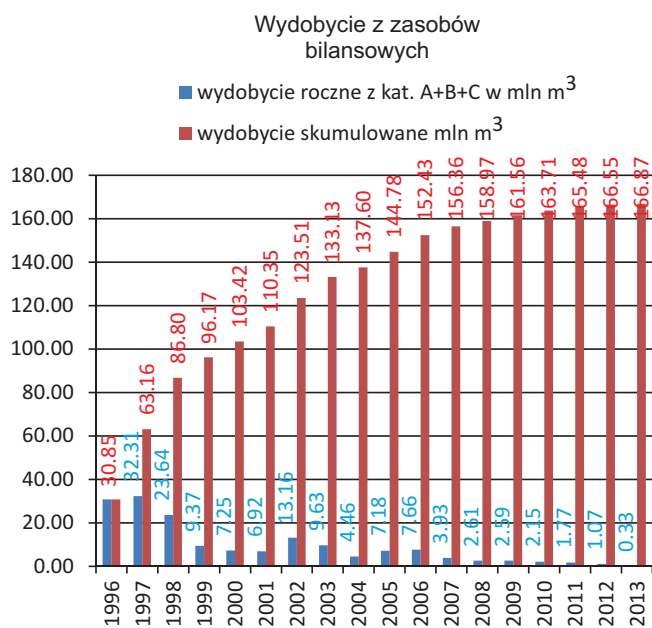


Fig. 4.9. Wykres wydobywania gazu ziemnego i kondensatu w złożu Grądy Bocheńskie (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę)

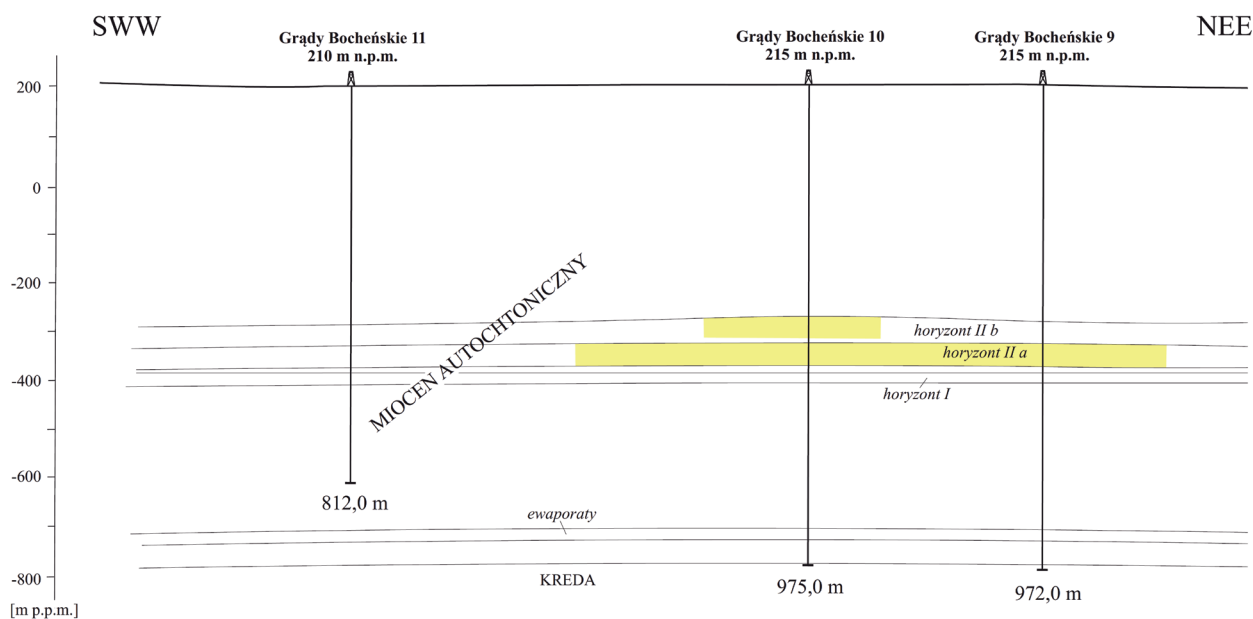


Fig. 4.10. Przekrój geologiczny przez złożo Grądy Bocheńskie (na podstawie Jawor i in., 1985)

4.2.6. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO
GRABINA-NIEZNANOWICE POŁUDNIE

Położenie administracyjne:

województwo – małopolskie
powiat – bocheński, wielicki
gmina – Bochnia, Łapanów, Gdów

Powierzchnia całkowita złoża: 170 ha

Głębokość zalegania: 823 – 971 m

Mięszość efektywna:

horyzont Grabina 6: 17,7 m
horyzont Grabina 8: 4,6 m
horyzont Grabina 12: 12,0 m

Stratygrafia: miocen

Koncesja na wydobywanie: 217/94 z dnia 26 czerwca 1994 roku wydana przez: Minister Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa

Użytkownik złoża: PGNiG S.A.

Data rozpoczęcia eksploatacji: 1993 r.

Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Kraków

Nr MIDAS: 4747

Dokumentacja NAG:

Jawor, E., Jawor, W. Pieniążek, I. 1987. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Grabina-Nieznanowice Południe. Arch. CAG PIG, Inw. 4930/567, Warszawa. Za-

twierdzona decyzją Głównego Geologa Kraju w Ministerstwie Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych z dnia 12 maja 1988 roku, znak: KZK/012/M/pf68/5423/88.

Zasoby:

Pierwotne zasoby geologiczne wg stanu na 31.12.1971 r.

– 266,00 mln m³ w kat. A+B oraz 85,00 mln m³ w kat. C

Wydobywalne zasoby bilansowe w 2015 roku:

– 161,29 mln m³ w kat. A+B oraz 44,45 mln m³ w kat. C

Zasoby przemysłowe w 2015 roku:

– 88,01 mln m³ w kat. A+B oraz 22,53 mln m³ w kat. C

Otwory udostępniające:

Nazwa otworu	Głębokość spągu [m p.p.t.]	Stratygrafia na dnie
GRABINA 11	1593	jura górna
GRABINA 12	1654	kreda
GRABINA 8	1236	kreda
GRABINA 9	1287	baden
GRABINA 6	1382	jura górna

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

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie złożowe	-----	-----	10,220	MPa	horyzont Grabina 8
ciśnienie złożowe	7,340	9,810	8,530	MPa	horyzont Grabina 6
ciśnienie złożowe	-----	-----	9,230	MPa	horyzont Grabina 12
głębokość położenia wody podścielającej	900,000	934,000	-----	m	
głębokość położenia złoża	823,000	971,000	-----	m	
mięszość efektywna złoża	-----	-----	4,600	m	horyzont Grabina 8
mięszość efektywna złoża	13,600	21,800	17,700	m	horyzont Grabina 6
mięszość efektywna złoża	-----	-----	12,000	m	horyzont Grabina 12
mięszość złoża	32,000	49,000	-----	m	horyzont Grabina 6
mięszość złoża	-----	-----	11,000	m	horyzont Grabina 8
mięszość złoża	16,400	19,300	-----	m	horyzont Grabina 12
porowatość efektywna	-----	-----	18,000	%	horyzont Grabina 8
porowatość efektywna	-----	-----	12,600	%	horyzont Grabina 12
porowatość efektywna	-----	-----	13,600	%	horyzont Grabina 6
temperatura złoża	-----	-----	309,000	K	horyzont Grabina 12
temperatura złoża	307,000	312,000	-----	K	horyzont Grabina 6
temperatura złoża	-----	-----	315,000	K	horyzont Grabina 8
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,750	.	horyzont Grabina 6
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,750	.	horyzont Grabina 12
współczynnik nasycenia węglowodorami	-----	-----	0,750	.	horyzont Grabina 8
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,700	.	horyzont Grabina 8
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,700	.	horyzont Grabina 6
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,600	.	horyzont Grabina 12
wydajność odwiertów	-----	-----	7,300	m ³ /min	horyzont Grabina 12
wydajność odwiertów	2,000	61,000	-----	m ³ /min	horyzont Grabina 6
wydajność odwiertów	-----	-----	8,000	m ³ /min	horyzont Grabina 8
zapiaszczenie	37,000	47,000	42,000	%	
Gaz ziemny z pól gazowych					
gęstość	-----	-----	0,571	-	horyzont Grabina 8 (względem powietrza)
gęstość	-----	-----	0,599	-	horyzont Grabina 12 (względem powietrza)
gęstość	-----	-----	0,569	-	horyzont Grabina 6 (względem powietrza)
wartość opałowa	-----	-----	8 326,000	kcal/m ³	horyzont Grabina 8
wartość opałowa	7 233,830	8 523,000	8 104,680	kcal/m ³	horyzont Grabina 6
wartość opałowa	-----	-----	9 011,000	kcal/m ³	horyzont Grabina 12

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
zawartość C_2H_6	-----	-----	0,213	% obj.	horyzont Grabina 12
zawartość C_2H_6	-----	-----	0,150	% obj.	horyzont Grabina 8
zawartość C_2H_6	0,049	0,511	-----	% obj.	horyzont Grabina 6
zawartość CH_4	-----	-----	88,572	% obj.	horyzont Grabina 8
zawartość CH_4	-----	-----	90,049	% obj.	horyzont Grabina 12
zawartość CH_4	84,231	98,000	-----	% obj.	horyzont Grabina 6
zawartość dwutlenku węgla	0,030	0,623	-----	% obj.	horyzont Grabina 6
zawartość dwutlenku węgla	-----	-----	1,916	% obj.	horyzont Grabina 12
zawartość dwutlenku węgla	-----	-----	0,053	% obj.	horyzont Grabina 8
zawartość H_2	-----	-----	0,000	% obj.	horyzont Grabina 12
zawartość H_2	-----	-----	0,028	% obj.	horyzont Grabina 8
zawartość H_2	0,010	0,040	-----	% obj.	horyzont Grabina 6
zawartość N_2	1,260	14,287	-----	% obj.	horyzont Grabina 6
zawartość N_2	-----	-----	7,754	% obj.	horyzont Grabina 12
zawartość N_2	-----	-----	9,270	% obj.	horyzont Grabina 8
zawartość węglowodorów ciężkich C_3^+	0,609	4,630	-----	g/m ³	horyzont Grabina 6
zawartość węglowodorów ciężkich C_3^+	-----	-----	1,758	g/m ³	horyzont Grabina 12
zawartość węglowodorów ciężkich C_3^+	-----	-----	4,180	g/m ³	horyzont Grabina 8

Tab. 4.10. Parametry złoża gazu ziemnego Grabina-Nieznanowice Południe oraz parametry jakościowe kopaliny

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

Kopalina	Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie gazu ziemnego z zasobów bilansowych kat A+B w mln m ³
gaz ziemny	1993	2,85
gaz ziemny	1994	2,98
gaz ziemny	1995	1,63
gaz ziemny	1996	1,43
gaz ziemny	1997	1,17
gaz ziemny	1998	0,87
gaz ziemny	1999	0,69
gaz ziemny	2000	0,56
gaz ziemny	2001	0,45
gaz ziemny	2002	0,47
gaz ziemny	2003	0,43
gaz ziemny	2004	0,43
gaz ziemny	2005	0,43
gaz ziemny	2006	0,45
gaz ziemny	2007	0,42
gaz ziemny	2008	0,29
gaz ziemny	2009	0,29
gaz ziemny	2010	0,29
gaz ziemny	2011	0,29
gaz ziemny	2012	0,26
gaz ziemny	2013	0,29
gaz ziemny	2014	0,18
gaz ziemny	2015	0,1

Tab. 4.11. Historia wydobywania gazu ziemnego w złożu Grabina-Nieznanowice Południe (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę)

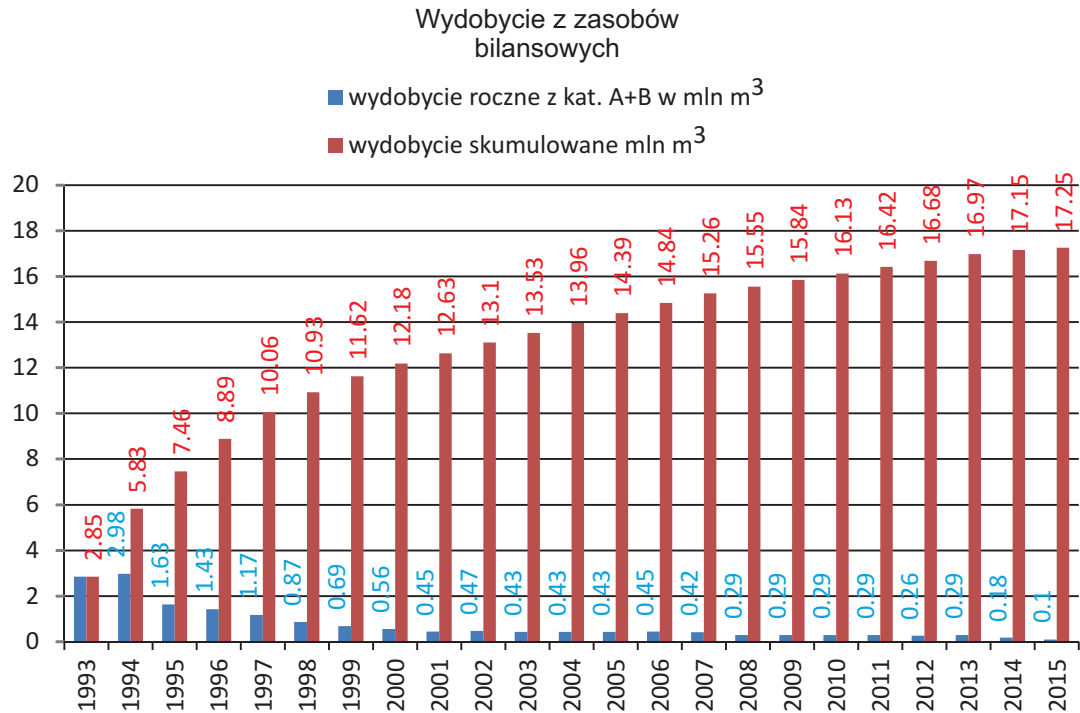


Fig. 4.11. Wykres wydobycia gazu ziemnego w złożu Grabina-Nieznanowice Południe (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę)

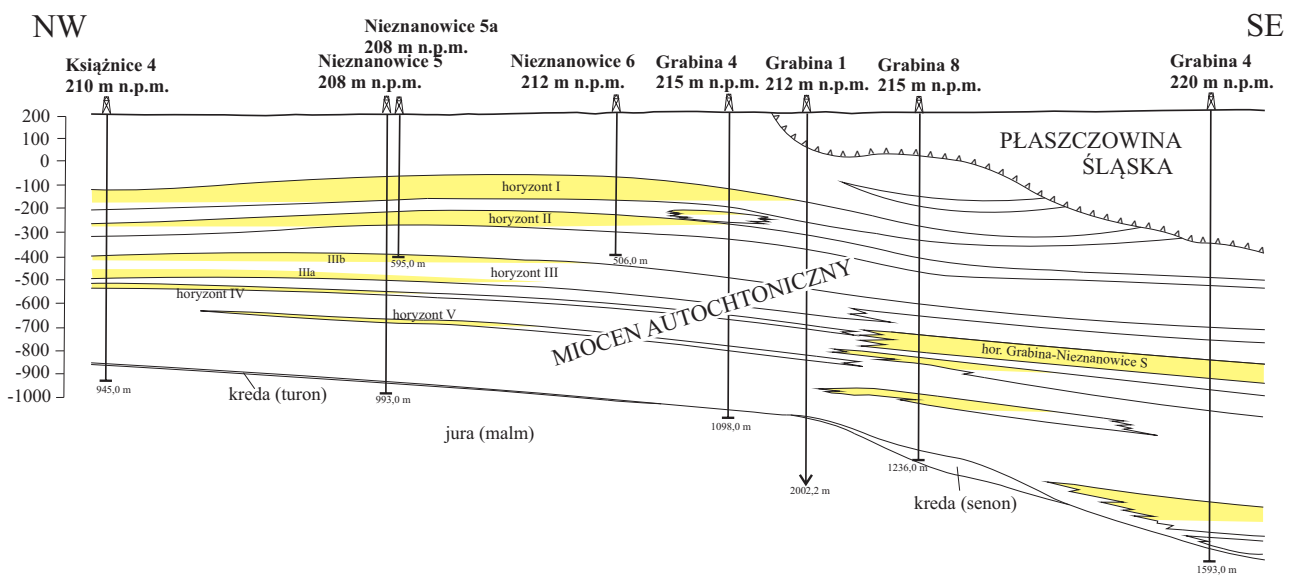


Fig. 4.12. Przekrój geologiczny przez złożo Grabina – Nieznanowice Południe według Jawor i in. (1987)

4.2.7. ZŁOŻE GAZU ZIEMNEGO SŁOPNICE

Położenie administracyjne:

województwo – małopolskie
powiat – limanowski
gmina – Słupnice

Powierzchnia całkowita złoża: 235.00 ha

Głębokość zalegania: 1518 – 2640 m p.p.m.

Stratygrafia: warstwy krośnieńskie i menilitowe, łupki grybowskie i psc. cergowskie

Koncesja na wydobywanie: 80/92 z dnia 10 grudnia 1992 roku wydana przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa

Użytkownik złoża: PGNiG S.A.

Data rozpoczęcia eksploatacji: lipiec 1976 roku, zakończona 30 września 2012 roku.

Nadzór górniczy: Okręgowy Urząd Górniczy – Kraków

Nr MIDAS: 4596

Dokumentacje NAG:

1. Jawor, E., Jawor, W., Pieniążek, I. 1973. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Słopnice. Arch. CAG Inw. 10517a CUG Warszawa. Zatwierdzona decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 30 kwietnia 1974 roku znak: KZK/012/S/2946/74.
2. Jawor, E., Jawor, W., Pieniążek, I. 1975. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Słopnice. Arch. CAG Inw. 10517b CUG, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 30 kwietnia 1976 roku, znak: KZK/012/S/3330/76.
3. Połtowicz, S., Janczy, G. 1986. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego i kondensatu gazowego Słopnice (Dodatk nr 2). Arch. CAG Inw. 16006 CUG, Warszawa. Zatwierdzona decyzją Podsekretarza Stanu w Ministerstwie Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych Głównego Geologa Kraju z dnia 9 lutego 1987 roku, znak: KZK/012/M/pf18/5141/86/87.
4. Jawor, E., Baran, W., Jawor, U. 1993. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego i ropy naftowej Słopnice i Limanowa. Dodatek nr III do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Słopnice. Arch. CAG Inw. 641/94, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 17 sierpnia 1994 roku, znak: KZK/012/6302/94.
5. Przybyła, P. 2013. Dodatek nr 4 do dokumentacji złoża gazu ziemnego Słopnice w kat. A, C. (Dokumentacja rozliczeniowa). Arch. CAG Inw. 2745/2013, Warszawa. Zatwierdzony decyzją Ministra Środowiska z dnia 12 września 2013 roku, znak: DGKzk-4741-8169/10/36293/13/MW.

Zasoby:

Pierwotne wydobywalne zasoby bilansowe (stan na rok 1975):

– 202,02 mln m³ gazu ziemnego w kat. B+C

– 2,0 tys. ton kondensatu w kat. B+C

Wydobywalne zasoby bilansowe w 2012 roku:

– 80 mln m³ gazu ziemnego w kat. C

– 1,5 tys. ton kondensatu w kat. C

Zasoby przemysłowe w 2015 roku:

– brak

Wydobycie w 2015 roku: brak

Budowa złoża:

W rejonie Słopnic występują jednostka dukielsko-grybowska oraz nasunięta na nią jednostka magurska. Jednostkę dukielsko-grybowską tworzą tutaj fałd Słopnic i element Obidowej-Słopnic.

Akumulacje gazu występują w obrębie warstw grybowskich i spągowej części warstw krośnieńskich w południowym skrzydle fałdu Słopnic (Fig. 4.14). Seria łupków grybowskich osiąga tutaj miąższość do 450 m, w jej obrębie występują 3 horyzonty piaskowców cergowskich o miąższości od 20 do 50 m, rozdzielone seriami łupkowymi grubości 30–70 m. Zalegające powyżej warstwy krośnieńskie, ścięte od góry nasunięciem magurskim, mają do 300 m miąższości i również są horyzontem zbiornikowym. W obrębie elementu Obidowej-Słopnic słabe przypiły gazu występują z warstw krośnieńskich, menilitowych, grybowskich oraz z serii z pogranicza kredy i paleogenu.

Porowatość warstw krośnieńskich w rejonie Słopnic osiąga od 0,1 do 8,28% przy średniej 2,03% i przepuszczalności 0–2,7 mD. Podobne własności mają warstwy grybowskie – od 0,23 do 10,43% przy średniej 1,96%. Wyniki badań laboratoryjnych świadczą o niekorzystnych parametrach skał zbiornikowych, a o przypiły gazu decyduje najprawdopodobniej porowatość szczelinowa.

Otwory udostępniające:

Nazwa otworu	Głębokość spągu [m p.p.t.]	Stratygrafia na dnie
SŁOPNICE 2	2000	łupki grybowskie
SŁOPNICE 3	2845	łupki grybowskie
SŁOPNICE 10	2200	łupki grybowskie
SŁOPNICE 19	2303	łupki grybowskie
SŁOPNICE 24	2200	łupki grybowskie
LEŚNÍÓWKA 2	5006	neogen
LEŚNÍÓWKA 3	2422	warstwy godulskie

Parametry złoża i parametry jakościowe kopalin: dane zestawiono w Tab. 4.12–4.13.

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
ciśnienie aktualne	-----	-----	1,730	MPa	Słopnice-24; 1999 r.
ciśnienie aktualne	-----	-----	6,570	MPa	Słopnice-10; 1996 r.
ciśnienie aktualne	-----	-----	4,060	MPa	Słopnice-2; 1990 r.
ciśnienie aktualne	-----	-----	6,640	MPa	Słopnice-19; 2008 r.
ciśnienie aktualne	-----	-----	3,910	MPa	Słopnice-3; 1999 r.
ciśnienie aktualne	-----	-----	12,170	MPa	Leśniówka-3; 2003 r.
ciśnienie denne Pds	48,400	134,000	-----	ata	
ciśnienie głowicowe Pgs	41,000	111,000	-----	atm	
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	19,240	MPa	Słopnice-10
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	23,780	MPa	Słopnice-3
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	13,460	MPa	Słopnice-24
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	34,030	MPa	Słopnice-19
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	17,390	MPa	Słopnice-2
ciśnienie złożowe pierwotne	-----	-----	17,860	MPa	Leśniówka-3
głębokość położenia wody podścielającej	-----	-----	-----	m	nie określono
miąższość efektywna złoża	2,000	6,000	-----	m	
porowatość	1,060	3,630	-----	%	
przepuszczalność	0,000	2,700	-----	mD	
stopień mineralizacji wody złożowej	-----	-----	6,000	g/l	

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
temperatura złoża	-----	-----	74,850	st.C	Słopnice-10
temperatura złoża	-----	-----	51,850	st.C	Leśniówka-3
temperatura złoża	-----	-----	40,850	st.C	Słopnice-3
temperatura złoża	-----	-----	47,850	st.C	Słopnice-2
temperatura złoża	-----	-----	66,850	st.C	Słopnice-19
typ chemiczny wody złożowej	-----	-----	-----	.	chlorkowo-sodowe
wartość opałowa	-----	-----	9 300,000	Kcal/Nm ³	
warunki produkowania	-----	-----	-----	-	ekspansyjne
współczynnik wydobywania	-----	-----	0,800	.	
wydajność absolutna Vabs	4,700	37,000	14,000	m ³ /min	pierwotna
wydajność absolutna Vabs	-----	-----	10,400	Nm ³ /min	
wydajność dozwolona Vdowz	-----	-----	6,400	Nm ³ /min	
wydajność dozwolona Vdowz	2,100	12,000	6,000	m ³ /min	pierwotna
wykładnik ropny	-----	-----	18,000	g/Nm ³	
wykładnik ropny/kondensatowy	-----	-----	3,580	g/m ³	Leśniówka-3
wykładnik ropny/kondensatowy	-----	-----	15,250	g/m ³	Słopnice-19
wykładnik ropny/kondensatowy	-----	-----	0,000	g/m ³	Słopnice-24
wykładnik ropny/kondensatowy	-----	-----	10,870	g/m ³	Słopnice-2
wykładnik ropny/kondensatowy	-----	-----	3,750	g/m ³	Słopnice-10
wykładnik ropny/kondensatowy	-----	-----	18,560	g/m ³	Słopnice-3
wykładnik wodny	0,000	50,800	33,250	g/m ³	w ostatnim roku eksploatacji
zawartość C ₂ H ₆	6,590	15,070	-----	% obj.	
zawartość CH ₄	78,220	92,240	-----	% obj.	
zawartość dwutlenku węgla	0,000	0,100	-----	% obj.	
zawartość N ₂	0,000	8,650	-----	% obj.	
wartość opałowa	26,680	44,220	39,080	MJ/m ³	
zawartość C ₂ H ₆	0,190	14,350	5,550	% obj.	
zawartość CH ₄	63,860	98,960	88,330	% obj.	
zawartość dwutlenku węgla	0,000	3,900	0,560	% obj.	
zawartość He	0,000	0,020	0,004	% obj.	
zawartość N ₂	0,350	30,550	2,170	% obj.	
zawartość siarkowodoru	-----	-----	-----	% obj.	nie występuje
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃ ⁺	2,200	169,470	81,720	g/m ³	

Tab. 4.12. Parametry złoża gazu ziemnego Słopnice oraz parametry jakościowe kopaliny

Nazwa parametru	Wartość min.	Wartość max.	Wartość średnia	Jednostka	Uwagi
wartość opałowa	26,680	44,220	39,080	MJ/m ³	
zawartość C ₂ H ₆	0,190	14,350	5,550	% obj.	
zawartość CH ₄	63,860	98,960	88,330	% obj.	
zawartość dwutlenku węgla	0,000	3,900	0,560	% obj.	
zawartość He	0,000	0,020	0,004	% obj.	
zawartość N ₂	0,350	30,550	2,170	% obj.	
zawartość siarkowodoru	-----	-----	-----	% obj.	nie występuje
zawartość węglowodorów ciężkich C ₃ ⁺	2,200	169,470	81,720	g/m ³	
gęstość	0,719	0,760	-----	g/cm ³	
ciężar właściwy ropy	0,719	0,760	-----	g/cm ³	
zawartość frakcji benzynowej	58,000	83,000	-----	% obj.	
zawartość frakcji naftowej	14,000	28,000	-----	% obj.	

Tab. 4.13. Parametry kondensatu w złożu Słopnice oraz parametry jakościowe kopaliny

Historia produkcji: dane zestawiono w Tab. 4.14 i na Fig. 4.13–4.14.

Kopalina	Stan na dzień (rok/miesiąc/dzień)	Wydobycie gazu ziemnego z zasobów bilansowych w mln m ³
gaz ziemny	76/12/31	1,76
gaz ziemny	77/12/31	3,48
gaz ziemny	78/12/31	1,63
gaz ziemny	79/12/31	1,37
gaz ziemny	80/12/31	1,07
gaz ziemny	81/12/31	1,07
gaz ziemny	82/12/31	1,67
gaz ziemny	83/12/31	1,55
gaz ziemny	84/12/31	1,82
gaz ziemny	85/12/31	1,53
gaz ziemny	86/12/31	1,81
gaz ziemny	87/12/31	1,85
gaz ziemny	88/12/31	1,93
gaz ziemny	89/12/31	1,87
gaz ziemny	90/12/31	2,11
gaz ziemny	91/12/31	1,77
gaz ziemny	92/12/31	1,585
gaz ziemny	93/12/31	1,77
gaz ziemny	94/12/31	1,68
gaz ziemny	95/12/31	1,93
gaz ziemny	96/12/31	1,51
gaz ziemny	97/12/31	0,93
gaz ziemny	98/12/31	0,49
gaz ziemny	99/12/31	0,45
gaz ziemny	00/12/31	0,34
gaz ziemny	01/12/31	0,31
gaz ziemny	02/12/31	0,23
gaz ziemny	03/12/31	0,23
gaz ziemny	04/12/31	0,22
gaz ziemny	05/12/31	0,22
gaz ziemny	06/12/31	0,22
gaz ziemny	07/12/31	0,33
gaz ziemny	08/12/31	0,45
gaz ziemny	09/12/31	0,22
gaz ziemny	10/12/31	0,21
gaz ziemny	11/12/31	0,24
gaz ziemny	12/12/31	0,165

Tab. 4.14. Historia wydobycia gazu ziemnego w złożu Słupnice (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę)

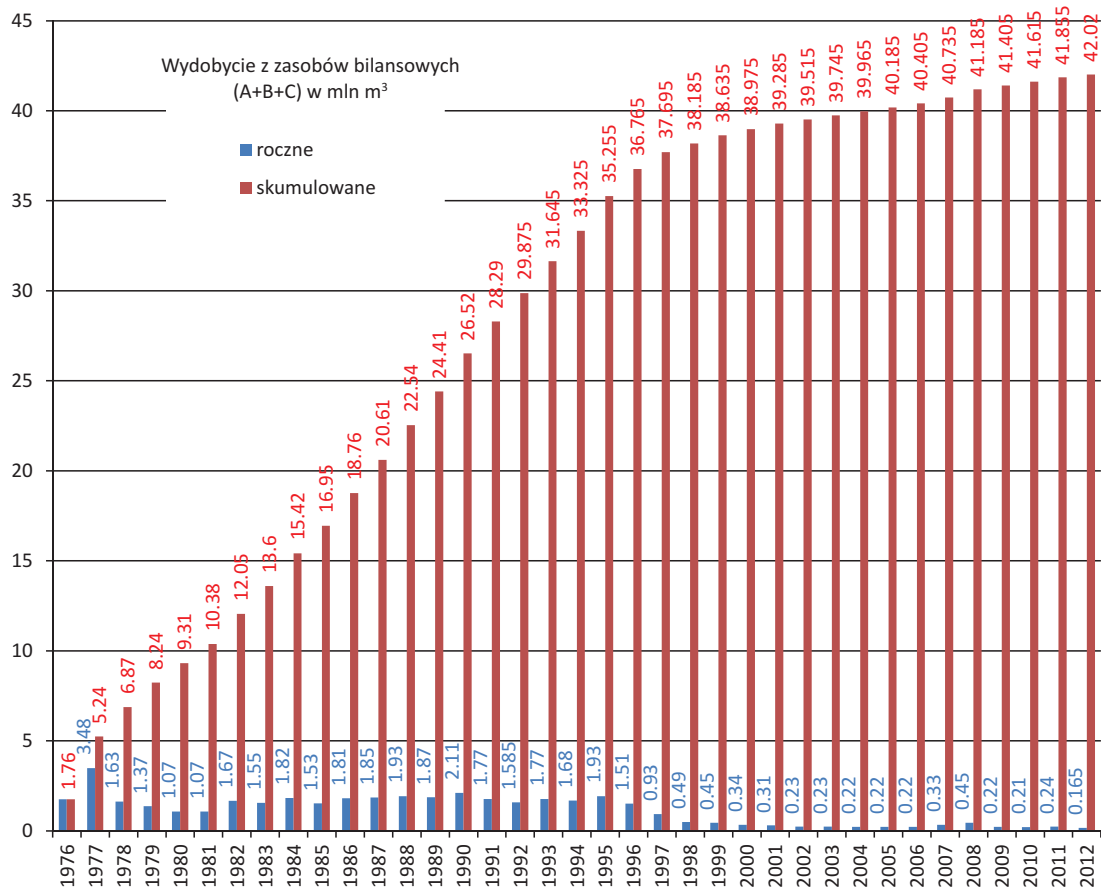


Fig. 4.13. Wykres wydobycia gazu ziemnego w złożu Słupnice (na podstawie corocznych zestawień zmian zasobów złóż przysyłanych przez przedsiębiorcę)

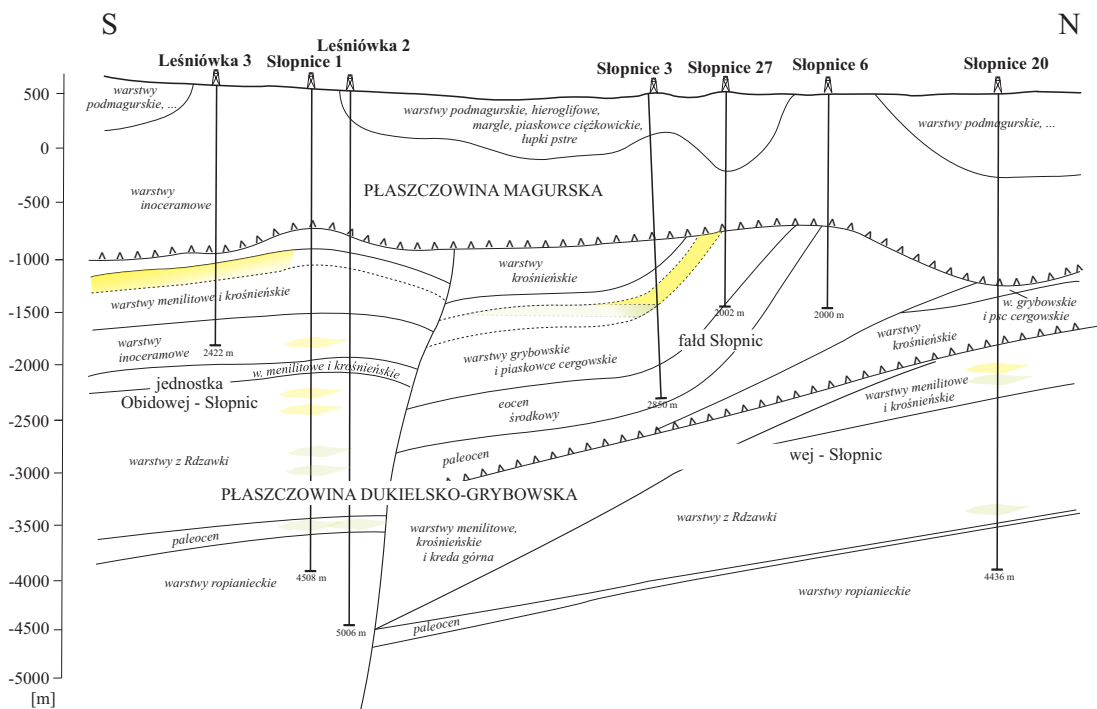


Fig. 4.14. Przekrój geologiczny przez złoża Słupnic (Przybyła, 2013)

5. OTWORY WIERTNICZE

5.1. INFORMACJE OGÓLNE

Na obszarze przetargowym „Bochnia” znajdują się następujące otwory osiągające interwały perspektywiczne (Fig. 5.1):

Nazwa otworu	Głębokość [m p.p.t.]	Stratygrafia na dnie
MOGILANY 1	2500	kambr dolny
RACIBORSKO 2	922	sylur
CHOROWICE 54	849	karbon
CIKOWICE 1	1465,5	dewon
ZABŁOCIE 1	2010	permotrias
SIERCZA 1	1100	permotrias
JAWCZYCE 1	1302	permotrias
ŚWIĄTNIKI 2	1504	jura górna
SZCZYTNIKI 2	1215,5	jura górna
ZAGÓRZE 4	1198	jura górna
ZAGÓRZE 1	1146	jura górna
ŁYSOKANIE 1	1135	jura górna
ŁYSOKANIE 2	1169,6	jura górna
TARGOWISKO 1	1100	jura górna
TARGOWISKO 2	921	jura górna
CICHAWA 8	1029	jura górna
TRĄBKI 1	862	jura górna
KŁAJ 2	711	jura górna
KŁAJ 1	859	kreda górna
KOLANÓW 1	1064	kreda górna
RACIBORSKO 8	883	miocen
STANISŁAWICE „D”	800	miocen
PRZEBIECZANY XXI	772	miocen
SUŁKÓW XVII	510	miocen
SUŁKÓW XX	528	miocen
SUŁKÓW XXIII	502	miocen
SUŁKÓW XV	510,2	miocen
WIATOWICE 2	508	miocen
TARGOWISKO SCH XI	505	miocen
CICHAWA 1	503	miocen
CICHAWA 2	504,7	miocen

W następnych podrozdziałach przedstawiono ich ogólną charakterystykę.

5.2. MOGILANY 1

Głębokość otworu: 2500 m

Rok zakończenia wiercenia: 1969

Stratygrafia:

0,0–12,0 – czwartorzęd

12,0–45,0 – płaszczowina śląska

45,0–330,5 – miocen

330,5–455 – jura górna (malm)

455–1121,5 – dewon środkowy i górny

1121,5–2500 – kambr dolny

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Stwierdzono słaby zapach bitumiczny w rdzeniach z głębokości 877,9–878,9 m oraz 922,3–928,3 m (dolomity). Badania luminescencji rdzeni dały wynik negatywny; sporadycznie obserwowano luminescencję wewnętrzną w piaskowcach dolnego kambru.

Wyniki badań skał:

Analizy petrograficzne przeprowadzono na próbkach rdzenia z głębokości 1495,1–1498,2, 1525,4–1528,2 oraz 1560,1–1562,1. Badania właściwości fizycznych i chemicznych przeprowadzono dla 144 próbek z rdzenia. Wyniki tych badań podsumowują Tab. 5.1 i 5.2.

Wyniki geofizyki otworowej:

W Narodowym Archiwum Geologicznym dostępna jest dokumentacja wynikowa otworu: Mogilany 1 (Pernal, 1969). Podano w niej następujący zakres badań geofizycznych wykonanych w otworze:

- sondowanie elektryczne 30–175 m; 170–595 m; 500–710 m; 705–1210 m; 1070–1590 m; 1520–2075 m; 1965–2225 m; 2115–2290 m; 2260–2500 m;
- profilowanie średnicy otworu 170–595 m; 500–710 m; 705–1210 m; 705–1600 m; 705–2070 m; 705–2230 m; 710–2285 m; 2260–2500 m;
- mikroprofilowanie średnicy otworu 705–1600 m; 705–2010 m;
- mikroprofilowanie 170–595 m; 705–2070 m; 1965–2225 m; 710–2285 m; 2260–2500 m;
- inklinometr 150–2075 m; 2050–2475 m; 2050–2225 m; 2200–2275 m;
- profilowanie gamma i n-gamma 2–597 m; 515–2070 m; 1950–2290 m; 2250–2495 m;
- czasowe profilowanie n-gamma 5–737 m;
- pomiary zawartości CH₄% przewożoną aparaturą karotażową 1160–1233 m; 1492,5–1715 m; 1780–1810,5 m; 2141,5–2172 m;
- pomiary średnich prędkości.

Wyniki badań geofizycznych przedstawiono na załącznikach graficznych, które dostępne są wraz z dokumentacją wynikową otworu Mogilany 1 w Narodowym Archiwum Geologicznym, natomiast profil zbiorczy odwiertu przedstawia Fig. 5.2.

Dokumentacje NAG:

1. Pernal, 1969. Dokumentacja wynikowa wiercenia: Mogilany 1. Inw. 100889, CAG PIG, Warszawa

Publikacje naukowe z danymi z otworu:

1. Konior, K., Turnau, E. 1974. Nowe profile wiertnicze otworów karbonu produktywnego w południowo-wschodniej części górnośląskiego zagłębia. Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego t. XLIV, z. 4, Kraków 1974.
2. Jachowicz-Zdanowska, M. 2010. Palinologia kambru dolnego bloku górnośląskiego i prekambriu bloku małopolskiego w regionie krakowskim. W: Jachowicz-Zdanowska, M., Buła Z. (red): Prekambr i paleozoik regionu krakowskiego. Materiały konferencyjne. PIG-PIB Warszawa.

Rdzeń z głębokości		Stratygrafia	Liczba oznaczeń	Porowatość %	Przepuszczalność mD	Bituminy %	Zasolenie %
od	do						
232,0	306,0	miocen	6	10,69–17–07	342	0,021–0,042	0,085–0,176
339,0	455,0	malm	10	0,79–3,35		0,007–0,012	0,007–0,014
455,0	1117,8	dewon grn+śr	44	0,21–4,15	nieprzepuszczalne	0,009–0,016	0,009–0,015
1117,8	1130,0	dewon grn+śr, kambr dln	3	4,39–9,63	0–0,2	0,006–0,011	0,006–0,011
1139,7	1277,5	kambr dln	13	3,76–12,81	0–6,7	0,009–0,013	0,010–0,159
1295,1	1468,5	kambr dln	12	0,85–6,76	nieprzepuszczalne	0,010–0,017	0,045–0,165
1495,1	1811,0	kambr dln	12	0,33–10,80	nieprzepuszczalne	0,006–0,013	0,028–0,216
1839,3	1845,9	kambr dln	7	2,58–10,20	0–1,2	0,003–0,007	0,085–0,346
2078,1	2080,0	kambr dln	7	0,87–3,56	nieprzepuszczalne	0,008–0,011	0,034–0,108
2231,0	2310,0	kambr dln	10	1,14–70,3	nieprzepuszczalne	0,000–0,014	0,034–0,193
2363,9	2500,0	kambr dln	20	1,54–7,50	nieprzepuszczalne	0,008–0,013	0,096–0,238

Tab. 5.1. Podsumowanie wyników analiz właściwości fizycznych i chemicznych próbek z rdzenia z otworu Mogilany 1

Rdzeń z głębokości		Stratygrafia	Liczba oznaczeń	Porowatość %	Przepuszczalność mD	Bituminy %	Zasolenie %
od	do						
45	330,5	miocen	6	10,74–15,53	342,8	0,022–0,042	0,085–0,176
330,5	455	malm	10	0,79–8,35	nieprzepuszczalne	0,007–0,014	0,006–0,023
455	1121,5	dewon	47	0,17–4,28	nieprzepuszczalne	0,009–0,015	0,000–0,034
1121,5	2500	kambr	81	0,33–10,8	nieprzepuszczalne	0,003–0,017	0,028–0,346

Tab. 5.2. Podsumowanie wyników analiz właściwości fizycznych i chemicznych próbek z rdzenia z otworu Mogilany 1

Głębokość		Stratygrafia	Uzyskane przypiły
od	do		
1608,2	1552,2	kambr dolny	otrzymano bardzo małe ilości solanki
1611,2	1553	kambr dolny	słaby przypiły solanki w ilości 0,5 m ³ /godz
2080	1998,2	kambr dolny	przypiły solanki w ilości ok. 0,75 m ³ /godz
2264	2500	kambr dolny	przypiły solanki w ilości ok. 420 l/godz.

Tab. 5.3. Próby złożowe wykonane w otworze Mogilany 1

5.3. RACIBORSKO 2

Głębokość otworu: 932 m

Rok zakończenia wiercenia: 1971

Stratygrafia:

- 0,0–20,0 – czwartorzęd
- 20,0–230,0 – płaszczowina śląska
- 230,0–295,0 – płaszczowina podśląska
- 295,0–685,0 – miocen
- 685,0–797,5 – jura górna (malm)
- 797,5–812,5 – permotrias
- 812,5–932,0 – sylur

Wyniki badań skał:

Zestawienie wyników badań wybranych własności fizycznych i chemicznych próbek rdzenia z otworu Raciborsko 2 przedstawia Tab. 5.4.

Wyniki geofizyki otworowej:

W karcie otworu Raciborsko 2 odnotowano wykonanie następujących badań geofizycznych:

- sondowanie uproszczone i PS 787–82 m; 688–575 m;
- kawernomierz 785–82 m; 700–575 m;
- laterolog 792–82 m;
- mikroprofilowanie oporności 788–575 m; 885–791,5 m;
- profilowanie gamma i neutron–gamma 792–4 m; 694–575 m;
- profilowanie gamma–gamma 799–67m; 576–695 m;
- inklinometr 25–785 m;
- boczne sondowanie elektryczne 885–791,5 m;
- PS 885–791,5 m.

Do dokumentacji wynikowej otworu Raciborsko 2 dołączono profile geofizyczne.

Dokumentacje NAG:

1. Jawor, E., Jawor, W. 1971b. Dokumentacja geologiczna

Rdzeń z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość %	Przepuszczalność mD	Bituminy %	Zasolenie %
od	do					
242	246	płazszczowina podśląska			0,075	0,029
242	246	płazszczowina podśląska			0,099	0,026
353,3	356,3	płazszczowina podśląska	17,32	109,6	0,036	0,011
353,3	356,3	płazszczowina podśląska	27,42	137,9	0,02	0,011
452	462	płazszczowina podśląska	5,27		0,035	0,006
452	462	płazszczowina podśląska	17,03		0,042	0,006
534	538,5	płazszczowina podśląska	18,07	311,5	0,03	0,306
534	538,5	płazszczowina podśląska	19,55	32,2	0,04	0,364
636	641,2	płazszczowina podśląska	7,31		0,035	0,17
636	641,2	płazszczowina podśląska	7,53		0,03	0,045
729,5	732,3	miocen	0,82	nieprzepuszczalne	0,004	0,045
735	739,5	miocen	1,88	nieprzepuszczalne	0,009	0,034
739,5	744,5	miocen	1,83	nieprzepuszczalne	0,012	0,034
744,5	749,5	miocen	1,44	nieprzepuszczalne	0,012	0,034
819,2	821,2	permotrias	4,32	nieprzepuszczalne	0,011	0,085
819,2	821,2	permotrias	1,21	nieprzepuszczalne	0,012	0,057
873,6	875,5	permotrias	1,54		0,01	0,057
873,6	875,5	permotrias	2,01		0,008	0,045
873,6	875,5	permotrias	1,72	nieprzepuszczalne	0,009	0,04
873,6	875,5	permotrias	1,72	nieprzepuszczalne	0,01	0,045
873,6	875,5	permotrias	0,57		0,011	0,045
891,7	894,4	permotrias	1		0,012	0,04
891,7	894,4	permotrias	3,36	nieprzepuszczalne	0,009	0,284
891,7	894,4	permotrias	0,61		0,01	0,125
891,7	894,4	permotrias	3,76	nieprzepuszczalne	0,012	0,051

Tab. 5.4. Podsumowanie wyników analiz właściwości fizycznych i chemicznych próbek z rdzenia z otworu Raciborsko 2

Głębokość		Stratygrafia	Uzyskane przypiły
od	do		
295	305	miocen	przypiły solanki 0,4% w ilości ok 456 l/h
446	445	miocen	przypiły solanki 1,8% w ilości ok 108 l/h
474	477	miocen	przypiły solanki 2,7% w ilości ok 270 l/h
650	652	miocen	przypiły solanki 6,7% w ilości ok 437 l/h
663	665	miocen	przypiły solanki 5,3% w ilości ok 312 l/h
685	705	malm	brak przypiły

Tab. 5.5. Próby złożowe wykonane w otworze Raciborsko 2

złoża gazu ziemnego „Raciborsko”, miejscowość Raciborsko, pow. Kraków, woj. Krakowskie. Inw. 8990 CUG, CAG PIG, Warszawa.

- Górka, A. 1971. Dokumentacja wyników wiercenia poszukiwawczego: Raciborsko 2. Inw. 111317, CAG PIG, Warszawa.

Publikacje naukowe z danymi z otworu:

- Heflik, W., Konior, K. 1972. Złepieńce górnego syluru z otworu wiertniczego Raciborsko 2 na SW od Wieliczki. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, **42**, 4.

5.4. CHOROWICE 54

Głębokość otworu: 549 m

Rok zakończenia wiercenia: 1955

Stratygrafia:

0,0–135,5 – flisz karpacki
135,5–417,0 – miocen
417,0–533,8 – jura
533,8–549,0 – karbon

Dokumentacja NAG:

Karta otworu: Chorowice54. Inw. 43419, CAG PIG, Warszawa.

5.5. CIKOWICE 1

Głębokość otworu: 1465,5 m

Rok zakończenia wiercenia: 1968

Stratygrafia:

0,0–20,0 czwartorzęd
20,0–875,0 miocen
875,0–885,0 kreda górna (senon)
885,0–1270,0 jura górna (malm)
1270,0–1276,0 jura środkowa (dogger)
1276,0–1465,5 dewon środkowy i górny

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Na głębokości 1416,3–1420,1 m stwierdzono występowanie dolomitów bitumicznych.

Wyniki geofizyki otworowej:

W karcie otworu Cikowice 1 zanotowano wykonanie następujących pomiarów geofizycznych:

- sondowanie uproszczone 249–1460 m;
- kawernomierz 249–1460 m;
- mikroprofilowanie 249–1460 m;
- profilowanie gamma i neutron gamma 0–1460 m;
- inklinometr 0–1460 m;
- pomiar zawartości metanu w płuczce 1255–1335 m.

Do egzemplarza karty otworu Cikowice 1 nie dołączono profili geofizycznych.

Dokumentacja NAG:

- Karta otworu:** Cikowice 1. Inw. 88850, CAG PIG, Warszawa.

Publikacje naukowe z danymi z otworu:

- Barbacki, A. 2004. Zbiorniki paleozoiczne obszaru krakowsko-kieleckiego – możliwości wykorzystania energii geotermalnej. *Przegląd Geologiczny*, **52**.

Głębokość		Stratygrafia	Uzyskane przypiły
od	do		
885	898	malm	Brak przypiły
1150	1165	malm	Przypiły solanki w ilości 4,5 l/min.
1180	1185	malm	Przypiły solanki w ilości 14 l/min.
1208	1215	malm	Przypiły solanki o zapachu siarkowodoru w ilości 14,4 l/min.
1282	1300	dewon	Samoczynny wypływ solanki w ilości 100 l/min., zapach siarkowodoru
1378	1390	dewon	Przypiły solanki w ilości 520 l/8 godz.

Tab. 5.6. Próby złożowe wykonane w otworze Cikowice 1

5.6. ZABŁOCIE 1

Głębokość otworu: 2010 m

Rok zakończenia wiercenia: 1970

Stratygrafia:

0,0–20,0 – czwartorzęd
20,0–966,0 – miocen
966,0–1046,0 – kreda górna (senon)
1046,0–1278,0 – jura górna (malm)
1278,0–1388,0 – jura środkowa i dolna (dogger+lias)
1388,0–2010,0 – permotrias

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Na głębokości ok. 1310 m zaobserwowano ucieczkę 20 m³ płuczki.

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Zabłocie 1 zamieszczono zestawienie wyników badań właściwości fizycznych i chemicznych 16 próbek rdzenia.

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Zabłocie 1 odnotowano wykonanie następujących pomiarów geofizycznych:

- sondowanie uproszczone 985–85 m;
- profilowanie średnicy otworu 984–85 m;
- profilowanie krzywizny otworu 975–25 m; 1450–1925 m;
- profilowanie gamma i n – gamma 985–10 m; 1450–2005 m;
- profilowanie gamma – gamma 1053–2005 m;
- mikroprofilowanie 1450–2005 m;
- laterolog 955–2005 m;
- kawernomierz 952–2005 m;
- boczne sondowanie elektryczne 1450–2005 m.

Do egzemplarza dokumentacji wynikowej otworu Zabłocie 1 dołączono profile geofizyczne.

Dokumentacja NAG:

- Górka, A. 1970. Dokumentacja wyników wiercenia poszukiwawczego: Zabłocie 1. Inw. 110668, CAG PIG, Warszawa.

Rdzeń z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość%	Przepuszczalność mD	Bituminy %	Zasolenie %
od	do					
1292,8	1296,6	dogger+lias	5,61	nieprzepuszczalne	0,018	0,113
1292,8	1296,6	dogger+lias	10,77	68,7	0,012	0,176
1292,8	1296,6	dogger+lias	0,53	nieprzepuszczalne	0,015	0,176
1304,6	1310,6	dogger+lias	11,94	nieprzepuszczalne	0,016	0,227
1304,6	1310,6	dogger+lias	19,56	52,8	0,01	0,182
1348	1349	dogger+lias			0,085	0,176
1351	1357	dogger+lias	7,19		0,101	0,142
1375	1381	dogger+lias	13,32	107,5	0,014	0,204
1439	1443	permotrias	4,42		0,011	0,096
1530	1534	permotrias	5,3		0,01	0,079
1616	1622	permotrias	3,41		0,01	0,057
1703	1708,5	permotrias	2,79		0,008	0,051
1789	1798	permotrias	1,32		0,009	0,023
1892	1897	permotrias	2,84		0,01	0,028
1997,5	2003,5	permotrias	4,06	nieprzepuszczalne	0,012	0,028
1997,5	2003,5	permotrias	5,14		0,004	0,023

Tab. 5.7. Podsumowanie wyników analiz właściwości fizycznych i chemicznych próbek z rdzenia z otworu Zabłocie 1

Głębokość		Stratygrafia	Uzyskane przypiły
od	do		
509	511	miocen	Przypiły płuczki z solanką lekko zgazowaną w ilości 2 m³/h
551	554	miocen	Przypiły płuczki lekko zgazowanej
623	629	miocen	Przypiły płuczki lekko zgazowanej
936	938	miocen	Przypiły płuczki zgazowanej
1058	1124	malm	Przypiły płuczki z ew. płynem złożowym w ilości 50 l.
1116	1180	malm	Przypiły ok. 120 l płuczki
1282	1290	dogger+lias	Przypiły 6,8% solanki 3 m³ zgazowanej gazem ziemnym

Tab. 5.8. Próby złożowe wykonane w otworze Zabłocie 1

5.7. SIERCZA 1

Głębokość otworu: 1100 m

Rok zakończenia wiercenia: 1968

Stratygrafia:

0,0–10,0 – czwartorzęd

10,0–705,0 – miocen

705,0–844,0 – jura górna (malm)

844,0–858,5 – jura środkowa (dogger)

858,5–887,5 – jura środkowa i dolna (dogger+lias)

887,5–1100,0 – permotrias

Wyniki geofizyki otworowej:

Na karcie otworu Siercza 1 odnotowano wykonanie następujących pomiarów geofizycznych:

- sondowanie uproszczone 99–1097 m;
- kawernomierz 99–1080 m;

- mikroprofilowanie 700–846 m;
 - profilowanie gamma i neutron – gamma 0–1085 m.
- Do egzemplarza karty otworu Siercza 1 nie dołączono profili geofizycznych.

Głębokość (m)		Stratygrafia	Uzyskane przypiły
od	do		
295	310	miocen	perforacja bezpociskowa łyżkuje co 4 godz. Za każdym razem łyżka wynosi 5l płynu słonego
417	455	miocen	za dobę ściągnięto 13,5 m³ płynu. Płyn lekko słonawy, ogółem ściągnięto 27,5 m³ płynu.

Tab. 5.9. Próby złożowe wykonane w otworze Siercza 1

Dokumentacje NAG:

1. **Karta otworu:** Siercza 1. Inw. 88848, CAG PIG, Warszawa.

Publikacje naukowe z danymi z otworu:

1. Brzozowska, M. 1973. Megaspory jury środkowej z otworu wiertniczego Siercza 1. *Geological Quarterly*, **17**, 647–648.

5.8. JAWCZYCE 1

Głębokość otworu: 1302 m

Rok zakończenia wiercenia: 1970

Stratygrafia:

- 0,0–5,0 – czwartorzęd
- 5,0–892,0 – miocen
- 892,0–1195,0 – jura górna (malm)
- 1195,0–1227,5 – jura środkowa (dogger)
- 1227,5–1302,0 – permotrias

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Na głębokości 1143,4 m zaobserwowano ucieczki płuczki 4 m³/24 h. Na głębokości 1161,3 m nastąpiła kolejna ucieczka płuczki 3 m³/24 h.

Wyniki geofizyki otworowej:

W karcie otworu Jawczyce 1 odnotowano wykonanie następujących badań geofizycznych:

- skrócone sondowanie oporności 205–915 m;
- boczne sondowanie oporności 205–1075 m; 1025–1245 m; 393–1299 m;
- mikroprofilowanie oporności 848–1300 m;
- kawernomierz 205–1300 m;
- mikrokawernomierz 205–1240 m;
- profilowanie gamma 15–920 m; 850–1302 m;
- profilowanie akustyczne 230–1301 m;
- inklinometr 25–1275 m.

Do egzemplarza karty otworu Jawczyce 1 załączono profile geofizyczne: profilowanie gamma i n-gamma, boczne sondowanie oporności oraz skrócone sondowanie oporności.

Próby złożowe:

Głębokość (m)		Stratygrafia	Uzyskane przypiły
od	do		
900,2	920	malm	brak przypiły
927,7	986,7	malm	brak przypiły
968	1081	malm	po 50 min. stw. W próbniku 0,1 m ³ płuczki z ewentualnym płynem złożowym
1076,9	1161,3	malm	brak przypiły
1163,4	1210,6	malm, dogger	przypiły solanki 5% w ilości ok 7,4 m ³ /h
1169	1249,7	malm, dogger, permotrias	przypiły solanki 5,4% w ilości ok 2,1 m ³ /h

Tab. 5.10. Próby złożowe wykonane w otworze Jawczyce 1

Dokumentacje NAG:

1. **Karta otworu:** Jawczyce 1. Inw. 110519, CAG PIG, Warszawa.

Publikacje naukowe z danymi z otworu:

1. Moryc, W. 2014. Perm i trias przedgórze Karpat polskich. *Biuletyn PIG*, **457**, 43–68.

5.9. ŚWIĄTNIKI 2

Głębokość otworu: 1504 m

Rok zakończenia wiercenia: 1968

Stratygrafia:

- 0,0–25,0 – czwartorzęd
- 25,0–765,0 – miocen
- 765,0–1007,0 – jura górna (malm)
- 1007,0–1020,0 – jura środkowa (dogger)
- 1020,0–1145,0 – permotrias
- 1145,0–1182,0 – jura górna (malm)
- 1182,0–1228,0 – miocen
- 1228,0–1235,0 – kreda górna (turon)
- 1235,0–1247,0 – kreda górna (cenoman)
- 1247,0–1504,0 – jura górna (malm)

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Nie notowano.

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Świątniki 2 zamieszczono zestawienie wyników badań właściwości fizycznych i chemicznych 20 próbek rdzenia.

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Świątniki 2 zanotowano wykonanie następujących pomiarów geofizycznych:

- sondowanie uproszczone 200–1085 m;
- mikroprofilowanie 200–1505 m;
- profilowanie krzywizny otworu 25–1490 m;
- B.S.E. 1087–1495 m;
- profilowanie średnicy otworu 200–1505 m;
- profilowanie gamma i n – gamma 5–1505 m.

Do egzemplarza karty otworu Świątniki 2 dołączono profile geofizyczne: boczne sondowanie elektryczne, sondowanie uproszczone, profilowanie gamma i n-gamma, mikroprofilowanie, profilowanie średnicy otworu, mikroprofilowanie średnicy otworu, profilowanie krzywizny otworu.

Dokumentacje NAG:

1. Jawor, W., Pieniążek, I. 1970. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego: Świątniki 2. Inw. 102841, CAG PIG, Warszawa.
2. **Karta otworu:** Świątniki 2. Inw. 102841, CAG PIG, Warszawa.

Rdzeń z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość %	Przepuszczalność mD	Bituminy %	Zasolenie %
od	do					
799,8	802	malm	3,99		0,008	0,034
828,6	830,6	malm	1,02	nieprzepuszczalne	0,009	0,011
847	850,2	malm	1,05		0,01	0,011
952,2	927,2	malm	1,37	nieprzepuszczalne	0,01	0,034
1004,6	1009,6	malm/ dogger	1,76		0,006	0,023
1004,6	1009,6	malm/ dogger	3,24	nieprzepuszczalne	0,008	0,023
1062,4	1067,6	permotrias			0,009	0,079
1062,4	1067,6	permotrias			0,008	0,085
1062,4	1067,6	permotrias			0,009	0,034
1097	1102,8	permotrias	4,37		0,01	0,085
1097	1102,8	permotrias	9,55		0,007	0,057
1097	1102,8	permotrias			0,01	0,091
1097	1102,8	permotrias	6,42	nieprzepuszczalne	0,008	0,04
1097	1102,8	permotrias			0,007	0,085
1097	1102,8	permotrias			0,009	0,045
1155,6	1161,6	malm	5,45		0,007	0,079
1155,6	1161,6	malm			0,011	0,057
1215,4	1220,4	miocen			0,015	0,023
1266,8	1270,5	malm		nieprzepuszczalne	0,011	0,045
1324,5	1330,5	malm	5,58		0,01	0,04

Tab. 5.11. Podsumowanie wyników analiz właściwości fizycznych i chemicznych próbek z rdzenia z otworu Świątyni 2

Głębokość (m)		Stratygrafia	Uzyskane przypiły
od	do		
395	400	miocen	Przypiły 6,8% solanki w ilości 400 l/h
771	812	malm	Brak przypiły
815	862	malm	Brak przypiły
837	891	malm	Przypiły płuczki ze śladami gazu i ropy. Wydajność przypiły 60 l/h
891	932	malm	Przypiły płuczki w ilości ok. 0,03 m³/h ze śladami bituminów
1014	1019	dogger	Przypiły solanki 6,6% w ilości 300 l/h
1036	1042	permotrias	Przypiły solanki 6,9% w ilości 350 l/h

Tab. 5.12. Próby złożowe wykonane w otworze Świątyni 2

5.10. SZCZYTNIKI 2

Głębokość otworu: 1215,5 m

Rok zakończenia wiercenia: 1963

Stratygrafia:

0,0–8,0 – czwartorzęd

8,0–749,0 – miocen

749,0–800,5 – kreda górna (senon)

800,5–803,0 – kreda górna (turon+cenoman)

803,0–1140,0 – jura górna (malm)

1140,0–1156,5 – jura środkowa (dogger)

1156,5–1172,5 – jura dolna (lias)

1172,5–1179,0 – jura górna (malm)

1179,0–1202,0 – jura środkowa (dogger)

1202,0–1215,5 – jura górna (malm)

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Na głębokości 1200 m odnotowano zapach H₂S w rdzeniu.

Wyniki geofizyki otworowej:

Na karcie otworu Szczytniki 2 odnotowano wykonanie następujących pomiarów geofizycznych:

- sondowanie uproszczone 0–1210 m;
- profilowanie gamma 10–1210 m;

- profilowanie n – gamma 740–1210 m;
- kawernomierz 165–1210 m;
- inklinogram 25–1175 m;
- cementomierz 3–170 m;
- profilowanie gazowe 1039–120 m.

Do egzemplarza karty otworu Szczytniki 2 nie dołączono profili geofizycznych.

Głębokość (m)		Stratygrafia	Uzyskane przypiły
od	do		
702,5	747,5	miocen	przypiły solanki ok. 170 l/h oraz słaby przypiły gazu
800	825	turon, cenoman, malm	przypiły wody słodkiej ok. 500 l
930	970	malm	słaby przypiły gazu i solanki
1025	1060	malm	brak przypiły
1141,5	1148,5	dogger	przypiły solanki

Tab. 5.13. Próby złożowe wykonane w otworze Szczytniki 2

Dokumentacje NAG:

1. Karta otworu: Szczytniki 2. Inw. 87020, CAG PIG, Warszawa.

5.11. ZAGÓRZE 4

Głębokość otworu: 1198 m

Rok zakończenia wiercenia: 1968

Stratygrafia:

- 0,0–20,0 – czwartorzęd
- 20,0–515,0 – miocen
- 515,0–542,0 – kreda górna (senon)
- 542,0–868,0 – jura górna (malm)
- 868,0–1043,0 – miocen
- 1043,0–1198,0 – jura górna (malm)

Wyniki geofizyki otworowej:

W karcie otworu Zagórze 4 zanotowano wykonanie następujących badań geofizycznych:

- sondowanie uproszczone 125–1198 m;
- kawernomierz 125–1198 m;
- mikroprofilowanie 125–1198 m;
- profilowanie gamma i neutron – gamma 5–1198 m;
- inklinomierz 0–1198 m;
- profilowanie gazowe 573–630 m.

Do karty otworu Zagórze-4 załączone są następujące profile geofizyczne: profilowanie gamma i neutron-gamma, profilowanie oporności, PS.

Dokumentacje NAG:

1. Karta otworu: Zagórze 4. Inw. 90116, CAG PIG, Warszawa

5.12. ZAGÓRZE 1

Głębokość otworu: 1146 m

Rok zakończenia wiercenia: 1966

Stratygrafia:

- 0,0–20,0 – czwartorzęd
- 20,0–101,0 – miocen
- 1010,0–1079,0 – kreda górna (senon+turon)
- 1079,0–1080,0 – kreda górna (cenoman)
- 1080,0–1146,0 – jura górna (malm)

Wyniki geofizyki otworowej:

W karcie otworu Zagórze 1 odnotowano wykonanie następujących badań geofizycznych:

- sondowanie elektryczne 213,4–1146 m;
- kawernomierz 213,4–1146 m;
- inklinometr 213,4–1146 m;
- profilowanie gamma 20–1146 m;
- profilowanie neutron – gamma 20–1146 m.

Do karty otworu Zagórze 1 załączone są następujące profile geofizyczne: profilowanie gamma i neutron-gamma, PS, profilowanie oporności oraz kawernogram.

Dokumentacje NAG:

1. Karta otworu: Zagórze 1. Inw. 90115, CAG PIG, Warszawa.

5.13. ŁYSOKANIE 1

Głębokość otworu: 1135 m

Rok zakończenia wiercenia: 1969

Stratygrafia:

- 0,0–20,0 – czwartorzęd
- 20,0–555,0 – miocen – baden górny – sarmat dolny
- 555,0–615,0 – miocen – baden górny (warstwy ewaporatowe)
- 615,0–905,0 – miocen – baden dolny (warstwy baranowskie)
- 905,0–940,0 – kreda górna (senon)
- 940,0–947,0 – kreda górna (turon)
- 947,0–1135,0 – jura górna (malm)

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Na głębokości 655 m nastąpiła ucieczka płuczki ok 5m³. Na głębokości 1063 m nastąpiła kolejna ucieczka płuczki ok. 8 m³.

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Łysokanie 1 zamieszczono zestawienie wyników badań właściwości fizycznych i chemicznych 29 próbek rdzenia.

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Łysokanie 1 odnotowano wykonanie następujących badań geofizycznych:

- sondowanie uproszczone 205–935 m; 925–1090 m;
- profilowanie średnicy otworu 205–935 m; 205–1090 m;
- profilowanie krzywizny otworu 205–935 m; 205–1090 m;
- mikroprofilowanie oporności 1095–925 m;
- profilowanie gamma i n – gamma 200–935 m; 30–940 m; 870–1105 m;
- profilowanie akustyczne 210–929 m.

Do egzemplarza dokumentacji wynikowej otworu Łysokanie 1 dołączono profile geofizyczne.

Dokumentacje NAG:

1. Jawor, W., Pieniążek, I. 1969. Dokumentacja wynikowa otworów: Łysokanie 1 i Łysokanie 2. Inw. DW-106145/2, CAG PIG, Warszawa.
2. Karta otworu: Łysokanie 1. Inw. 106145, CAG PIG, Warszawa.

Publikacje naukowe z danymi z otworu:

1. Jawor, E. 1983. Utwory miocenu między Krakowem a Dębicą. *Przegląd Geologiczny*, 31, 12.

Rdzeń z głębokości(m)		Stratygrafia	Porowatość %	Przepuszczalność mD	Bituminy %	Zasolenie %
od	do					
210	216,4	miocen			0,041	0,006
210	216,4	miocen			0,034	0,006
344,5	350,8	miocen	1,13		0,032	0,182
344,5	350,8	miocen			0,023	0,142
344,5	350,8	miocen			0,024	0,142
344,5	350,8	miocen			0,036	0,227
450,8	456,2	miocen	0,53		0,025	0,233
450,8	456,2	miocen			0,037	0,176
549,7	555,8	miocen			0,046	0,692
641,7	676,5	miocen			0,033	0,84
671	677	miocen			0,028	0,34
690	704	miocen	25,1		0,026	0,817
860	865,4	miocen			0,019	0,443
860	865,4	miocen			0,018	0,494
871,8	876,4	miocen	12,35		0,014	0,528
876,4	882,4	miocen			0,017	0,409
882,4	883,4	miocen	1,41		0,028	0,346
882,4	883,4	miocen	10,68		0,025	0,392
882,4	883,4	miocen			0,033	0,403
882,4	883,4	miocen			0,011	0,374
882,4	883,4	miocen	14,46		0,021	0,397
946,3	950,4	turon/malm			0,019	0,028
946,3	950,4	turon/malm			0,018	0,034
946,3	950,4		0,22		0,024	0,034
946,3	950,4		0,25		0,02	0,034
1003,6	1005,3	malm	4,2	nieprzepuszczalne	0,023	brak próbki
1055,3	1053,1	malm	0,7	nieprzepuszczalne	0,024	0,026
1094,3	1100	malm	11,97		brak próbki	brak próbki
1131,1	1133	malm	3,95	nieprzepuszczalne	0,023	0,017

Tab. 5.14. Podsumowanie wyników analiz właściwości fizycznych i chemicznych próbek z rdzenia z otworu Łysokanie 1

5.14. ŁYSOKANIE 2

Głębokość otworu: 1196,6 m

Rok zakończenia wiercenia: 1969

Stratygrafia:

0,0–20,0 – czwartorzęd

20,0–900,0 – miocen

900,0–947,0 – kreda górna (senon)

947,0–952,0 – kreda górna (turon)

952,0–960,0 – kreda górna (cenoman)

960,0–1169,6 – jura górna (malm)

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Na głębokości 66 m zaobserwowano ucieczki płuczki. Na głębokości 1125,1–1135,4 m nastąpił zanik płuczki ok. 8m³/24h.

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Łysokanie 2 zamieszczono zestawienie wyników badań właściwości fizycznych i chemicznych 40 próbek rdzenia.

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Łysokanie 2 odnotowano wykonanie następujących badań geofizycznych:

- sondowanie uproszczone 200–570 m; 500–1195 m;
- kawernomierz 200–570 m; 200–1197 m;
- inklinometr 0–1175 m;
- profilowanie gamma i neutron – gamma 5–570 m; 500–1125 m;
- profilowanie akustyczne do wykrywania horyzontów gazowych 220–930 m.

Do egzemplarza dokumentacji wynikowej dołączono profile geofizyczne.

Dokumentacje NAG:

1. Jawor, W., Pieniżek, I. 1969. Dokumentacja wynikowa otworów: Łysokanie 1 i Łysokanie 2 DW-106145/2, CAG PIG, Warszawa.
2. Karta otworu: Łysokanie 2. Inw. 106146, CAG PIG, Warszawa.

Rdzeń z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość %	Przepuszczalność mD	Bituminy %	Zasolenie %
od	do					
308	314,4	miocen	6,34	nieprzepuszczalne	0,022	0,057
409	414	miocen			0,027	0,125
409	414	miocen			0,013	0,125
409	414	miocen	29,47		0,012	0,006
496,5	501,7	miocen			0,025	0,352
496,5	501,7	miocen			0,017	0,244
600	602,6	miocen	3,05	nieprzepuszczalne	0,019	0,176
699,8	704,1	miocen			0,02	0,403
699,8	704,1	miocen			0,028	0,42
756,8	760,8	miocen	7,61	nieprzepuszczalne	0,041	0,231
822,1	826,9	miocen			0,025	0,443
822,1	826,9	miocen	21,71	0,4	0,029	0,38
822,1	826,9	miocen			0,02	0,516
877,6	883,6	miocen			0,017	0,306
877,6	883,6	miocen	0,44	nieprzepuszczalne	0,018	0,34
877,6	883,6	miocen	1,88		0,022	0,374
911,6	917	senon			0,01	0,193
917	923	senon			0,009	0,142
917	923	senon			0,009	0,125
917	923	senon			0,014	0,142
917	923	senon			0,008	0,142
917	923	senon			0,008	0,176
923,2	929,2	senon	2,02		0,005	0,159
923,2	929,2	senon			0,009	0,113
923,2	929,2	senon			0,011	0,108
923,2	929,2	senon	0,87		0,007	0,142
923,2	929,2	senon			0,008	0,129
929,2	934,2	senon	2,39	nieprzepuszczalne	0,01	0,119
929,2	934,2	senon	2,17		0,009	0,125
929,2	934,2	senon	1,2		0,007	0,102
929,2	934,2	senon	2,33		0,013	0,142
934,2	940	senon	1,98	nieprzepuszczalne	0,012	0,131
934,2	940	senon	1,25		0,007	0,125
965,6	972	malm	0,42	nieprzepuszczalne	0,014	0,054
965,6	972	malm			0,011	0,079
965,6	972	malm	1,19	nieprzepuszczalne	0,013	0,051
965,6	972	malm			0,014	0,074
965,6	972	malm	0,98	nieprzepuszczalne	0,012	0,028
1020,1	1023,5	malm	2,14	nieprzepuszczalne	0,015	0,04
1070,4	1073,9	malm	7,59		0,006	0,034

Tab. 5.15. Podsumowanie wyników analiz właściwości fizycznych i chemicznych próbek z rdzenia z otworu Łysokanie 2

Głębokość (m)		Stratygrafia	Uzyskane przypływy
od	do		
384	387	miocen	przypływ solanki 2,2% w ilości ok 0,9 m³/h
422	427	miocen	przypływ solanki 4% w ilości ok 0,9 m³/h
680	700	miocen	słaby wypływ gazu
950	956	cenoman	brak przypływu
975	995	malm-oksford	przypływ solanki 1,8% w ilości ok 40 l/h

Tab. 5.16. Próby złożowe wykonane w otworze Łysokanie 2

5.15. TARGOWISKO 1

Głębokość otworu: 1100 m**Rok zakończenia wiercenia:** 1969**Stratygrafia:**

0,0–15,0 – czwartorzęd

15,0–652,5 – baden górny – sarmat dolny

652,5–681,5 – baden (warstwy ewaporatowe)

681,5–855,0 – baden (formacja skawińska)

855,0–880,0 – kreda górna (senon+turon)

880,0–1100,0 – jura górna (malm)

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Nie stwierdzono.

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu poszukiwawczego Targowisko 1 zamieszczono zestawienie wyników badań właściwości fizycznych i chemicznych 18 próbek rdzenia.

Wyniki geofizyki otworowej:

W Narodowym Archiwum geologicznym dostępna jest dokumentacja wynikowa otworu: Targowisko 1 (Pieniążek, 1969). Podano w niej następujący zakres badań geofizycznych:

- sondowanie uproszczone w głęb. 207–985 m;
- mikroprofilowanie w głęb. 207–985 m;
- profilowanie średnicy w głęb. 207–985 m;
- profilowanie krzywizny w głęb. 25–985 m;
- sondowanie uproszczone w głęb. 855–1095 m;
- profilowanie średnicy w głęb. 200–1075 m;
- profilowanie gamma i n – gamma 800–1095 m;
- profilowanie gamma i n – gamma 10–986 m;
- czasowe profilowanie n – gamma 10–710 m;
- profilowanie krzywizny 25–1075 m.

Wyniki badań geofizycznych przedstawiono na załącznikach graficznych, które są dostępne wraz z dokumentacją wynikową otworu Targowisko 1 w NAG.

Rdzeń z głębokości		Stratygrafia	Porowatość %	Przepuszczalność mD	Bituminy %	Zasolenie %
od	do					
302,5	308,5	torton górny			0,003	0,34
402	408	torton górny			0,028	0,312
503,8	509,2	torton górny			0,098	0,658
601,4	607,4	torton górny			0,039	0,726
700,5	706,5	torton dolny	12,23	406,5	0,035	0,573
746	752,5	torton dolny	6,35	nieprzepuszczalne	0,02	0,267
792	798	torton dolny	2,94		0,014	0,17
882,9	809,5	torton dolny			0,008	0,142
			2,29		0,01	0,057
889,5	894	jura górna+malm	1,95		0,012	0,079
894	900,5	jura górna+malm	1,67	nieprzepuszczalne	0,004	0,068
900,5	905	jura górna+malm	2,52	nieprzepuszczalne	0,01	0,068
905	911	jura górna+malm	5,45	nieprzepuszczalne	0,006	0,131
911	913,7	jura górna+malm	5,21	1,7	0,012	0,074
913,7	918,3	jura górna+malm	2,12	0,4	0,006	0,051
918,3	924,3	jura górna+malm	2,96		0,008	0,028
924,3	930	jura górna+malm	2,43		0,011	0,04
					0,012	0,045

Tab. 5.17. Zestawienie wyników analiz właściwości fizycznych i chemicznych prób rdzenia z otworu Targowisko 1

Głębokość		Stratygrafia	Uzyskane przypiły
od	do		
485	525	torton górny	przypiły solanki 320 l/h
663	668	torton dolny	przypiły nie stwierdzono

Tab. 5.18. Próby złożowe wykonane w otworze Targowisko 1

Dokumentacja NAG:

1. Pieniżek, I., 1969. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego: Targowisko 1. Inw. 103008, CAG PIG, Warszawa

5.16. TARGOWISKO 2

Głębokość otworu: 921 m

Rok zakończenia wiercenia: 1992

Stratygrafia:

- 0,0–15,0 – neogen
- 15,0–673,0 – miocen – baden górny
- 673,0–711,0 – miocen – baden dolny (warstwy ewaporatowe)
- 711,0–786,0 – miocen – baden dolny
- 786,0–804,0 – kreda górna (senon+turon)
- 804,0–921,0 – jura górna (malm)

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Nie odnotowano.

Wyniki badań skał:

Próbki z rdzenia przebadano pod względem mikrofaunistycznym i petrograficznym. W dokumentacji wynikowej otworu Targowisko 2 znajdują się oznaczenia właściwości fizycznych i chemicznych 13 próbek z głębokości od 305 do 912 m.

Wyniki geofizyki otworowej:

W Narodowym Archiwum geologicznym dostępna jest Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego: Targowisko 2 (Jawor i Brzostowska, 1992). Podano w niej następujący zakres badań geofizycznych:

- profilowanie potencjałów samoistnych 150,5–835 m; 750–918 m;
- sondowanie oporności potencjałowo-gradientowe 150,5–835 m; 750–918 m;
- profilowanie oporności sterowane 618–839 m; 750–918 m;
- profilowanie średnicy otworu 150–835 m; 150,5–914 m;
- profilowanie akustyczne prędkości 85–839 m; 750–916 m;
- profilowanie gamma i n–neutron termiczne 0–839 m; 750–921 m;
- profilowanie krzywizny otworu 0–839 m; 750–921 m;
- profilowanie upadu warstw 143–834 m;
- profilowanie indukcyjne 150,5–839 m; 750–918 m;
- profilowanie oporności i temperatury płuczki 150–200 m; 780–830 m; 750–800 m; 870–920 m;

Wyniki badań geofizycznych przedstawiono na załącznikach graficznych, które dostępne są wraz z dokumentacją wynikową otworu Targowisko 2 w NAG.

Próby złożowe:

W otworze Targowisko 2 wykonano 3 próby złożowe, tylko w jednej uzyskano przypiły wody złożowej ze śladami gazu.

Dokumentacja NAG:

1. Jawor, W., Brzostowska, M. 1992. Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego: Targowisko 2. Inw. 133016, CAG PIG, Warszawa.

5.17. CICHAWA 8

Głębokość otworu: 1029 m

Rok zakończenia wiercenia: 1996

Stratygrafia:

- 0,0–20,0 – czwartorzęd
- 20,0–997,0 – miocen (warstwy grabowieckie)
- 997,0–1029,0 – jura górna (malm)

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Podczas wiercenia nie stwierdzono objawów węglowodorów.

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej znajdują się wyniki interpretacji dyfraktogramów 5 próbek, wyniki badań elektrycznych parametrów rdzeni wiertniczych (2 próbki), wyniki laboratoryjnych pomiarów zawartości pierwiastków promieniotwórczych w rdzeniach wiertniczych (5 próbek). W dokumentacji wynikowej otworu Cichawa 8 zestawiono również wyniki analiz właściwości fizycznych i chemicznych dla 12 próbek rdzenia.

Wyniki geofizyki otworowej:

W Narodowym Archiwum geologicznym dostępna jest Dokumentacja wynikowa otworu: Cichawa 8 (Giza i Baran, 1997). Podano w niej następujący zakres badań geofizycznych:

- sondowanie oporności SOPg 50,5–1029 m;
- profilowanie potencjałów naturalnych PS 50,5–1029 m;
- profilowanie oporności sterowane Post 201–1029 m;
- mikroprofilowanie oporności sterowane 201–1029 m;
- profilowanie indukcyjne PI (akt. – pas.) 50,5–1029 m;
- profilowanie krzywizny PK 0–1029 m;
- profilowanie gamma PG 0–1029 m;
- profilowanie neutron – neutron term. PNNt 0–1029 m;
- profilowanie gamma gęstościowe PGg 52–1029 m;
- profilowanie akustyczne PA 1–1029 m;
- profilowanie upadu warstw 201–1029 m;
- profilowanie średnicy Pśr XY 50,5–1029 m;
- profilowanie oporności płuczki POpł i temperatury PTn 50–100 m; 150–200m; 201–251m; 850–900m; 880–930m; 979–1029m;
- profilowanie akustyczne za cementem Pac 0–200 m (9 5/8"); 0–993 m;
- pomiary prędkości średnich.

Rezultaty tych badań przedstawione są na 27 załącznikach geofizycznych do dokumentacji wynikowej otworu poszukiwawczego Cichawa 8 oraz w opracowaniu badań sejsmometrycznych otworu Cichawa 8 dostępnych w NAG.

Próby złożowe:

Wykonano 7 prób złożowych, w tym 2 technicznie nieudane. W 4 stwierdzono przypiły.

Dokumentacja NAG:

1. Giza, M., Baran, U. 1997. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego: Cichawa 8. Inw. 134004, CAG PIG, Warszawa.
2. Jakiel, B., Bałda, J. 1996. Opracowanie badań sejsmometrycznych otworu Cichawa 8 Prędkości sejsmiczne, Profilowanie akustyczne. Inw. C55 VS, CAG PIG, Warszawa.

Głębokość (m)		Stratygrafia	Uzyskane przypiływy
od	do		
379	390	miocen	(perforacja rur) Gaz ziemny Vabs=8,5 m ³ /min, wykładnik wodny zw 2,0: 14,2 g/m ³
921	940	miocen	Przypiływ 250 l płuczki z wodą złożową zgazowaną gazem ziemnym V =0,136 m ³ /h
981	984	miocen	(perforacja rur) przypiływ wody złożowej 0,09 m ³ /h,
987	994	miocen	(perforacja rur) przypiływ wody złożowej 0,11 m ³ /h
1002	1029	malm	brak przypiływu

Tab. 5.19. Próby złożowe w otworze Cichawa 8

5.18. TRĄBKİ 1

Głębokość otworu: 862 m

Rok zakończenia wiercenia: 1983

Stratygrafia:

0,0–20,0 – czwartorzęd

20,0–821,5 – miocen

821,5–840,0 – kreda górna (senon)

840,0–862,0 – jura górna (malm)

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Na głębokości 830–862 m zaobserwowano ucieczkę płuczki w ilości 2 m³/h.

Wyniki badań skał:

Zestawienie wyników badań wybranych własności fizycznych i chemicznych próbek rdzenia z otworu Trąbki 1 przedstawia poniższa tabela.

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Trąbki 1 odnotowano wykonanie następujących pomiarów geofizycznych:

- profilowanie potencjałów samoistnych PS 155–862 m;
- profilowanie średnicy PŚr 155–862 m;
- profilowanie akustyczne PAP 100–862 m;
- profilowanie krzywizny otworu PK 0–860 m;
- profilowanie indukcyjne PI 155–862 m;
- profilowanie gamma PG 10–862 m;
- profilowanie n–gamma PNG 10–862 m;
- profilowanie oporności płuczki POPI 800–850 m; 150–200 m;
- profilowanie temperatury PT 150–200 m; 800–850 m;
- profilowanie upadu warstw PUw 155–850 m.

Do egzemplarza dokumentacji wynikowej otworu Trąbki 1 dołączono profile geofizyczne.

Głębokość (m)		Stratygrafia	Uzyskane przypiływy
od	do		
751,5	842	miocen, senon, malm	Przypiływ -0,8 m ³ /h gazu palnego -0,4 m ³ /h płuczki -0,4 m ³ /h solanki
842	862	malm	brak przypiływu

Tab. 5.21. Próby złożowe wykonane w otworze Trąbki 1

Dokumentacje NAG:

1. Pernal, J. 1983. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego: Trąbki 1. Inw. 128433, CAG PIG, Warszawa.

Rdzeń z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość %	Przepuszczalność mD	Bituminy %	Zasolenie %
od	do					
238	244	miocen			0,018	-
390	395	miocen			0,01	-
536	542	miocen	18,72		0,012	-
700	705	miocen	14,45		0,015	-
700	705	miocen	6,97	1,6	0,005	-
740	746	miocen	19,11	12,31	0,01	-
752	758	miocen	10,81	0,8	0,01	-
769	772	miocen	11,61	1,6	0,01	-
774	780	miocen	6,9	0,6	0,01	-
798	804	miocen			0,009	-
835	838	senon			0,003	-
838	842	senon/malm	2,77	0	0,005	-
844	847	malm			0,006	-
847	849	malm	2,39		0,007	-
849	856	malm	1,36		0,005	-
852	856	malm	0,44		0,008	-

Tab. 5.20. Podsumowanie wyników analiz właściwości fizycznych i chemicznych próbek z rdzenia z otworu Trąbki 1

5.19. KŁAJ 2

Głębokość otworu: 711 m

Rok zakończenia wiercenia: 1993

Stratygrafia:

- 0,0–20,0 – czwartorzęd
- 20,0–520,0 – miocen (warstwy grabowieckie)
- 520,0–530,0 – miocen (warstwy ewaporatowe)
- 530,0–575,0 – miocen (formacja skawińska)
- 575,0–621,0 – kreda górna (senon+turon)
- 621,0–711,0 – jura górna (malm)

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu dostępne są wyniki badań własności fizycznych i chemicznych 16 próbek rdzenia z głębokości od 320 do 711 m.

Wyniki geofizyki otworowej:

W Narodowym Archiwum Geologicznym dostępna jest dokumentacja wyników otworu rozpoznawczego Kłaj 2. Znajdują się w niej m.in. informacje na temat badań geofizycznych wykonanych w otworze:

- PS w zakresie głębokościowym 709–151 m;
- sondowanie oporności 709–151 m;
- laterolog 709–470 m;
- profilowanie indukcyjne PTa, PTP 709–151 m;
- profilowanie oporności płuczki 700–650 m; 200–150 m;
- profilowanie termiczne 700–650 m; 200–150 m;
- profilowanie gamma 709–0 m;
- profilowanie gamma–gamma gęst. 709–445 m;
- profilowanie neutron–neutron term. PNNtk 709–0 m;
- profilowanie neutron–neutron term. PNNtd 709–0 m;
- profilowanie akustyczne prędkości PAP 709–94 m;
- profilowanie średnicy otworu PSr 707–151 m;
- profilowanie krzywizny otworu PK 705–0 m;
- profilowanie upadu warstw PUW 709–151 m;

Rezultaty tych badań stanowią załączniki do znajdujących się w Narodowym Archiwum Geologicznym egzemplarzy dokumentacji wynikowej otworu Kłaj 2.

Próby złożowe:

Próby złożowe wykonano w dwóch interwałach nie uzyskując przyływu.

Dokumentacje NAG:

1. Jawor, W., Pieniążek, I. 1993. Dokumentacja wynikowa otworu: Kłaj 2. Inw. 133169, CAG PIG, Warszawa.

Publikacje naukowe z danymi z otworu:

1. Garlicki, A. 1968. Z rozważań sedymentologicznych nad profilem autochtonicznej formacji solonośnej okolicy Wieliczki i Bochni. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, **38**, 2-3.

5.20. KŁAJ 1

Głębokość otworu: 850,7

Rok zakończenia wiercenia: 1955

Stratygrafia:

- 0,0–30,0 – czwartorzęd
- 30,0–842,2 – miocen
- 842,2–850,7 – kreda górna

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Na głębokości 743 m płuczka lekko zgazowana.

Dokumentacje NAG:

1. Stemulak, J. 1956. Dokumentacja złoża gazu Bochnia – Gdów. Inw. Dok/st/AII/49 CUG, CAG PIG, Warszawa.
2. Schlegel, J. 1955. Karotaż sejsmiczny otwór wiertniczy Kłaj 1. Inw. K82 VS, CAG PIG, Warszawa; 37132,4930/232, CAG PIG, Warszawa.
3. **Karta otworu:** Kłaj 1. Inw. 54547, CAG PIG, Warszawa.
4. Garlicki, A. 1965. Poszukiwania złoża soli kamiennej w obszarze na północ od Wieliczki i Bochni /opracowanie końcowe/. Inw. 19964,4830/302, CAG PIG, Warszawa.

5.21. KOLANÓW 1

Głębokość otworu: 1064 m

Rok zakończenia wiercenia: 1951

Stratygrafia:

- 0,0–600,0 – warstwy płaszczowiny bocheńskiej
- 600,0–802,0 – warstwy serii solonośnej Wieliczki
- 802,0–920,0 – warstwy II serii piaszczysto ilastej
- 920,0–989,0 – warstwy I serii piaszczystej z piaskowcami skorupowymi
- 989,0–1059,0 – spągowe iły margliste
- 1059,0–1064,0 – kreda górna (senon)

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Obserwowano zgazowanie płuczki.

Próby złożowe:

Głębokość (m)		Stratygrafia	Uzyskane przyływy
od	do		
999	1000		Brak przyływu
839,5	841		Przyływ solanki 10% (słup 40 m od wierzchu)

Tab. 5.22. Próby złożowe wykonane w otworze Kolanów 1

Dokumentacje NAG:

1. Garlicki, A. 1966. Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej „Moszczenica-Łapczyca” w miejscowości Moszczenica, gromada Książnica, Łapczyca, gromada Łapczyca, pow. bocheński, woj. Krakowskie. Inw. 7124 CUG, CAG PIG, Warszawa.
2. Stemulak, J. 1956. Dokumentacja złoża gazu Bochnia – Gdów. Inw. Dok/st/AII/49 CUG, CAG PIG, Warszawa.
3. **Karta otworu:** Kolanów. Inw. 42696, CAG PIG, Warszawa.

5.22. RACIBORSKO 8

Głębokość otworu: 883,0 m

Rok zakończenia wiercenia: 1971

Stratygrafia:

- 0,0–4,0 – czwartorzęd
- 4,0–445,0 – płaszczowina śląska i podśląska
- 445,0–883,0 – miocen

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Rdzeń z głębokości 602,5–608,5 m był zawodniony, a na przełomie w środkowej części świecił pod lampą Wooda.

Wyniki badań skał:

W dokumentacji wynikowej otworu Raciborsko 8 zamieszczono zestawienie wyników badań właściwości fizycznych i chemicznych 7 próbek rdzenia.

Rdzeń z głębokości (m)		Stratygrafia	Porowatość %	Przepuszczalność mD	Bituminy %	Zasolenie %
od	do					
300	306	flisz	-	-	-	-
380	386	flisz	-	-	-	-
411	416	flisz	11,53	nieprzepuszczalne	0,021	0,045
602,5	608,5	miocen	20,71	2247,2	0,02	0,255
700	706,5	miocen	16,6	-	0,031	0,227
798	804	miocen	13,65	0,9	0,026	0,204
880	883	miocen	4,99	nieprzepuszczalne	0,59	0,096

Tab. 5.23. Podsumowanie wyników analiz właściwości fizycznych i chemicznych próbek z rdzenia z otworu Raciborsko 8

Wyniki geofizyki otworowej:

W dokumentacji wynikowej otworu Raciborsko 8 zanotowano wykonanie następujących badań geofizycznych:

- sondowanie oporności 803–128 m;
- profilowanie średnicy 879–128 m;
- profilowanie krzywizny 879–25 m;
- profilowanie gamma i neutron – gamma 879–3 m;
- profilowanie gamma – gamma 879–110 m;
- sterowane mikroprofilowanie oporności 803–128 m;
- profilowanie akustyczne 796–120 m.

Do egzemplarza dokumentacji wynikowej otworu Raciborsko 8 dołączono profile geofizyczne.

Głębokość (m)		Stratygrafia	Uzyskane przypływy
od	do		
844	870	miocen	Przypływ solanki z objawami zgazowania w ilości 1,4 m³. Wydajność przypływu 1m³/godz.
686	683	miocen	Brak przypływu
464	453	miocen	Brak przypływu

Tab. 5.24. Próby złożowe wykonane w otworze Raciborsko 8

Dokumentacje NAG:

1. Jawor, W., Krach, J. 1972. Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego: Raciborsko 8. Inw. 114143, CAG PIG, Warszawa.

5.23. STANISŁAWICE „D”

Głębokość otworu: 800 m

Rok zakończenia wiercenia: 1964

Stratygrafia:

- 0,0–21,5 – czwartorzęd
- 21,5–800,0 – miocen

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Na głębokości 735 m zaobserwowano zgazowanie płuczki.

Wyniki geofizyki otworowej:

Wraz z kartą otworu Stanisławice „D” w Narodowym Archiwum Geologicznym są dostępne załączniki z profilami geofizycznymi:

- profilowanie krzywizny otworu;
- profilowanie gamma i neutron-gamma;
- sondowanie uproszczone.

Dokumentacje NAG:

1. **Karta otworu:** Stanisławice ‘D’. Inw. 75166, CAG PIG, Warszawa.
2. Garlicki, A. 1965. Poszukiwania złoża soli kamiennej w obszarze na północ od Wieliczki i Bochni /opracowanie końcowe/. Inw. 19964,4830/302, CAG PIG, Warszawa.

5.24. PRZEBIECZANY XXI

Głębokość otworu: 772 m

Rok zakończenia wiercenia: 1966

Stratygrafia:

- 0,0–772,0 miocen

Dokumentacje NAG:

1. Manterys, A. 1980. Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej „Wieliczka” w kat. C2+C1+B+A, miejscowość i gm. Wieliczka. Inw. 13644a CUG, CAG PIG, Warszawa.
2. **Karta otworu:** Przebieczany XXI. Inw. 117459, CAG PIG, Warszawa.

5.25. SUŁKÓW XVII

Głębokość otworu: 510 m

Rok zakończenia wiercenia: 1965

Stratygrafia:

- 0,0–18,0 – czwartorzęd
- 18,0–510,0 – miocen

Dokumentacje NAG:

1. **Karta otworu:** Sułków XVII. Inw. 117455, CAG PIG, Warszawa.
2. Manterys, A. 1980. Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej „Wieliczka” w kat. C2+C1+B+A, miejscowość i gm. Wieliczka. Inw. 13644a CUG, CAG PIG, Warszawa.

5.26. SUŁKÓW XX

Głębokość otworu: 528 m

Rok zakończenia wiercenia: 1966

Stratygrafia:

- 0,0–20,0 – czwartorzęd
- 20,0–528,0 – miocen

Dokumentacje NAG:

1. **Karta otworu:** Sułków XX 117458, CAG PIG, Warszawa.
2. Manterys, A. 1980. Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej „Wieliczka” w kat. C2+C1+B+A, miejscowość i gm. Wieliczka. Inw. 13644a CUG, CAG PIG, Warszawa.

5.27. SUŁKÓW XXIII

Głębokość otworu: 502 m**Rok zakończenia wiercenia:** 1968**Stratygrafia:**

0,0–22,5 – czwartorzęd

22,5–502,0 – miocen

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Nie stwierdzono.

Dokumentacje NAG:

1. Manterys, A. 1980. Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej „Wieliczka” w kat. C2+C1+B+A, miejscowość i gm. Wieliczka. Inw. 13644a CUG, CAG PIG, Warszawa.
2. **Karta otworu:** Sułków XXIII. Inw. 117461, CAG PIG, Warszawa.

5.28. SUŁKÓW XV

Głębokość otworu: 510,2 m**Rok zakończenia wiercenia:** 1958**Stratygrafia:**

0,0–15,3 – czwartorzęd

15,3–510,2 – miocen

Dokumentacje NAG:

1. Manterys, A. 1980. Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej „Wieliczka” w kat. C2+C1+B+A, miejscowość i gm. Wieliczka 1980. Inw. 13644a CUG, CAG PIG, Warszawa.
2. **Karta otworu:** Sułków XV. Inw. 105397, CAG PIG, Warszawa.
3. Garlicki A., 1965. Poszukiwania złoża soli kamiennej w obszarze na północ od Wieliczki i Bochni /opracowanie końcowe/. Inw. 19964, 4830/302, CAG PIG, Warszawa.

5.29. WIATOWICE 2

Głębokość otworu: 508 m**Rok zakończenia wiercenia:** 1950**Stratygrafia:**

0,0–70,0 – miocen (warstwy ewaporatowe)

70,0–508,0 – miocen (formacja skawińska)

Wyniki geofizyki otworowej:

Wzmianka o wykonanym rdzeniowaniu elektrycznym.

Próby złożowe:

Nie wykonywano prób z uwagi na brak uszczelnienia wychodni warstw.

Dokumentacje NAG:

1. Stemulak, J. 1956. Dokumentacja złoża gazu Bochnia – Gdów. Inw. Dok/st/All/49 CUG, CAG PIG, Warszawa.
2. **Karta otworu:** Wiatowice 2. Inw. 105421, CAG PIG, Warszawa.

5.30. TARGOWISKO SCH XI

Głębokość otworu: 505 m**Rok zakończenia wiercenia:** 1960**Stratygrafia:**

0,0–10,0 – czwartorzęd

10,0–505,0 – miocen

Dokumentacje NAG:

1. **Karta otworu:** Targowisko SCH XI. Inw. 62437, CAG PIG, Warszawa.
2. Garlicki, A. 1965. Poszukiwania złoża soli kamiennej w obszarze na północ od Wieliczki i Bochni /opracowanie końcowe/. Inw. 19964,4830/302, CAG PIG, Warszawa.
3. Garlicki, A. 1961. Poszukiwanie złoża soli kamiennej w zatoce gdowskiej, sprawozdanie roczne poz. pl. SHR-3 1960r. Inw. 4930/168, CAG PIG, Warszawa.

5.31. CICHAWA 1

Głębokość otworu: 503 m**Rok zakończenia wiercenia:** 1951**Stratygrafia:**

0,0–503,0 – miocen (formacja skawińska)

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Na głębokości 470–482 m zaobserwowano lekkie zgazowanie płuczki.

Dokumentacje NAG:

1. Stemulak, J. 1956. Dokumentacja złoża gazu Bochnia – Gdów. Inw. Dok/st/All/49 CUG, CAG PIG, Warszawa.
2. **Karta otworu:** Cichawa 1. Inw. 105367, CAG PIG, Warszawa.

5.32. CICHAWA 2

Głębokość otworu: 504,7 m**Rok zakończenia wiercenia:** 1951**Stratygrafia:**

0,0–125,0 – miocen (warstwy ewaporatowe)

125,0–504,7 – miocen (formacja skawińska)

Objawy węglowodorów w trakcie wiercenia:

Na głęb. 300, 391–392, 406 m zaobserwowano zgazowanie płuczki.

Próby złożowe:

Głębokość (m)		Stratygrafia	Uzyskane przypiły
Od	do		
380	381	miocen	Przypiły gazu z solanką
288	296	miocen	Brak przypiły
269	285	miocen	Silny przypiły solanki
231	235	miocen	Silny wybuch solanki z gazem
223	231	miocen	Silny wybuch solanki z gazem

Tab. 5.25. Próby złożowe wykonane w otworze Cichawa 2

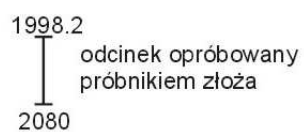
Dokumentacje NAG:

1. Stemulak, J. 1956. Dokumentacja złoża gazu Bochnia – Gdów. Inw. Dok/st/All/49 CUG, CAG PIG, Warszawa.
2. **Karta otworu:** Cichawa 2. Inw. 105366, CAG PIG, Warszawa.

↓ **Fig. 5.2.** Profil otworu Mogilany 1 na podstawie dokumentacji wynikowej (Pernal, 1969).

SKALA 1: 10 000

WOJEWÓDZTWO: MAŁOPOLSKIE



6. SEJSMIKA

Badania sejsmiczne na obszarze Karpat i przedgórza rozpoczęto jeszcze w latach sześćdziesiątych, jednak ze względu na stosowaną metodykę oraz sprzęt (profilowanie jednokrotne, aparatury z zapisem oscylograficznym lub analogowym) wyniki badań z tamtego okresu są niskiej jakości, a uzyskane dane mają wartość historyczną (Zubrzycka i Nebelska, 2004). W latach siedemdziesiątych uzyskano znaczną poprawę wyników po zastosowaniu aparatów 48-kanalowych i profilowań wielokrotnych. W roku 1978 wykonano zdjęcie sejsmiczne Żywiec-Wadowice-Gdów, a cztery profile z tego tematu wykonano w granicach obszaru przetargowego „Bochnia”. Są to 3-1-78K, 19-1-78K, 5A-1-78K oraz 11-1-78K (Fig. 6.1). Efektem prac było sporządzenie map horyzontów sejsmicznych odpowiadających spągowi miocenu (Msp), stropowi utworów jurajskich (Jstr) oraz mapę granicy umownej spągu jury (Msp). Wykonanie tych badań umożliwiło wstępne udokumentowanie obiektów perspektywicznych, które jednak wymagały dodatkowych prac uszczegóławiających. W roku 1993 wykonano zdjęcie sejsmiczne w rejonie Liplas-Puszcza (Łobaziewicz i Książek, 1993), którego zadaniem było szczegółowe rozpoznanie budowy utworów miocenu i jego podłoża ze szczególnym uwzględnieniem strefy wzdłuż uskoku nasuwczego Świątniki-Książnice. Wyniki tego zdjęcia pozwoliły na wykonanie map czasowych i strukturalnych spągu miocenu, stropu i spągu utworów jurajskich, a także stropu utworów karbonu, mapę miąższości utworów kredy oraz mapę anomalnych cech zapisu sygnałów odbitych od wybranych granic mioceńskich. Wykonane mapy dokumentują istnienie 9 obiektów strukturalnych, z których dwa to obiekty nowe – nie widoczne na wcześniejszych materiałach sejsmicznych. Są to obiekty Cichawa i Trąbki. Jednym z wniosków tego opracowania było potwierdzenie wszystkich sygnalizowanych w poprzednich opracowaniach obiektów perspektywicznych. Najlepiej udokumentowanym był obiekt Cichawa, widoczny na mapach Msp, Jstr, Jsp oraz Cstr. W wersji interpretacji z roku 1993 obiekt ten miał amplitudę 350 m, powierzchnię 5 km² na izolinii -500 m. Perspektywy poszukiwawcze w obrębie tego obiektu wiązano z utworami jury i karbonu. Obiekt Cichawa wyinterpretowano na wyniesionym skrzydle struktury nasuwczej Książnic. Dopatrywano się analogii w pozycji strukturalnej tego obiektu ze złożem Łąka, odkrytym ok. 17 km na SE od lokalizacji obiektu Cichawa. Obiekt był następnie celem wiercenia otworu Cichawa 8, który, oprócz tego, że zweryfikował geometrię pułapki, odkrył nowe perspektywy poszuki-

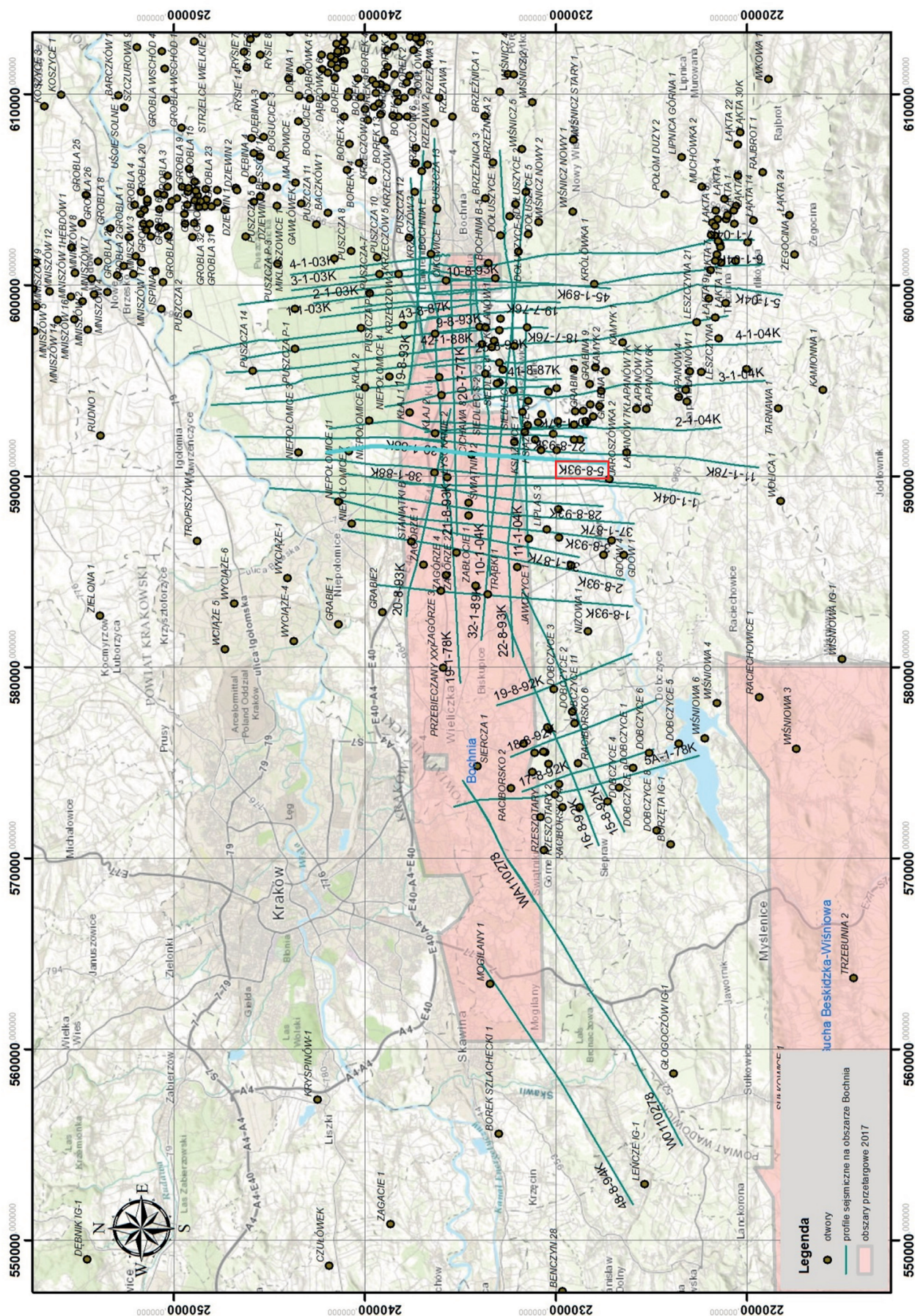
wawcze w utworach miocenu, z których uzyskano przyływ gazu z wykładnikiem wodnym. W trakcie wiercenia okazało się, że utwory podłoża miocenu zalegają znacznie niżej niż przewidywała interpretacja oraz że miejsce posadowienia otworu wypada już w skrzydle zrzuconym. W wyniku testów złożowych wykonanych w utworach jury górnej uzyskano przyływ wody złożowej ze śladami gazu ziemnego. Wynik otworu nie przekreśla jednak perspektywności obiektu Cichawa, gdyż powtórna interpretacja oraz wykonanie nowych profili 2D umożliwiło określenie najbardziej aktualnego kształtu obiektu, który przedstawiono w opracowaniu z roku 2004 (Zubrzycka i Nebelska, 2004) (Fig. 6.2). Według tej interpretacji obiekt ma amplitudę 60 m, powierzchnię 1,9 km² po izolinii -560 m (Fig. 6.3). W opracowaniu tematu Kamyk z 2001 roku (Nebelska i in., 2001) obiekt ten został przedstawiony jako element strukturalny okonturowany izolinia -600m, jego powierzchnię określono na 4,8 km², z amplitudą sięgającą 320 m. Obiekt dokumentują sporządzone w opracowaniu mapy spągu miocenu (Msp), stropu cenomanu (Kc), stropu jury górnej (Jstr) oraz powierzchni spągowej jury (Jsp), niestety z przyczyn formalnych nie jest możliwe zamieszczenie wykonanych w opracowaniach map strukturalnych, ponieważ są one własnością inwestora (PGNiG S.A.).

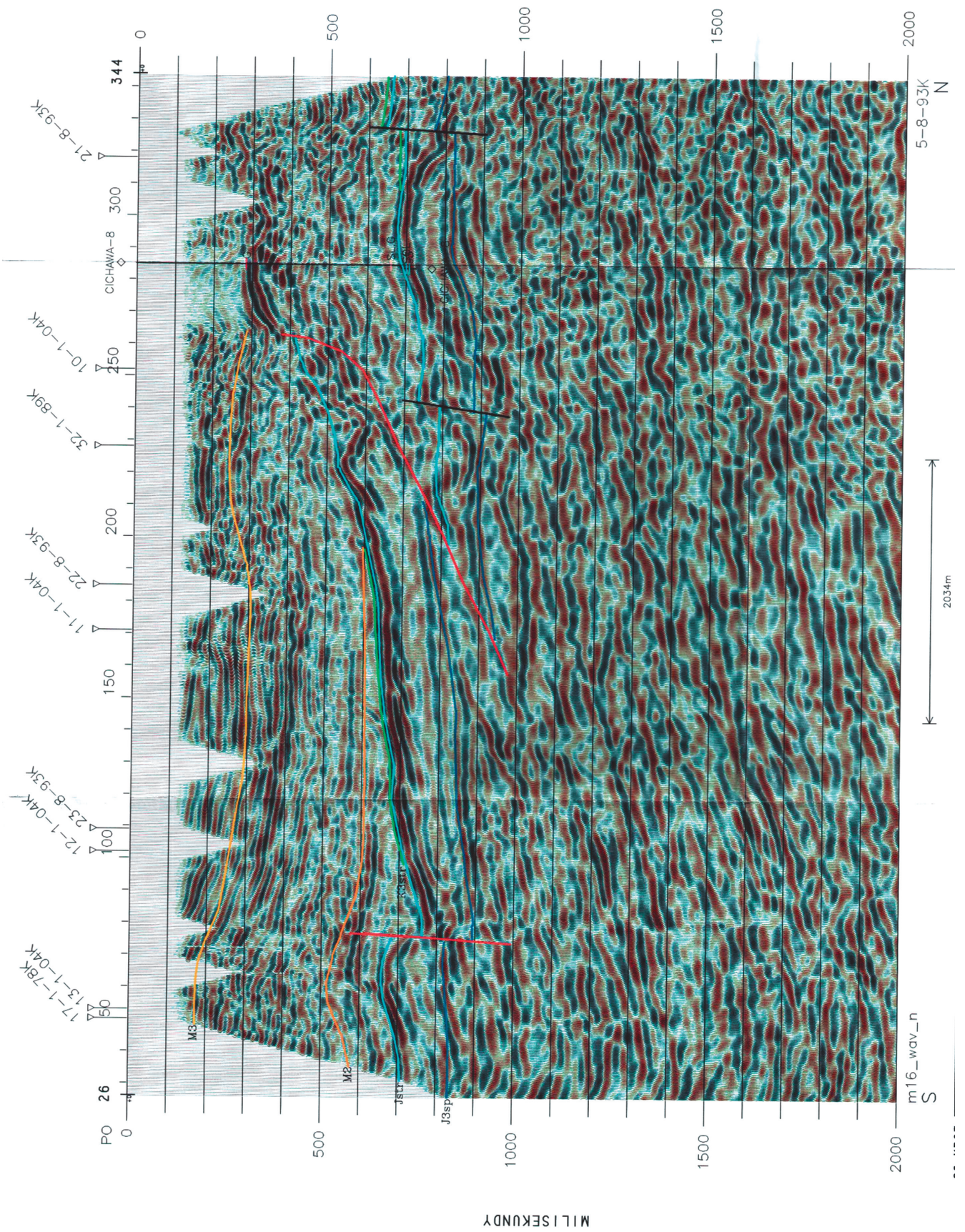
Dotychczas opisywane prace dotyczyły części wschodniej obszaru przetargowego „Bochnia”, część zachodnia jest znacznie słabiej rozpoznana, wykonano tam pojedyncze profile w ramach różnych programów badawczych. Przykładem może być profil W0110278 wykonany przez PBG (Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych) w roku 1978 w ramach tematu Górnośląskie Zagłębie węglowe (Hałoń i Majewski, 1978). Opracowanie wyników badań z powodu niejednoznaczności odwzorowania zakończyło się przetworzeniem profili bez wykonania żadnej mapy strukturalnej. Rozpoznanie części centralnej obszaru ogranicza się do okolicy złoża Raciborsko graniczącego od południa z obszarem „Bochnia”. W roku 1978 na południe od omawianego obszaru wykonano badania w ramach tematu Żywiec-Wadowice-Gdów (Przybyło, 1979). Jedynie końcówki profili wykonanych w ramach tematu Dobczyce-Gdów-Wolica z roku 1992 zlokalizowano na obszarze przetargowym „Bochnia” (Kowal i Książek, 1994). Jednym z celów wykonania tych badań było poprawienie odwzorowania złoża Raciborsko. Część centralna omawianego obszaru nie jest udokumentowana badaniami sejsmicznymi. Lista wykonanych na obszarze przetargowym „Bochnia” refleksyjnych profili sejsmicznych została zamieszczona w Tab. 6.1.

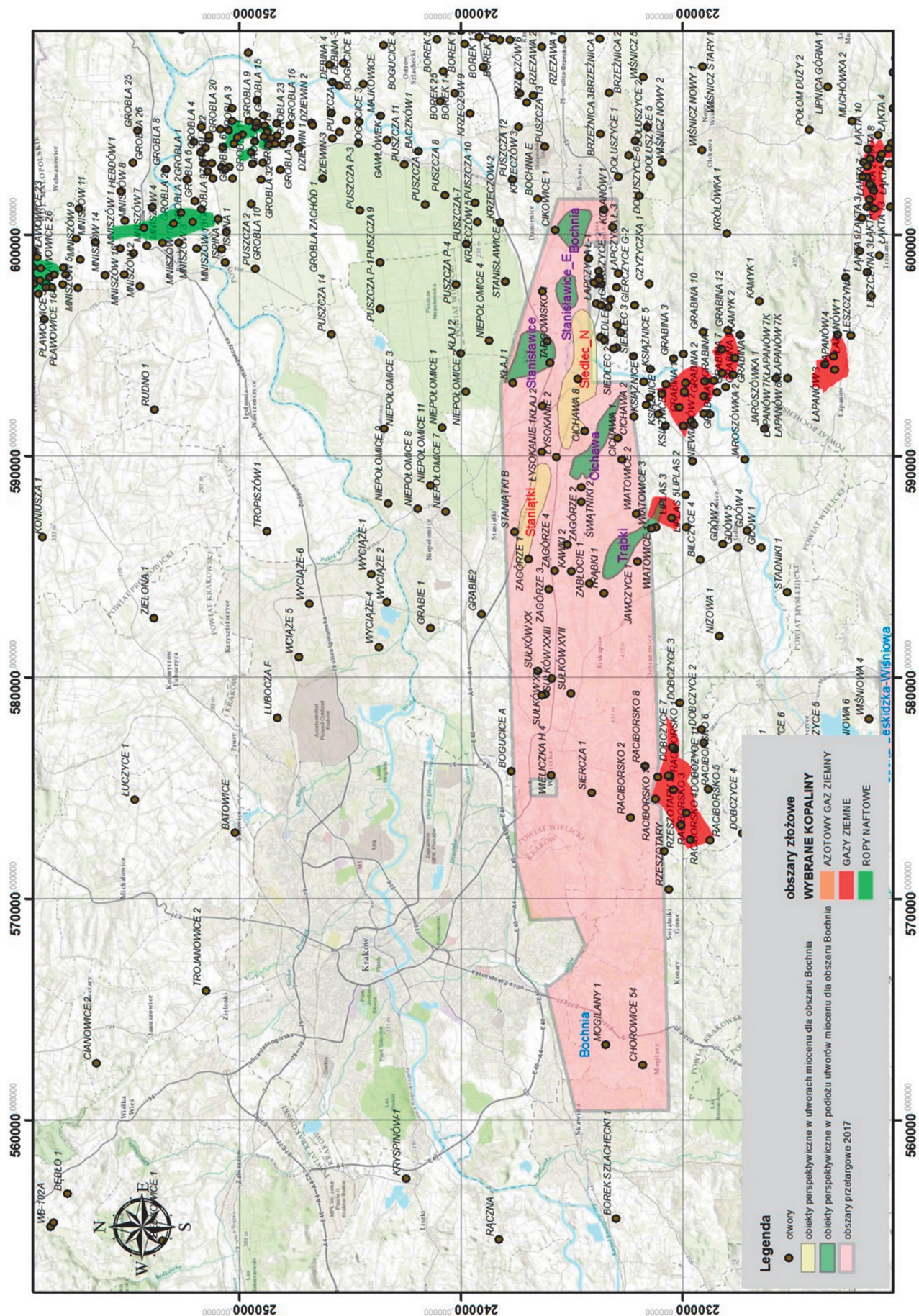
↓ **Fig. 6.1.** Mapa profili sejsmicznych na obszarze przetargowym „Bochnia”, wyróżniony profil sejsmiczny przedstawiono na zał. 6.2

↓ **Fig. 6.2.** Czasowy przekrój sejsmiczny 5-8-93K w wersji interpretacji z 2004 roku (Zubrzycka i in., 2004) [lokalizacja na Fig. 6.1]

↓ **Fig. 6.3.** Mapa perspektyw poszukiwawczych dla obszaru przetargowego „Bochnia”







Nazwa linii	Rok wykonania	Temat	Region	Wykonawca	Dysponent	Długość [km]
20-7-77K	1977	Bochnia-Czchów-Tarnów		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	6,08
18-7-76K	1976	Brzesko-Pilzno-Olszyny		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	6,23
19-7-76K	1976	Brzesko-Pilzno-Olszyny		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	10,92
15-8-92K	1992	Dobczyce-Gdów-Wolica		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	13,77
16-8-92K	1992	Dobczyce-Gdów-Wolica		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	13,11
17-8-92K	1992	Dobczyce-Gdów-Wolica		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	7,24
18-8-92K	1992	Dobczyce-Gdów-Wolica		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	8,17
19-8-92K	1992	Dobczyce-Gdów-Wolica		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	7,59
W0110278	1978	Górnośląskie Zagłębie Węglowe		Przeds, Bad, Geofiz, , Warszawa	Skarb Państwa	22,32
WA110278	1978	Górnośląskie Zagłębie Węglowe		Przeds, Bad, Geofiz, , Warszawa	Skarb Państwa	7,24
10-1-04K	2004	Kamyk-Niepołomice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	17,00
1-1-04K	2004	Kamyk-Niepołomice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	15,68
11-1-04K	2004	Kamyk-Niepołomice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	21,58
2-1-04K	2004	Kamyk-Niepołomice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	15,69
3-1-04K	2004	Kamyk-Niepołomice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	18,07
4-1-04K	2004	Kamyk-Niepołomice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	18,87
5-1-04K	2004	Kamyk-Niepołomice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	18,89
6-1-04K	2004	Kamyk-Niepołomice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	18,29
7-1-04K	2004	Kamyk-Niepołomice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	17,41
48-8-94K	1994	Lachowice-Myslenice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	14,91
1-8-93K	1993	Liplas-Grobla-Żukowice	Liplas-Grobla	Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	13,42

Nazwa linii	Rok wykonania	Temat	Region	Wykonawca	Dysponent	Długość [km]
19-8-93K	1993	Liplas-Grobla-Żukowice	Liplas-Puszcza	Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	12,49
20-8-93K	1993	Liplas-Grobla-Żukowice	Liplas-Puszcza	Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	11,12
22-8-93K	1993	Liplas-Grobla-Żukowice	Liplas-Puszcza	Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	18,06
27-8-93K	1993	Liplas-Grobla-Żukowice	Liplas-Puszcza	Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	13,59
28-8-93K	1993	Liplas-Grobla-Żukowice	Liplas-Puszcza	Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	13,55
2-8-93K	1993	Liplas-Grobla-Żukowice	Liplas-Puszcza	Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	15,01
3-8-93K	1993	Liplas-Grobla-Żukowice	Liplas-Puszcza	Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	14,84
5-8-93K	1993	Liplas-Grobla-Żukowice	Liplas-Puszcza	Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	14,62
10-8-93K	1993	Liplas-Puszcza	Liplas-Grobla-Żukowice	Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	13,74
21-8-93K	1993	Liplas-Puszcza	Liplas-Grobla-Żukowice	Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	13,80
25-8-93K	1993	Liplas-Puszcza	Liplas-Grobla-Żukowice	Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	12,80
26-8-93K	1993	Liplas-Puszcza	Liplas-Grobla-Żukowice	Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	8,65
9-8-93K	1993	Liplas-Puszcza	Liplas-Grobla-Żukowice	Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	12,64
32-1-89K	1989	Niepołomice-Gdów-Myślenice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	24,04
45-1-89K	1989	Niepołomice-Gdów-Myślenice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	13,75
38-1-88K	1988	Niepołomice-Gdów-Myślenice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	9,26
39-1-88K	1988	Niepołomice-Gdów-Myślenice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	10,70
42-1-88K	1988	Niepołomice-Gdów-Myślenice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	16,17
36-1-87K	1987	Niepołomice-Gdów-Myślenice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	11,86
37-1-87K	1987	Niepołomice-Gdów-Myślenice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	19,15
38-1-87K	1987	Niepołomice-Gdów-Myślenice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	13,98

Nazwa linii	Rok wykonania	Temat	Region	Wykonawca	Dysponent	Długość [km]
40-1-87K	1987	Niepołomice-Gdów-Myślenice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	8,92
41-8-87K	1987	Niepołomice-Gdów-Myślenice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	18,41
42-8-87K	1987	Niepołomice-Gdów-Myślenice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	11,89
43-8-87K	1987	Niepołomice-Gdów-Myślenice		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	13,92
1-1-03K	2003	Puszcza-Krzeczów-Borek		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	8,30
16-1-03K	2003	Puszcza-Krzeczów-Borek		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	9,15
2-1-03K	2003	Puszcza-Krzeczów-Borek		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	8,60
3-1-03K	2003	Puszcza-Krzeczów-Borek		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	9,72
4-1-03K	2003	Puszcza-Krzeczów-Borek		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	PGNiG, Warszawa	8,56
11-1-78K	1978	Żywiec-Wadowice-Gdów		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	18,10
19-1-78K	1978	Żywiec-Wadowice-Gdów		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	28,65
5A-1-78K	1978	Żywiec-Wadowice-Gdów		Geofizyka Kraków Sp. z o.o. Kraków	Skarb Państwa	13,14
						SUMA
						Skarb Państwa 284,70
						PGNiG S.A. 458,90
						Razem 743,60

Tab. 6.1. Zestawienie wykonanych profili sejsmiki 2D na obszarze przetargowym „Bochnia”

zdjęcie powierzchniowe, o średnim zagęszczeniu 20 pkt/km², zrealizowanym na potrzeby rozpoznania morfologii stropu podłoża podtrzeciorzędowego (Ostrowska i in., 1991, żółto-zielone punkty na Fig. 7.1). W 2002 r. na południe od analizowanego obszaru zrealizowane zostało zdjęcie szczegółowe „Raciechowice-Staniki” (Ostrowski i in., 2002; niebiesko-zielone punkty na Fig. 7.1). Profile wykonane zostały z krokiem pomiarowym 100 m. Punkty rozproszone wykonane zostały natomiast ze średnim zagęszczeniem rzędu 9–10 pkt/km². Celem prac było w tym przypadku udokumentowanie pułapek złożowych w utworach mezozoicznych i paleozoicznych oraz w transgresywnych osadach miocenu. W wyniku realizacji zdjęcia stwierdzono, że otrzymane wartości anomalii różnią się od archiwalnego obrazu grawimetrycznego z lat 70-tych. Po wschodniej stronie obszaru przetargowego zostało zrealizowane szczegółowe zdjęcie profilowe „Puszcza – Krzeczów – Borek” (Ostrowski, 2003, różowe punkty na Fig. 7.1). Celem zdjęcia, podobnie jak w przypadku zdjęcia opisanego powyżej było rozpoznanie budowy miocenu i mezo-paleozoicznego podłoża w aspekcie strukturalnym i litologiczno-fakcyjnym. Wykonano pomiary wzdłuż 11 profili sejsmicznych. W ramach interpretacji wyznaczono strefy gradientowe odpowiadające m.in. wypiętrzeniu podłoża prekambryjskiego czy strefom tektonicznym w obrębie mezozoiku i stropowej partii jego podłoża. Ostatnim ze zdjęć zrealizowanych w obrębie obszaru widocznego na Fig. 7.1 jest zdjęcie „Tarnawa – Łąka – Czchów” (Ostrowska i in., 2006, szare punkty). Zdjęcie to obejmuje profile pomiarowe poprowadzone wzdłuż profili magnetotellurycznych jak również zdjęcie rozproszone, wypełniające przestrzeń pomiędzy profilami. Celem prac było przede wszystkim określenie przebiegu granic gęstościowych

w utworach mezopaleozoicznych, w tym głównie jurajskich oraz węglanowych dewońsko-karbońskich. W wyniku powiązania metody grawimetrycznej i magnetotellurycznej sporządzono mapę strukturalno-tektoniczną. Prześledzono granice występowania wytypowanych kompleksów geologicznych w podłożu podtrzeciorzędowym, określono strefy tektoniczne we fliszu i jego podłożu po stropową partię prekambru.

7.1.2. CHARAKTERYSTYKA OBRAZU GRAWIMETRYCZNEGO

Na Fig. 7.2 zamieszczono mapę anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera, która została skonstruowana na podstawie bazy danych opracowanej na potrzeby realizacji „Atlasu grawimetrycznego Polski” (Królikowski i Petecki, 1995). Zbiór wykorzystanych danych obejmował wszystkie opisane we wcześniejszym rozdziale zdjęcia półszczegółowe. Zgodnie z podziałem na regionalne jednostki grawimetryczne przyjętym w „Atlasie...” obszar przetargowy „Bochnia” znajduje się w obrębie tzw. Niżu szczecińsko-mogileńskiego-miechowskiego, a dokładniej w jego skrajnie południowej części czyli tzw. Depresji Nidy. Depresja Nidy jest stosunkowo płytką anomalią, pokrywającą nieckę miechowską (nidziańską). Jak pisał autorzy Atlasu jej pochodzenie nie zostało definitywnie wyjaśnione.

Dalsza charakterystyka anomalii grawimetrycznych w rejonie koncesji jest ściśle oparta na treści „Atlasu geofizycznego Karpat” (Lemberger i in., 2008, Ostrowski i in., 2007). W celu uwypuklenia efektów pochodzących od lokalnych jednostek geologicznych sporządzono mapę anomalii rezydualnych siły

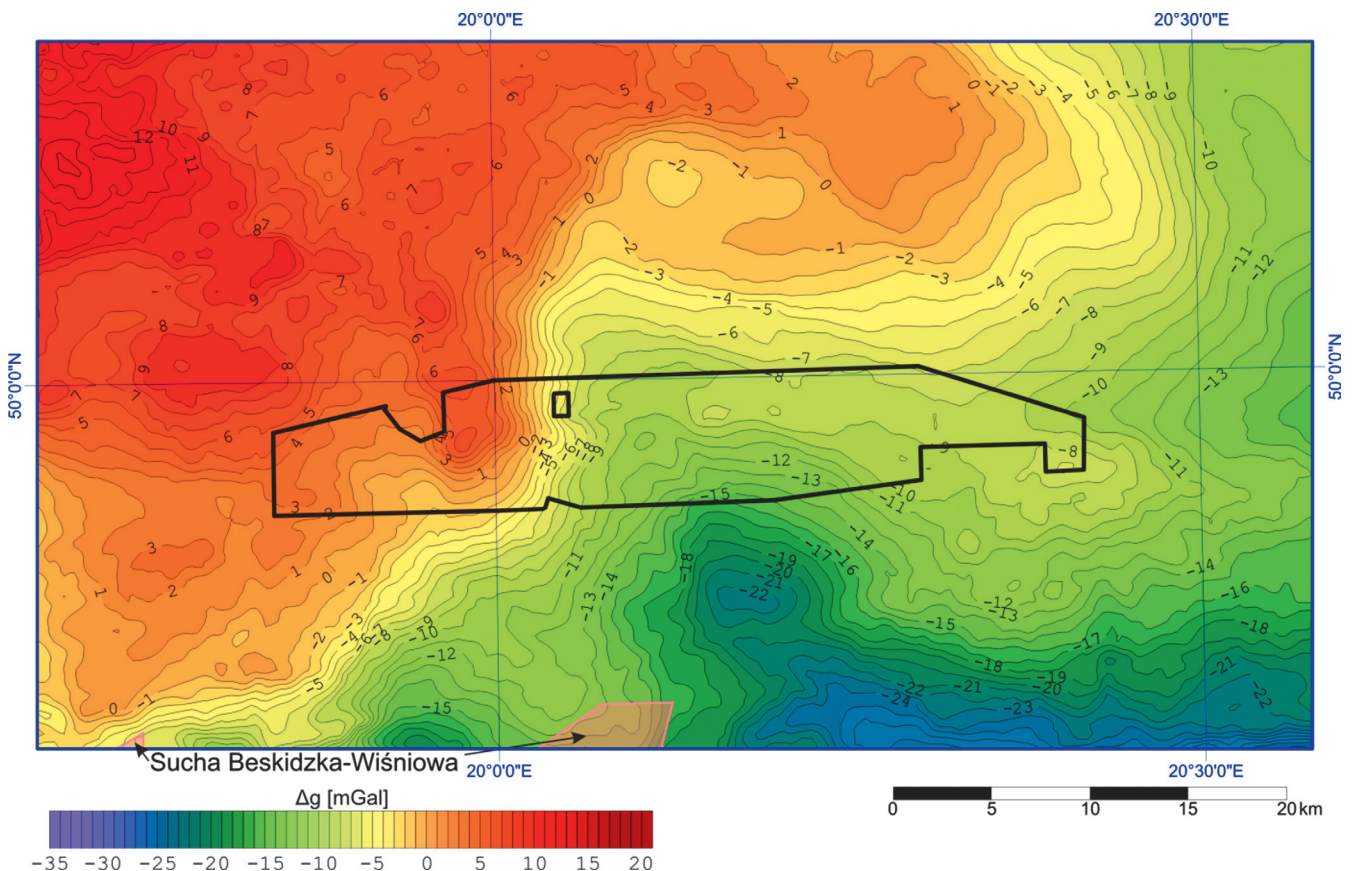


Fig. 7.2. Mapa anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera, gęstość redukcji 2,25 g/cm³.

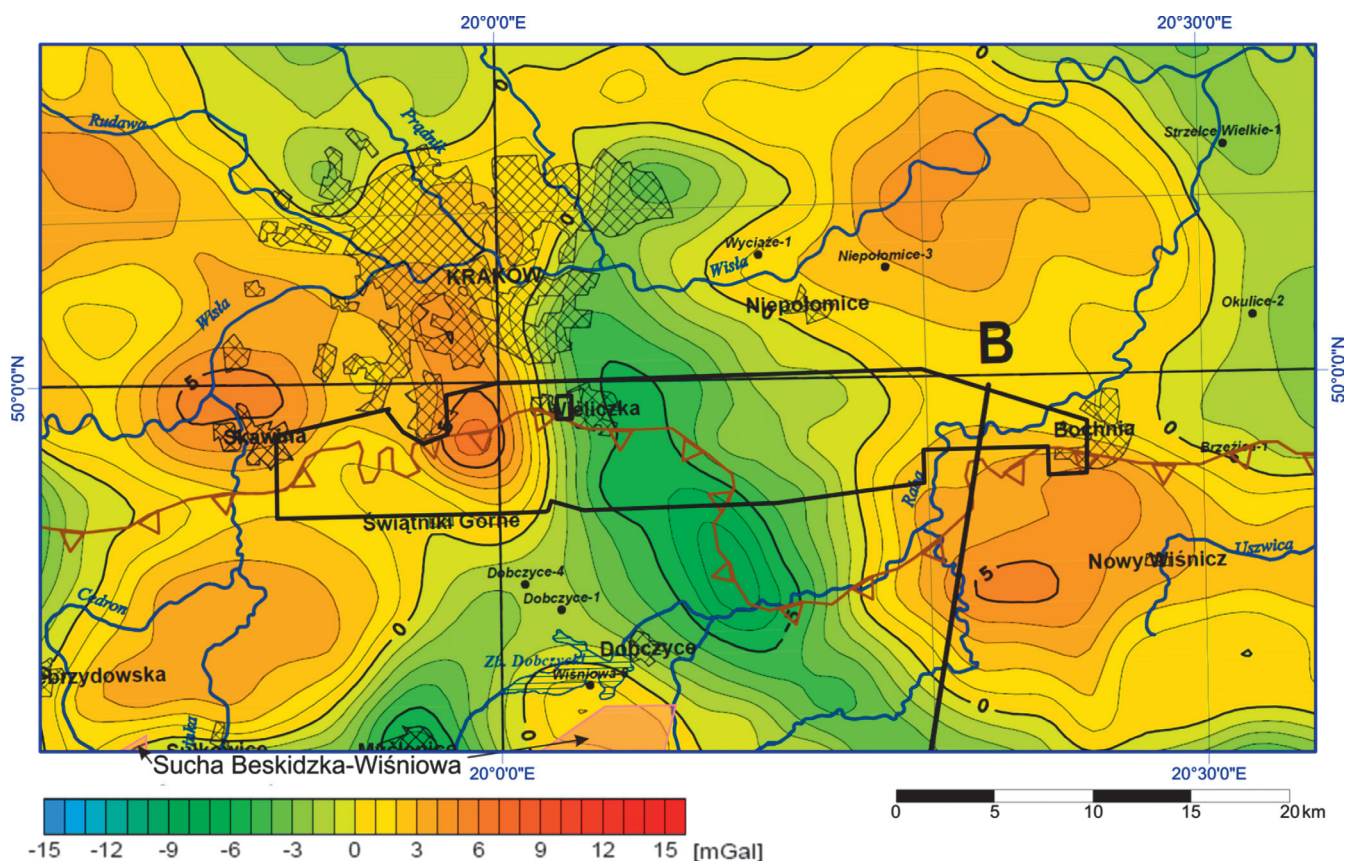


Fig. 7.3. Anomalie rezydualne na podstawie filtracji częstotliwościowej dla orientacyjnej głębokości śledzenia od 0 km do 6 km p.p.m. (Ostrowski i in., 2007)

ciężkości dla orientacyjnej głębokości śledzenia od 0 do 6 km (Fig. 7.3). W badanym rejonie podłoże podfliszowe zalega stosunkowo płytko (2–3 km p.p.m.). Zdecydowana większość lokalnych anomalii grawimetrycznych odzwierciedla strukturę podłoża podtrzeciorzędowego. Mniej zróżnicowane anomalie rezydualne dla przedziału od 6–15 km pokazują grawitacyjne oddziaływanie utworów podłoża podmiocenińskiego (Ostrowski i in., 2007).

7.1.3. OPRACOWANIA ARCHIWALNE

Bochnia, N., Duda, W. 1969. Dokumentacja szczegółowych badań geofizycznych: 1. W rejonie Kryspinowa k. Krakowa, 2. W rejonie Ząbkowic k. Dąbrowy Górniczej, 1969. Inw. 1504, Kat. 4829/751. CAG PIG, Warszawa.

Cieśla, E., Kosobudzka, I., Okulus, H. 1979. Dokumentacja badań grawimetryczno-magnetycznych. Temat Lubliniec-Kraków, 1978. Inw. 2013, Kat. 74/244. CAG PIG, Warszawa.

Cieśla, E., Kosobudzka, I., Okulus, H. 1980. Dokumentacja badań grawimetryczno-magnetycznych. Temat: Dolina Będkowska, 1979r. Inw. 2043, Kat. 4829/931. CAG PIG, Warszawa.

Ciszewski, S., Kurbiel, H., Reczek, J. 1965. Dokumentacja badań grawimetryczno-magnetycznych. Temat: Obrzeżenie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, 1964. Inw. 1166, Kat. 4729/579. CAG PIG, Warszawa.

Czernikowska, E. 1951. Sprawozdanie z pomiarów wag skręceń na obszarze Przedgórze Karpat, 1949-1950. Inw. 5530 Kat. 4930/43. CAG PIG, Warszawa.

Czernikowska, E. 1959. Badania grawimetryczne w rejonie Przedgórze Karpat. Kat. G-145 PBG. CAG PIG, Warszawa.

Kaczowska Z., 1957. Przeglądowa Mapa Grawimetryczna Polski w skali 1:300 000. Kat. ObO/2175. CAG PIG, Warszawa.

Kozera, A. 1960. Próby interpretacji anomalii grawimetrycznej w rejonie Jordanowa, 1960. Inw. 2082 Kat. 84/102. CAG PIG, Warszawa.

Łąka, M., Ostrowski, C. 1987. Dokumentacja półszcze-gółowych badań grawimetrycznych temat: Przedgórze Karpat 1982-86. Kat. 75/234. CAG PIG, Warszawa.

Łyszkowska, J. 1967. Dokumentacja półszcze-gółowych badań grawimetrycznych. Temat: Kraków-Olkusz, 1966. Inw. 1304, Kat. 4729/597. CAG PIG, Warszawa.

Maryniak, K., Czernikowska, E. 1954. Anomalie grawimetryczne Karpat Zachodnich, 1954. Inw. 7863/1136 Kat. OK/143. CAG PIG, Warszawa.

Meinhold, R., Lorensen. 1941. Sprawozdanie z pomiarów grawimetrycznych w Generalnym Gubernatorstwie. Inw. 5584 Kat. 4930/49. CAG PIG, Warszawa.

Okulus, H., Wasiak, J. 1961. Sprawozdanie z prac grawimetrycznych na terenie: Jordanów 1960 r. Kat. 84/101. CAG PIG, Warszawa.

Olczak, T. 1941. Sprawozdanie z pomiarów grawimetrycznych zdjęć w Karpatach i na Przedgórzu Karpat. Inw. 5615 Kat. OK/37. CAG PIG, Warszawa.

Olczak, T. 1946. Mapa anomalii grawimetrycznych Bo-guiera na obszarach Południowo – Zachodniej Polski 1946. Inw. 5567 Kat. 64/36. CAG PIG, Warszawa.

Ostrowska, K., Ostrowski, C., Balicki, A. 1991. Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Rozpoznanie morfologii stropu podłoża podtrzeciorzędowego w rejonie Krakowa, 1991. Kat. G-584 PBG. CAG PIG, Warszawa.

Ostrowski, C., Ostrowska, K., Piśula M. 2002. Dokumentacja badań grawimetrycznych w rejonie Raciechowice – Stadni. Inw. 4512/2013, Kat. G-626 PBG.

Ostrowski, C., Petecki, Z., Stefaniuk, M., Wróblewska, M., Kosobudzka, I., Królikowski, C. 2007. Dokumentacja przedsięwzięcia z dziedziny potrzeb geologii pt. „Atlas geofizyczny Karpat”. Inw. 1611/2008; Inw. 3097/2014. CAG PIG, Warszawa.

Ostrowska, K., Stefaniuk, M., Targosz, P., Wojdyła, M. 2006. Dokumentacja badań grawimetrycznych i magnetotelurycznych w rejonie Tarnawa – Łąka – Czchów, 2005r. Inw. 4692/2013, Kat. G-635 PBG. CAG PIG, Warszawa.

Ostrowski, C. 2003. Dokumentacja profilowych badań grawimetrycznych, temat: Puszcza – Krzeczów – Borek, 2003. Inw. 4515/2013, Kat. G-629 PBG. CAG PIG, Warszawa.

Pawłowski, S. 1938. Raporty z wykonanych prac przez grupę grawimetryczną w 1938 r. Inw. 6602 Kat. 4930/109. CAG PIG, Warszawa.

Pawłowski, S. 1939. Grawimetria - pomiary na Przedgórzu Karpat. Inw. 5627 Kat. OK/38. CAG PIG, Warszawa.

Reczek, J. 1957. Sprawozdanie - Regionalne badania grawimetryczne Przedgórza Karpat, 1957. Inw. 40836 Kat. 4731/160. CAG PIG, Warszawa.

Reczek, J. 1963. Opracowanie półszczegółowych badań grawimetrycznych na Przedgórzu Karpat w obszarze Wieliczki – Bochni – Strzyżowa, 1963. Kat. G-165 PBG. CAG PIG, Warszawa.

Reczek, J. 1973. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Górnośląskie Zagłębie Węgłowe, 1972”. Inw. 1759, Kat. 4827/432. CAG PIG, Warszawa.

Reczek, J. 1978. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Karpaty Zachodnie, 1971-1977. Inw. 1969, Kat. 84/100. CAG PIG, Warszawa.

Reczek, J., Bujakiewicz, J. 1964. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Niecka Miechowska Puszcza – Skalmierz 1964r. Kat. G-184 PBG. CAG PIG, Warszawa.

Soćko, A., Szczypa, S. 1984. Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 71 - Bielsko - Biała, 1983. Kat. M34-XX/9, Kat. M34-XX/7a. CAG PIG, Warszawa.

Szczypa, S., Grzywacz, J. 1992a. Mapa grawimetryczna Polski w skali 1:200 000, arkusz 71-Bielsko-Biała. Inw. 1900/92. CAG PIG, Warszawa.

Szczypa, S., Grzywacz, J. 1992b. Mapa grawimetryczna Polski w skali 1:200 000, arkusz 72-Nowy Sącz. Inw. 1756/92. CAG PIG, Warszawa.

Szczypa, S., Kleszcz, T. 1984. Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 72 – Nowy Sącz, 1984. Kat. M34-XXI/6. CAG PIG, Warszawa.

7.2. MAGNETOMETRIA

7.2.1. HISTORIA BADAŃ I CHARAKTERYSTYKA DANYCH

Pierwszymi pracami magnetometrycznymi w rozpatrywanym rejonie były pomiary pionowej składowej natężenia ziemskiego pola magnetycznego Z (rozpoczęte w latach 50-tych XX w.), w wyniku których opracowana została mapa anomalii

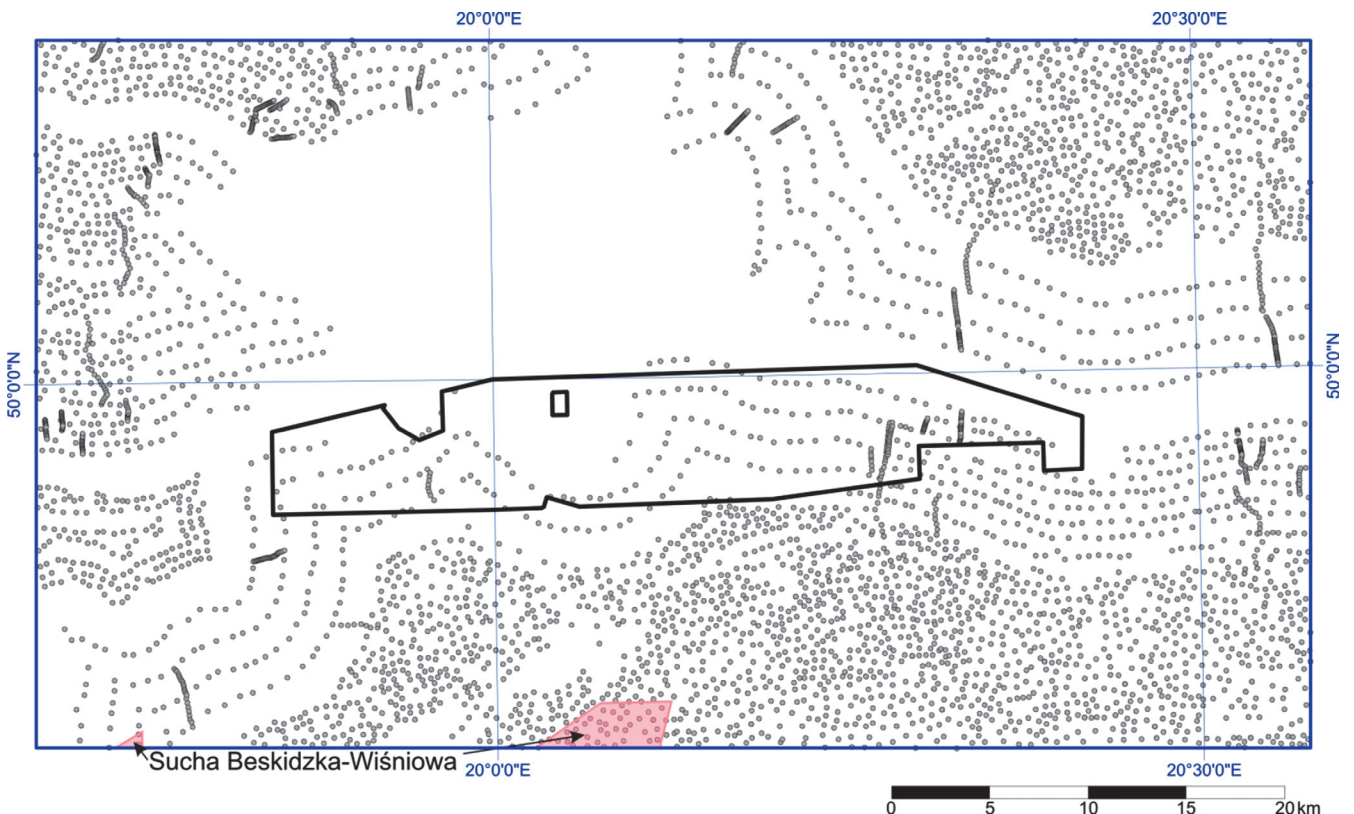


Fig. 7.4. Lokalizacja magnetycznych punktów pomiarowych zrealizowanych w ramach zdjęcia półszczegółowego

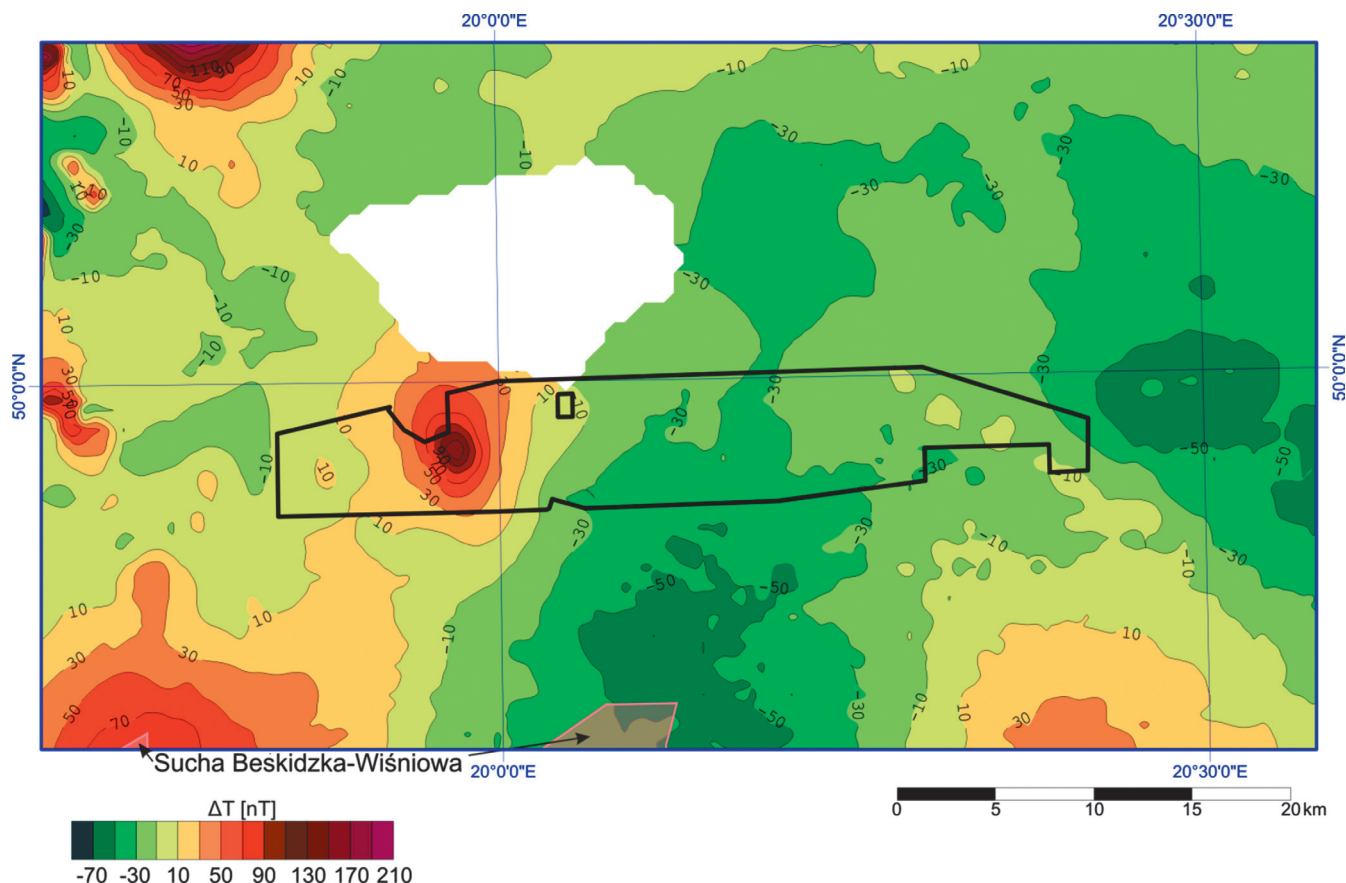


Fig. 7.5. Mapa anomalii magnetycznych ΔT utworzona na bazie półszczegółowego zdjęcia Karpat i przedgórza (Kosobudzka i Wrzeszcz, 2005)

ΔZ dla arkusza Nowy Sącz w skali 1: 300 000 (Dąbrowski i Karaczun, 1954; Dąbrowski i in., 1956). W latach 60-tych realizowane było zdjęcie o charakterze regionalnym tj. o zagęszczeniu rzędu 1 pkt/km² (Ciszewski i Kurbiel, 1962; Ciszewski i Szostak, 1963). Szczegółowy opis historii i efektów ówczesnych badań magnetycznych można znaleźć w opracowaniu Karaczun i Karaczun (1970). Dane pionowej składowej ΔZ mają w obecnej chwili wartość głównie historyczną ponieważ obecnie dysponujemy już naziemnym zdjęciem całkowitego natężenia T .

Pierwszymi pomiarami całkowitego natężenia ziemskiego pola magnetycznego T w rejonie Karpat i ich przedgórza było profilowe zdjęcie lotnicze. Najpierw wykonano pomiary testowe (Wasiak i Duda, 1978), a następnie regularne zdjęcie (Wasiak, 1982). Wykonano 70 tys. pomiarów z krokiem 300 m wzdłuż 48 profili. Lot odbywał się na wysokości 250 m. Jak się wówczas okazało problemem trudnym do wyeliminowania były zakłócenia pochodzące od zelektryfikowanych linii kolejowych. Problem ten został rozwiązany przez Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych, gdzie opracowano metodykę prac umożliwiającą wyeliminowanie opisywanych zakłóceń (Kosobudzka, 1988), tzw. metodą różnicową.

W 1993 r. na bazie pomiarów lotniczych opracowano 14 arkuszy mapy magnetycznej w skali 1: 200 000 (Cieśla i in., 1993). Zastosowane metody usuwania zakłóceń przemysłowych spowodowały prawdopodobnie usunięcie z pomiarzonego wówczas pola również rzeczywistych anomalii lokalnych. W rezultacie uzyskano regionalny obraz pola magnetycznego o gładkim przebiegu izolinii. Wspomnianą powyżej metodą różnicową w połączeniu z metodą klasyczną zastosowano w trakcie realizacji naziemnego zdjęcia półsz-

czegółowego obszaru Karpat i ich przedgórza (Kosobudzka i Wrzeszcz, 2005). Zdjęcie to wykonano ze średnim zagęszczeniem 2 pkt/km². Na Fig. 7.4 przedstawiono lokalizację punktów pomiarowych tylko tego zdjęcia. W porównaniu z wcześniejszymi zdjęciami (lotniczym i składowej Z) charakteryzuje się ono znacznie większą dokładnością pomiarów. Punkty pomiarowe były lokalizowane na podkładach topograficznych układu 1942. Charakterystyczny układ punktów, m.in. na całym obszarze przetargowym „Bochnia”, jest związany z zastosowaniem metody różnicowej wzdłuż linii kolejowej. Luka pomiarowa w centralnej części koncesji oraz na północ od jej granic spowodowana jest niemożnością wykonania pomiarów w obrębie Krakowa.

W ramach wspomnianego wcześniej „Atlasu geofizycznego Karpat” (Ostrowski i in., 2007; Lemberger i in., 2008) wykonano również prace interpretacyjne w zakresie magnetometrii, które obejmowały m.in. wykonanie mapy anomalii ΔT . Mapę tę poddano transformacji metodą filtracji częstotliwościowej, w wyniku czego można było opracować rozkładu anomalii resztkowych ΔT dla przyjętych przedziałów głębokości oraz rozkład anomalii regionalnych pochodzących od głębokiego podłoża. Przygotowano ponadto mapę anomalii ΔT zredukowanych do bieguna.

7.2.2. CHARAKTERYSTYKA OBRAZU MAGNETYCZNEGO

Obraz anomalii magnetycznych ΔT został przedstawiony na Fig. 7.5. Trudno jest go jednak scharakteryzować w obrębie obszaru przetargowego „Bochnia”, gdzie w dominującej

części pomiary zostały wykonane metodą różnicową (patrz: Fig. 7.4), a średnie zagęszczenie punktów pomiarowych jest dość rzadkie, przez co obraz anomalii ΔT ma charakter uogólniony (regionalny). Stosunkowo silna lokalna anomalia dodatnia w zachodniej części obszaru została zarejestrowana wzdłuż jednego „wąsa” pomiarowego. Anomalia ta (nazwana anomalią Wieliczki) jest również widoczna na mapie anomalii reszkowych ΔT na podstawie filtracji częstotliwościowej dla orientacyjnej głębokości śledzenia od 0 do 6 km p.p.m. (Ostrowski i in., 2007), co wskazuje na stosunkowo płytkie zaleganie jej źródła. Na południe od obszaru przetargowego (na południowym skraju obszaru przedstawionego na Fig. 7.5) są widoczne skraje dwóch anomalii dodatnich znanych jako anomalia Jordanowa (w zachodniej części) oraz anomalia Nowego Sącza (we wschodniej części). Głębokość stropu ciała anomalnego wyznaczona na podstawie dwuwymiarowego modelowania dla pierwszej z anomalii wynosi 7,75 km a dla drugiej 10 km. Pomiędzy tymi ciałami następuje obniżenie stropu podłoża magnetycznie czynnego do głębokości 12 km (Ostrowski i in., 2007).

7.2.3. OPRACOWANIA ARCHIWALNE

Cieśla, E., Petecki, Z., Wybraniec, S. 1993. Mapa magnetyczna Polski w skali 1:200 000 z komputerowym bankiem danych i interpretacją elementów strukturalnych dla arkuszy: 65-Kraków, 66-Tarnów, 67-Mielec, 68-Rzeszów, 69-Tomaszów Lubelski, 70-Cieszyn, 71-Bielsko Biała i Tatry Zachod-

nie, 72-Nowy Sącz i Tatry Wschodnie, 73-Jasło, 74-Przemyśl i Drohobycz, 77-Łupków. Inw. 28/94. CAG PIG, Warszawa.

Ciszewski, S., Kurbiel, H. 1962. Opracowanie półszcze-gółowych badań magnetycznych na Przedgórzu Karpat- 1961 r. Kat. M-101 PBG. CAG PIG, Warszawa.

Ciszewski, S., Szostak, I. 1963. Opracowanie półszcze-gółowych badań magnetycznych na Przedgórzu Karpat 1962. Kat. M-104 PBG. CAG PIG, Warszawa.

Dąbrowski, A., Karaczun, K. 1954. Mapa magnetyczna Polski 1:1000 000, wydanie tymczasowe anomalie składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego arkusz Nowy Sącz w skali 1:300 000. Kat. 85/26. CAG PIG, Warszawa.

Dąbrowski, A., Karaczun, K., Karaczun, M., Orkisz, H. 1956. Przeglądowa Mapa Magnetyczna Polski 1:300 000, Anomalie składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego, wydanie tymczasowe I i II. Kat. ObO/2176. CAG PIG, Warszawa.

Karaczun, K., Karaczun, M. 1970. Historia badań i cha-rakterystyka magnetyczna Karpat. Inw.2006 Kat.OK/277. CAG PIG, Warszawa.

Kosobudzka, I., Wrzeszcz, M. 2005. Dokumentacja temat: „Realizacja półszcze-gółowych badań magnetycz-nych T na obszarze Karpat i Przedgórza” 2002–2005 r. Inw. 1070/2005. CAG PIG, Warszawa.

Ostrowski, C., Petecki, Z., Stefaniuk, M., Wróblewska, M., Kosobudzka, I., Królikowski, C. 2007. Dokumentacja przedsię-wzięcia z dziedziny potrzeb geologii pt. „Atlas geofizyczny Kar-pat”. Inw. 1611/2008; Inw. 3097/2014. CAG PIG, Warszawa.

Wasiak, I., Duda, W. 1978. Dokumentacja pomiarów ae-

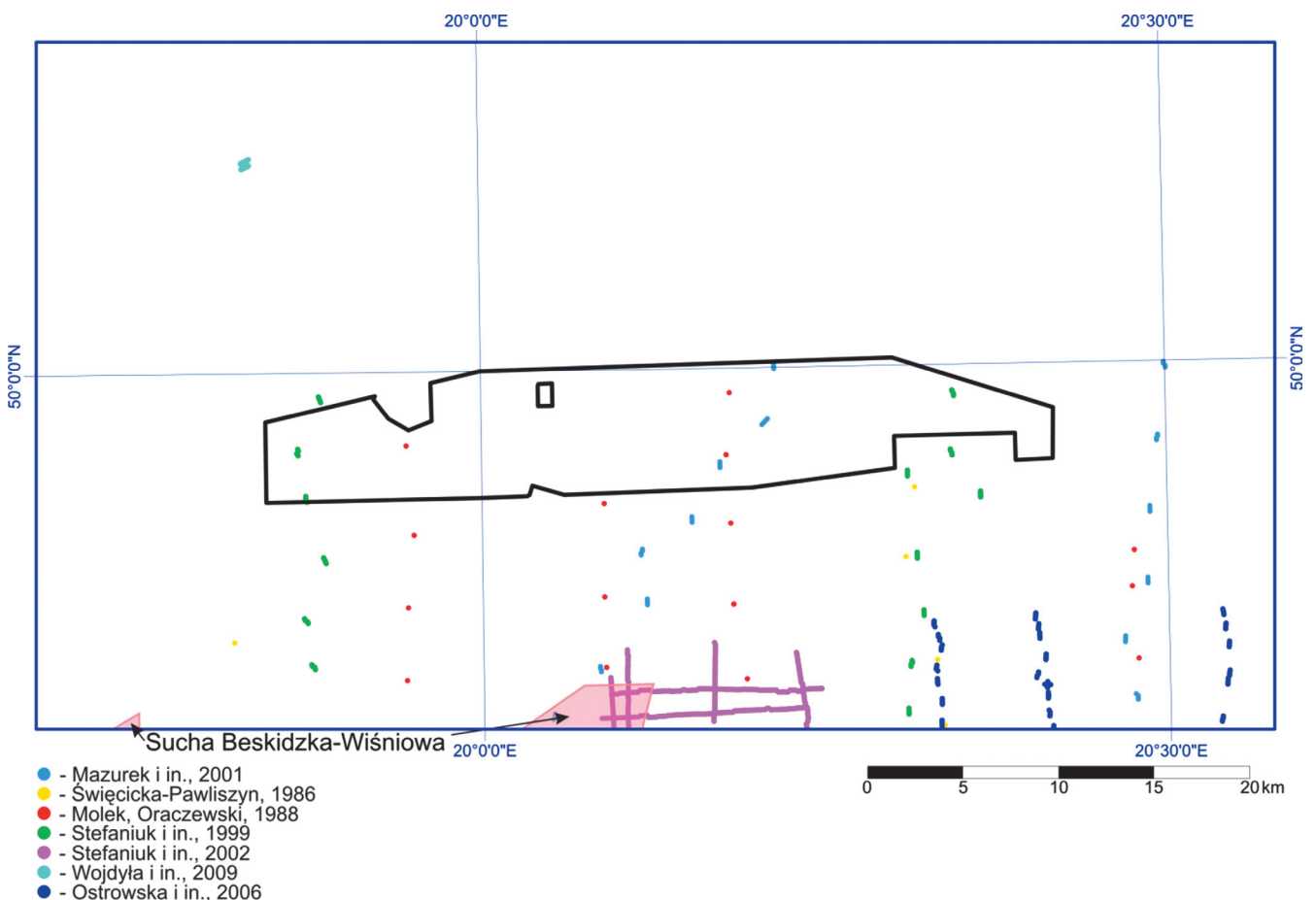


Fig. 7.6. Lokalizacja sondowań magnetotellurycznych na obszarze przetargowym „Bochnia”

rogeofizycznych na tematach: Sudety, Karpaty, Góry Świętokrzyskie, Niecka górnośląska, profil regionalny F, 1977. Inw. 44990; Kat. OW/204; Inw. 26235 Kat. OW/203. CAG PIG, Warszawa.

Wasiak, I. 1982. Dokumentacja badań aeromagnetycznych temat: Karpaty i Przedgórze 1979-1981. Inw. 2171 Kat. 84/103. CAG PIG, Warszawa.

7.3. ELEKTROMAGNETYKA

7.3.1. DOTYCHCZASOWE BADANIA I ICH WYNIKI

Lokalizacja badań magnetotellurycznych wykonanych na obszarze przetargowym „Bochnia” została przedstawiona na Fig. 7.6. Pierwsze prace wykonano w połowie lat 80-tych XX w. (Święcicka i Pawliszyn, 1986; Molek i Oraczewski, 1988). Głównym ich celem było prześledzenie skonsolidowanego podłoża fliszu możliwie jak najdalej w kierunku zapadania. Dodatkowo wykonano badania telluryczne, które miały na celu śledzenie zmian w wykształceniu litologicznym pokrywy fliszowej, fałdów i granicy bloków w jej obrębie, a szczególnie wskazanie takich obszarów, które wyróżniają się pod względem parametrów geoelektrycznych.

Kolejne badania, których cele określono bardzo podobnie, wykonane zostały w latach 1999-2001 r. (Stefaniuk, 1999; Mazurek i in., 2001). Prześledzono granice geoelektryczne w obrębie fliszu, strop podłoża wysokooporowego (podmiocerskiego lub podfliszowego podłoża mezozoicznego, paleozoicznego lub prekambryjskiego), strop podłoża krystalicznego wraz ze strefami tektonicznymi w jego obrębie. Skonstruowano dwuwymiarowe przekroje rozkładu oporności w ośrodku geologicznym. Kontynuacją powyższych badań była interpretacja, polegająca na kompleksowym ujęciu wyników magnetotellurycznych, grawimetrycznych i sejsmicznych (Młynarski i in., 2001). W 2002 r. wykonano badania magnetotelluryczne w rejonie Raciechowice-Stadniki (Stefaniuk, 2002). Pomiarom MT towarzyszyły wcześniej opisane prace grawimetryczne. Celem badań było rozpoznanie strukturalne i litologiczne pokrywy fliszowej, określenie miąższości utworów miocenu, odwzorowanie zmienności strukturalnej i głębokości stropu podłoża mezozoiczno-paleozoicznego. Wyinterpretowane zostały granice tektoniczne a także układ strukturalny wysoko i niskooporowych kompleksów, co posłużyło wyznaczeniu położenia stref antyklinalnych i synklinalnych. Późniejsze prace (Ostrowska i in., 2006) znajdują się poza wschodnią granicą obszaru przetargowego. Zostały wykonane na zamówienie PGNiG. Ich celem było głównie określenie przebiegu granic opornościowych w utworach mezopaleozoicznych, w tym głównie jurajskich oraz węglanowych dewońsko-karbońskich. Ostatnim z przedstawionych na Fig. 7.6 zdjęć magnetotellurycznych jest położone w Rzęsce tj. na północny-zachód, od obszaru przetargowego (Wojdyła i in., 2009).

Na potrzeby opracowania „Geofizycznego atlasu Karpat” (Ostrowski i in., 2007; Lemberger i in., 2008) zostały opracowane mapy geoelektryczne: mapy stropu wysokooporowego podłoża prekambryjskiego i miąższości niskooporowych (<20

Ωm) utworów podfliszowych. Na obszarze przetargowym „Bochni” głębokość stropu podłoża prekambryjskiego wyznaczona została na około 2,5 km p.p.m. Mapa oporności na poziomie 2 km p.p.m. w rejonie obszaru „Bochni” przedstawia obraz opornościowy podłoża podfliszowego – podmiocerskiego. Podłoże fliszu zaznacza się na ogół jako kompleks wysokooporowy. Mapy magnetotelluryczne zostały opracowane z wykorzystaniem danych pomiarowych różnych generacji oraz o zróżnicowanym stopniu zagęszczenia. Celowe będzie uzupełnienie obecnego rozpoznania o charakterze regionalnym dalszymi badaniami i doprowadzenie zdjęcia do standardu półszczegółowego.

7.3.2. DOKUMENTACJE ARCHIWALNE

Mazurek, B., Miecznik, J., Mrzygłód, T., Adamczak, T., Florek, R., Jawor, E., Klityński, W., Palka-Zielińska, E., Pepel, A., Stefaniuk, M., Ślącza, A. 2001. Opracowanie, temat: Realizacja projektu badań magnetotellurycznych w Karpatach. Dokumentacja badań magnetotellurycznych w Karpatach obszar zachodni część II-profile: Przyborów-Zator nr 3, Chyżne-Niepołomice nr 6, Szczawnica-Bochnia nr 8, Cieszyn-Nowy Targ nr 20, Bielsko Biała -Grybów nr 21 i opracowanie zbiorcze 1997-2001. Inw. 2202/2001. CAG PIG, Warszawa.

Młynarski, S., Dziewińska, L., Klityński, W., Królikowski, C., Petecki, Z., Stefaniuk, M., Żółtowski, Z., Żytka, K. 2001. Opracowanie, temat: Realizacja projektu badań magnetotellurycznych w Karpatach. Interpretacja kompleksowa wyników badań magnetotellurycznych i anomalii grawimetrycznych w zakresie struktury litosfery Polskich Karpat. Inw. 57/2003. CAG PIG, Warszawa.

Molek, M., Oraczewski, A. 1988. Dokumentacja badań magnetotellurycznych i tellurycznych, temat: Badania wglębnej budowy geologicznej Karpat – „Karpaty”, lata 1986-87, Część I obszar I i II. Inw. 325/92. CAG PIG, Warszawa.

Ostrowska, K., Stefaniuk, M., Targosz, P., Wojdyła, M. 2006. Dokumentacja badań grawimetrycznych i magnetotellurycznych w rejonie Tarnawa – Łąka – Czchów, 2005r. Inw. 4692/2013, Kat. G-635 PBG. CAG PIG, Warszawa.

Stefaniuk, M. 1999. Opracowanie, temat: Realizacja projektu badań magnetotellurycznych w Karpatach. Dokumentacja badań magnetotellurycznych w Karpatach – obszar zachodni, część I – profile magnetotelluryczne: Chyżne-Spytkowice nr4, Zakopane-Kraków nr 5 i Bukowina Tatrzańska-Niepołomice nr 7, 1997-1999. Inw. 2700/99. CAG PIG, Warszawa.

Stefaniuk, M. 2002. Dokumentacja badań magnetotellurycznych w rejonie Raciechowice - Stadniki, 2002 r. Inw. 4866/2013 Kat. E-1557 PBG. CAG PIG, Warszawa.

Święcicka-Pawliszyn, J. 1986. Dokumentacja badań magnetotellurycznych, temat: Bieszczady – strefa Zakopane – Sucha Beskidzka, lata 1982-85 częściowa. Arch. Państw. Inst. Geol. Oddz. Karpacki, Kraków. Inw. 2407 Kat. OK/323.

Wojdyła, M., Sada, M., Sito, Ł., Stefaniuk, M. 2009. Sprawozdanie z prac geofizycznych wykonanych metodą CSAMT w Rzęsce. Arch. Przeds. Bad. Geof. Sp. Z o.o., Warszawa. Kat. E-1670. CAG PIG, Warszawa.

8. OCENA PERSPEKTYWICZNOŚCI GEOLOGICZNEJ

Obszar przetargowy Bochnia został wyznaczony w obrębie małopolskiej prowincji naftowej i zajmuje fragmenty bloków koncesyjnych o numerach 393, 412, 413. Jest zlokalizowany w strefie brzeżnej Karpat fliszowych w miejscu styku płaszczowin karpackich z jednostką zgłobicką, reprezentującą sfałdowane utwory miocenne basenu przedgórskiego Karpat. Północna część obszaru obejmuje miocenne wypełnienie basenu przedgórskiego znajdujące się w pozycji autochtonicznej.

W obrębie obszaru przetargowego zidentyfikowano obecność trzech czynnych systemów naftowych. Są to: system płytkiego gazu biogenicznego występujący w utworach molasowych basenu przedgórskiego oraz system mezozoiczny paleozoiczny występujący w jego podłożu. W południowej części obszaru możliwe jest występowanie trzeciego paleogeńsko – mezozoicznego systemu naftowego obejmującego utwory Karpat fliszowych.

W części południowo-wschodniej omawiany blok przetargowy został pomniejszony o obszar złoża Gierczyce–Siedlec. Jest ono ciekawym przykładem płytkiego złoża utworzonego w pułapce typu kombinowanego utworzonego w miocenie allochtonicznym, dla którego skalą zbiornikową są dolnobadeńskie pakiety piaskowców przewarstwione łupkami. Akumulacje zostały odkryte w pierwszych latach po II wojnie światowej i występują w dwóch poziomach: wyższy w przedziale głębokości 707–732 m, drugi natomiast zalega na głębokości ok. 1126 m. Według Karnkowskiego (1993) złożo jest zbudowane z dwóch bloków tektonicznych: bloku Siedlec (część zachodnia złoża) i Gierzyca (część wschodnia). Zachodni blok jest nasunięty na wschodni. Złożo uszczelnione jest od góry pokładem badeńskiej soli kamiennej z anhydrytami. Zachodnią granicą jest uskoki podnoszący blok Siedlec. Piaskowce z wyższego horyzontu złożowego wykazują porowatość 19,7% a przepuszczalność osiąga wartość 357 mD. Ciśnienie denne początkowo wynosiło 4 Mpa a wydajność początkowa 13 Nm³/min. Gaz wydobywany z tego złoża składał się głównie z metanu jego zawartość oznaczono na 97,96% CH₄, zawartość N₂ wynosiła 1,5%. Złożo to do dnia dzisiejszego nie posiada obszaru górnego oraz dokumentacji złożowej. Charakter depozycji osadów miocenu sprzyja występowaniu wielowarstwowych złóż gazu ziemnego zakułowanych w utworach basenu przedgórskiego, tak jak ma to miejsce w złożu Grabina–Niezanowice sąsiadującym z obszarem od południa. Nie jest wykluczona akumulacja węglowodorów w utworach podłoża mezo-paleozoicznego w pułapkach strukturalnych typu Łątki czy Łapanowa.

W odwiercanych otworach, które wykonano przeważnie w latach 40-tych, 50-tych i 60-tych ubiegłego wieku notowano liczne objawy i ślady gazu ziemnego. W otworze Siedlec-1 wykonanym w roku 1946 metodą udarową, w trakcie głębinienia na głębokości 200,3 m stwierdzono obecność silnego gazu, na głębokości 410 m zanotowano gaz słaby niższy na głębokości 411,9 m i 417,0 m notowano wybuchy gazu. Pomiar wydajności wykonano uzyskując początkowo 7 m³/min następnie 5,5 m³/min. Podczas dalszego głębinienia nawiercono wodę złożową na głębokości 460 m. W trakcie głębinienia otworu Łapczyca-1, w roku 1947, obserwowano ślady gazu na głębokości od 352 m, na głębokości 394 m notowano ślady gazu opisane jako „gaz silniejszy”, na głębokości 404 m zanotowano wyrzut gazu z otworu, erupcję gazu z otworu określoną jako silny wybuch gazu zanotowano na głębokości 433 m. W roku 1953 wykonano otwór

Książnice-1, podczas wiercenia notowano objawy gazu w postaci wyrzutu płuczki z interwału 383,5–391,6 m natomiast z interwału 415–430 m odnotowano lekkie zgazowanie płuczki. Na przełomie lat 1953/54 odwiercono otwór Kłaj-1, w czasie wiercenia zanotowano lekkie zgazowanie płuczki na głębokości 743 m.

Otwór Siedlec-4 odwiercono w roku 1953. W trakcie wiercenia notowano ślady gazu na głębokości 427 m następnie ślady gazu po rozbiciu rdzenia z głębokości 542,8 m a następnie podczas ciągnięcia przewodu nastąpił wybuch gazu, ciśnienie na głowicy wynosiło 2,64 MPa. Wybuch ustał po wtłoczeniu płuczki ilowej obciążonej barytem. W interwale 626,9–684 m notowano silne zgazowanie płuczki. Ostatecznie po perforacji w interwale 410–415 m uzyskano przemysłowy przyływ gazu. Otwór przekazano do eksploatacji. W roku 1950, podczas wiercenia otworu Cichawa-1 zanotowano zgazowanie solanki w interwale 470–482 m (miocen). Po odwierceniu do głębokości granicznej urządzenia czyli 503 m, nastąpił wyrzut zgazowanej solanki z otworu na wysokość 30 m od stołu. Gaz wydobywał się także przestrzenią poza rurami 9 5/8”. Prawdopodobnie z przyczyn technicznych otwór zlikwidowano. W otworze Cichawa-2 również notowano objawy w postaci silnego wybuchu zgazowanej solanki z interwałów obejmujących utwory miocenu 228–231 oraz 231–235 m, a także przyływ gazu z solanką w interwale 380–381 m. Otwór zlikwidowano prawdopodobnie z przyczyn technicznych. Ślady ropy naftowej i gazu ziemnego pochodzące z próbnika złoża zapieczętowanego w interwale 1998,2–2080,0 m obejmującym piaskowce kambryjskie uzyskano w otworze Mogilany-1. Analizowana woda złożowa pobrana z interwału 2264,0–2500 (obejmującego utwory kambryjskie) wykazywała cechy 13% solanki chlorkowo – wapiennej charakteryzującej obszary izolowane od wód meteorycznych.

Największe ryzyko podczas prowadzenia prac poszukiwawczych w rejonie Bochni wiąże się ze zdefiniowaniem geometrii pułapki złożowej. Obecnie obszar przetargowy rozpoznany jest nieregularną siatką profili 2D (Fig. 6.1). W części wschodniej siatka profili ma charakter półszczegółowy z odległościami pomiędzy profilami 0,5–0,7 km, dochodząc do ok. 1,5–2 km w okolicach otworów Trąbki-1 i Zabłocie-1. W okolicach Wieliczki oraz w części północno – zachodniej obszaru brak jest rozpoznania sejsmicznego. Od lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku w rejonie wykonano 54 profile sejsmiczne 2D o łącznej długości ok. 743,6 km. Wyniki tych badań w powiązaniu z wynikami odwierconych otworów doprowadziły do wykartowania obiektów perspektywicznych po wykonaniu interpretacji dość dobrze widocznej i dającej się śledzić na przeważającej części obszaru powierzchni spągu utworów miocenu odwzorowującej strop utworów podłoża (Fig. 6.3). Obiekty związane z tą powierzchnią mogą być pułapkami dla węglowodorów powstałych w paleozoicznej – mezozoicznym systemie naftowym. Często ponad nimi zlokalizowane są obiekty perspektywiczne mogące być pułapkami dla węglowodorów utworzonych w miocennym systemie naftowym lub wypełnionych węglowodorami pochodzącymi z re-migracji. Obiekty miocenne mogą być kartowane na większym obszarze analizując spąg utworów fliszowych Karpat zewnętrznych możliwy do interpretacji na profilach 2D z tego rejonu. Dodatkowo analiza amplitudy sygnału sejsmicznego umożliwiła wyznaczenie stref perspektywicznych w obrębie płycej zalegających fragmentów profilu osadów wypełnienia basenu molasowego. Wykorzystując te zależności, zidentyfikowano kilka obiektów w podłożu górotworu karpackiego i basenu molasowego a także kilka w utworach miocenu. Ich duża część do chwili obecnej nie została sprawdzona metodami wiertniczymi.

W wyniku interpretacji archiwalnych oraz wykonanych w roku 1993 profili sejsmicznych wykonano mapy powierzchni sejsmicznych poziomów korelacyjnych identyfikowanych ze stropem jury górnej jak, spągami miocenu, a także spągami utworów jurajskich. Przy wykorzystaniu tych map zidentyfikowano obiekt Stanisławice o amplitudzie 75 m, powierzchni 3,5 km² obliczonej po izolinii konturującej -650 m oraz obiekt Trąbki o amplitudzie 120 m, powierzchni 3,0 km² obliczonej po izolinii 600 m. Obiekt zarejestrowany został w spągu utworów miocenu oraz w stropie utworów jurajskich. Nie został dotychczas sprawdzony metodami wiertniczymi. W tym samym roku wstępnie udokumentowano profilami sejsmicznymi 2D obiekt Bochnia wyinterpretowany w spągu miocenu (sejsmiczny poziom korelacyjny Msp), stropie utworów jurajskich (sejsmiczny poziom korelacyjny Jstr) oraz w spągu jury (sejsmiczny poziom korelacyjny Jsp). Powierzchnia obiektu wynosiła 3,5 km², amplituda 30 m obliczona po izolinii -700 m. W roku 2004 wykonano badania sejsmiczne obejmujące także ten obszar. Obiekt zmienił swoją geometrię, obecnie ma charakter pułapki przyuskokowej jednak nadal pozostaje obiektem perspektywnym, otwór negatywny Cikowice-2 okazał się zlokalizowany poza strukturą. Powierzchnia obiektu Bochnia zwiększyła się i obecnie wynosi 4,5 km² po izolinii -600 m. Zlokalizowany ok. 4 km na północny zachód obiekt Stanisławice o amplitudzie 75 m, powierzchni 3,0 km² i konturującej izolini o wartości -650 m jest kolejnym obiektem perspektywnym o nie wyjaśnionym potencjale złożowym. W obrębie obiektu odwiercono otwór Targowisko-2 z przyływem solanki ze śladami gazu ziemnego w trakcie wiercenia w utworach miocenu, jednak lokalizacja otworu blisko konturu pułapki nie daje informacji o charakterze nasycenia części kulminacyjnej. Na zachód od obiektu Stanisławice wyinterpretowano obiekt Kłaj wykazujący amplitudę 75 m, powierzchnię ponad 1 km² na izolinii konturującej -650 m. Obiekt został zidentyfikowany na mapach spągu oraz stropu utworów jurajskich (sejsmiczne poziomy korelacyjne Msp i Jstr).

Omówione obiekty perspektywiczne są najprawdopodobniej genetycznie związane z deformacją utworów mola-

sowych basenu przedgórskiego i ich podłoża w okresie formowania się jednostki zgłobickiej, a ich powstanie może być wynikiem procesów odpowiedzialnych za powstanie tzw. strefy trójkątnej, która stwierdzona została w okolicach Biadolin-Łętowic-Szczepanowa, na wschód od omawianego obszaru (Krzywiec i in, 2004). Niektórzy autorzy (Verges i Krzywiec, 2007) sugerują iż złoża soli w Wieliczce powstało w strefie trójkątnej podobnej do tej w okolicach Biadolin (Fig. 8.1, 8.2, 8.3).

Zasoby perspektywiczne na obecnym etapie rozpoznania są trudne do precyzyjnego określenia jednak mogą wynosić ponad 1900 mln m³ gazu ziemnego o zawartości CH₄ 93,040 % i zawartości azotu 4,2% (na podstawie złoża Łapanów). W pułapkach uformowanych w utworach miocenu zasoby mogą wynosić od 1000 do 4000 mln m³ gazu ziemnego o zawartości CH₄ 84–98% i N₂ 1–14% (na podstawie złoża Grabina-Nieznanowice).

Minimalny zakres prac proponowany dla obszaru koncepcyjnego.

1. Etap I (12 miesięcy) Powtórne przetworzenie i reinterpretacja archiwalnych danych sejsmicznych 2D.
2. Etap II (12 miesięcy) Wykonanie 50 km² badań sejsmicznych 3D lub 50 km profili 2D (proponowana ilość prac sejsmicznych dotyczy powierzchni/długości wzbudzenia).
3. Etap III (24 miesiące) Odwiercenie jednego otworu poszukiwawczego o minimalnej głębokości końcowej 1100 m (TVD) i maksymalnej 4500 m (TVD) wraz z kompletem pomiarów geofizycznych niezbędnych do interpretacji litologii, nasycenia oraz określenia parametrów petrofizycznych panujących w strefie złożowej, a także zabezpieczających bezpieczeństwo procesu wiercenia. Wykonanie testów w strefach złożowych oraz w przypadku dokonania odkrycia określenie parametrów produkowania ze złoża.
4. Etap IV (12 miesięcy). Wykonanie analiz uzyskanych danych.

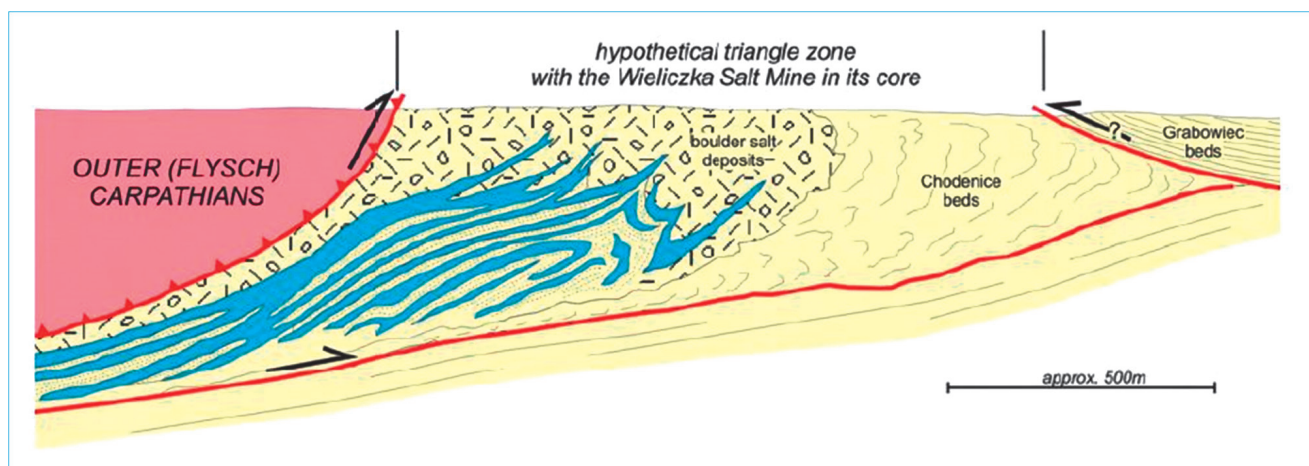


Fig. 8.1. Przekrój przez złoża soli w Wieliczce przerysowane za Tołwińskim 1957 w (Verges i Krzywiec, 2007)

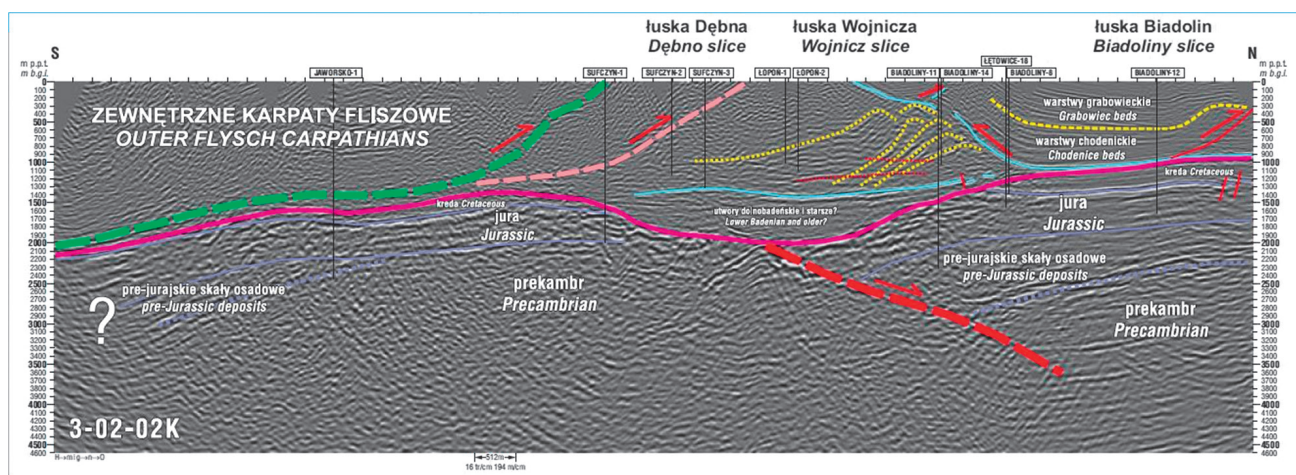


Fig. 8.2. Głębościowy przekrój 3-02-02K (zlokalizowany na wschód od obszaru przetargowego) wraz z interpretacją proponującą obecność strefy trójkątnej w utworach miocenu w rejonie Biadolin – Łętowic i Szczepanowa (Krzywiec i in., 2004)

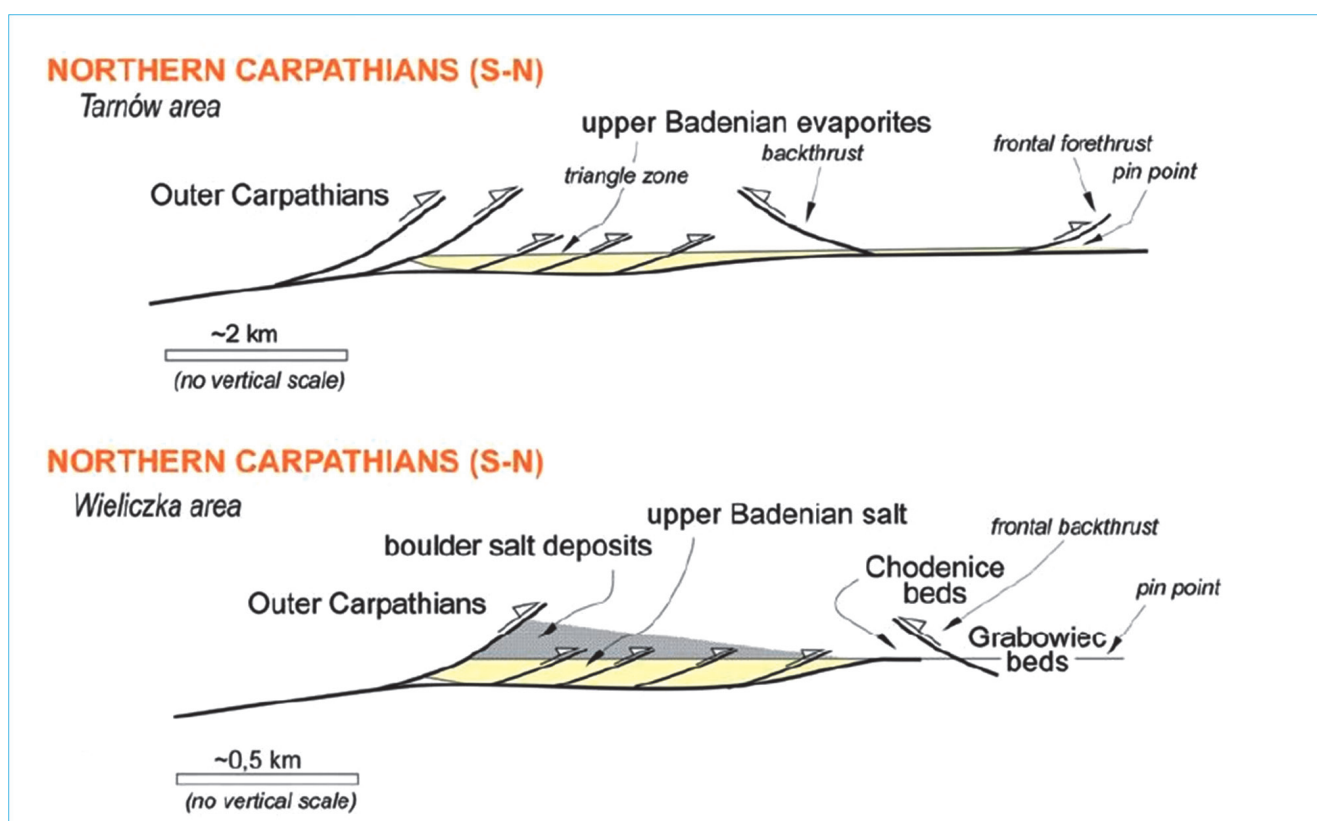


Fig. 8.3. Schematy ideowe struktur tektonicznych o charakterze stref trójkątnych w okolicach Tarnowa i Wieliczki (Verges i Krzywiec, 2007)

Poniżej zebrano podstawowe informacje o obszarze przetargowym „Bochnia” w postaci karty informacyjnej (Tab. 8.1).

Dane koncesji	nazwa obszaru:	Bochnia
	lokalizacja:	na łądzie fragmenty bloków koncesyjnych 393, 412, 413; na terenie następujących jednostek administracyjnych: województwo małopolskie powiat krakowski gmina (% powierzchni zajmowanej w granicach obszaru przetargowego) Skawina (1,70%), Mogilany (11,50%), Świątniki Górne (4,85%) powiat Kraków gmina Kraków (6,13%) powiat wielicki gmina Wieliczka (23,53%), Niepołomice (5,57%), Kłaj (13,88%), Biskupice (15,53%), Gdów (9,36%) powiat bocheński gmina Bochnia (5,53%), Bochnia (m.) (2,41%)
	typ:	poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie ze złoża
	czas obowiązywania:	koncesja na 10 lat w tym: faza poszukiwawcza - rozpoznawcza (5 lat), faza wydobywcza – po uzyskaniu decyzji inwestycyjnej
udziały		Zwycięzca przetargu 100%
Powierzchnia [km²]		218,902
rodzaj złoża		konwencjonalne złoża gazu ziemnego
Piętra strukturalne		Orogen Karpacki, platforma zachodnioeuropejska
Systemy naftowe		system naftowy paleozoiczno-mezozoicznego podłoża (I)
		system naftowy rozwinięty w płaszczowinach Karpat (II)
		system naftowy miocenu autochtonicznego zapadliska przedkarpackiego (III)
Skały zbiornikowe		I – piaskowce kambru; wapienie i dolomity dewonu dolnego; wapienie i dolomity dewonu górnego i dolnego karbonu; wapienie górnej jury, II – utwory fliszowe jednostki śląskiej: warstwy grodziskie, wierzowskie, lgockie, istebiańskie, piaskowce ciężkowickie i menilitowe oraz warstwy krośnieńskie, utwory fliszowe jednostki podśląskiej: warstwy wierzowskie i lgockie III – klastyki miocenu autochtonicznego zapadliska przedkarpackiego (baden i sarmat)
Skały macierzyste		I – skały węglanowe i klastyczne dolnego karbonu, skały klastyczne górnego karbonu (karbon produktywny w serii paralicznej i limnicznej) (?), mułowce i ilowce środkowej jury
		II – łupki cieszyńskie, wierzowskie, grodziskie i lgockie dolnej kredy, łupki menilitowe oligocenu wszystkich jednostek płaszczowinowych
		III – skały drobnoklastyczne karpatu i dolnego badenu
Skały uszczelniające		I, III – ewaporaty, które uszczelniają pułapki w systemie paleozoiczno-mezozoicznym podłoża, drobnoklastyczne utwory miocenu autochtonicznego zapadliska przedkarpackiego
		II – drobnoklastyczne utwory fliszowe, które izolują węglowodory występujące w skałach miocenu zapadliska przedkarpackiego i horyzonty gruboklastyczne w obrębie sukcesji fliszowej
Miąższość nadkładu		I – ilowce miocenu autochtonicznego, ewaporaty badeńskie i lokalnie skały fliszu karpackiego płaszczowin śląskiej i podśląskiej: 500–1000 m
		II – nieprzepuszczalne utwory drobnoklastyczne fliszu: 0–100 m
		III – wewnątrzmiocenne litosomy ilaste, utwory fliszowe jednostek podśląskiej i śląskiej: 100–500 m
Typ pułapki		I – strukturalne, stratygraficzne
		II – strukturalne lub strukturalno-litologiczne, litologiczne
		III – antykliny kompakcyjne, strukturalne

Złoża rozpoznane w pobliżu (GZ-gaz ziemny; RN ropa naftowa)	Grabina – Nieznanowice (GZ) odkryte w 1972 r. wydobyć kumulacyjne (37 lat) 161,25 mln m ³ zasoby wydobywalne bilansowe: 328 mln m ³ , produkcja w 2015: 1,96 mln m ³ , zasoby przemysłowe 12,96 mln m ³ , nieprzemysłowe: 431,77 mln m ³ .
	Grabina – Nieznanowice S (GZ) odkryte w 1987 r. wydobyć kumulacyjne (22 lata) 17,25 mln m ³ zasoby wydobywalne bilansowe: 205,74 mln m ³ , produkcja w roku 2015: 1,96 mln m ³ , zasoby wydobywalne przemysłowe 110,54 mln m ³ , nieprzemysłowe: 95,2 mln m ³ .
	Łapanów (GZ) odkryte w 2008 r. wydobyć kumulacyjne (2 lata) 18,04 mln m ³ , w 2015 r. produkcja 17,92 mln m ³ , zasoby wydobywalne (przemysłowe: 307,28 mln m ³)
	Łąka (GZ, RN) odkryte w 1971 r. wydobyć kumulacyjne gaz z horyzontów gazowych (40 lat) 96,15 mln m ³ , gaz z horyzontów kondensatowych (28 lat) 721,38 mln m ³ , kondensat (30 lat) 50,54 tys. t, w 2015 r. produkcja gaz 3,02 mln m ³ , ropa brak, zasoby wydobywalne gaz 211,72 mln m ³ , kondensat 4,58 tys. t.
	Raciborsko (GZ) odkryte w 1978r. wydobyć kumulacyjne (37 lat) 25,75 mln m ³ , produkcja w roku 2015: 0,22 mln m ³ , zasoby wydobywalne bilansowe: 431,65 mln m ³ , zasoby wydobywalne przemysłowe 16,31 mln m ³ .
Zrealizowane zdjęcia sejsmiczne [rejon], wykonawca, (właściciel)	1976 Brzesko-Pilzno-Olszyny Geofizyka Kraków Sp, z o.o., Kraków (Skarb Państwa)
	1977 Bochnia-Czchów-Tarnów, Geofizyka Kraków Sp, z o.o., Kraków, (Skarb Państwa)
	1978 Górnośląskie Zagłębie Węglowe, Przeds, Bad, Geofiz, , Warszawa, (Skarb Państwa)
	1978 Żywiec-Wadowice-Gdów, Geofizyka Kraków Sp, z o.o., Kraków, (Skarb Państwa)
	1992 Dobczyce-Gdów-Wolica, Geofizyka Kraków Sp.z o.o., Kraków, (PGNiG, Warszawa)
	1993 Liplas-Grobla-Żukowice, [Liplas-Grobla], Geofizyka Kraków Sp, z o.o., Kraków, (PGNiG, Warszawa)
	1993 Liplas-Puszcza, [Liplas-Grobla-Żukowice], Geofizyka Kraków Sp, z o.o., Kraków, (PGNiG, Warszawa)
	1994 Lachowice-Myslenice, Geofizyka Kraków Sp, z o.o., Kraków, (PGNiG, Warszawa)
	2003 Puszcza-Krzeczów-Borek, Geofizyka Kraków Sp, z o.o., Kraków, (PGNiG, Warszawa)
	2004 Kamyk-Niepołomice, Geofizyka Kraków Sp, z o.o., Kraków, (PGNiG, Warszawa)
Otwory reperowe (MD)	Cichawa 8 1 (1029 m)
	Cikowice 1 (1465,5 m)
	Trąbki 1 (862 m)
	Mogilany 1 (2500 m)
Proponowany minimalny program prac fazy poszukiwawczo-rozpoznawczej	Etap I (12 miesięcy) Powtórne przetworzenie i reinterpretacja archiwalnych danych sejsmicznych 2D.
	Etap II (12 miesięcy) Wykonanie 50 km ² badań sejsmicznych 3D lub 50 km profili 2D (podana ilość badań geofizycznych dotyczy długości/powierzchni wzbudzenia).
	Etap III (24 miesiące) Odwiercenie jednego otworu poszukiwawczego o minimalnej głębokości końcowej 1100 m (TVD) i maksymalnej 4500 m (TVD) rdzeniowanego w interwałach perspektywicznych, wraz z kompletem pomiarów geofizycznych niezbędnych do interpretacji litologii, nasycenia oraz określenia parametrów petrofizycznych panujących w strefie złożowej, a także zabezpieczających bezpieczeństwo procesu wiercenia.
	Wykonanie testów w strefach złożowych oraz w przypadku dokonania odkrycia określenie parametrów produkowania ze złoża.
	Etap IV (12 miesięcy) Wykonanie analiz uzyskanych danych.

Tab. 8.1. Karta informacyjna obszaru „Bochnia”

9. LITERATURA I MATERIAŁY ARCHIWALNE

- Baran, U., Jawor, E., Jawor, W. 1973.** Dodatek do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Grabina-Nieznanowice. Inw. 10518 CUG, CAG PIG, Warszawa.
- Baran, U., Jawor, E., Jawor, W. 1997.** Rozpoznanie geologiczne i wyniki prac poszukiwawczych za węglowodorami w zachodniej części polskich Karpat. *Przegląd Geologiczny*, **45**, 66–75.
- Barbacki, A. 2004.** Zbiorniki paleozoiczne obszaru krakowsko-kieleckiego – możliwości wykorzystania energii geotermalnej. *Przegląd Geologiczny*, **52**.
- Bieda, F., Geroch, S., Koszarski, L., Książkiewicz, M., Żyto, K. 1963.** Stratigraphie des Karpates externes polonaises. Biuletyn Instytutu Geologicznego, **181**, 5–174.
- Bochnia, N., Duda, W. 1969.** Dokumentacja szczegółowych badań geofizycznych: 1. W rejonie Kryspinowa k. Krakowa, 2. W rejonie Ząbkowic k. Dąbrowy Górniczej, 1969. Inw. 1504, Kat. 4829/751. CAG PIG, Warszawa.
- Brzozowska, M. 1973.** Megaspory jury środkowej z otworu wiertniczego Siercza 1. *Geological Quarterly*, **17**, 647–648.
- Bukowski, K., de Leeuw, A., Gonera, M., Kuiper, K. F., Krzywiec, P., Peryt, D. 2010.** Badenian tuffite levels within the Carpathian orogenic front (Gdów–Bochnia area, Southern Poland): radio-isotopic dating and stratigraphic position. *Geological Quarterly*, **54**, 449–464.
- Buła, Z. 2000.** Dolny paleozoik Górnego Śląska i Zachodniej Małopolski. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **171**, 1–63.
- Buła, Z., Habryn, R. 2008.** Atlas geologiczno-strukturalny paleozoicznego podłoża Karpat zewnętrznych i zapadlika przedkarpacciego w skali 1,300 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Buła Z., Habryn R. 2010.** Budowa geologiczna prekambriu i paleozoiku regionu krakowskiego. Prekambri i Paleozoik Regionu Krakowskiego. Konferencja naukowa Kraków, 19 listopada, 2010. Materiały konferencyjne. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 2010, 7–39.
- Buła, Z., Żaba J. 2005.** Pozycja tektoniczna Górnośląskiego Zagłębia Węglowego na tle prekambryjskiego i dolnopaleozoicznego podłoża. Przewodnik 76 Zjazdu Pol. Tow. Geol. Rudy k/Rybnika, 14–42.
- Burtan, J. 1964.** Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000 Arkusz Wieliczka. Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Burtan, J. 1984.** Tektonika Karpat fliszowych na południe od Wieliczki. *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, **340**, 7–22.
- Burtan, J., Golonka, J., Oszczypko, N., Paul, Z., Ślaczka, A. 1981.** Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Nowy Sącz. Wyd. Geol. Warszawa.
- Burtan, J., Wójcik, A. 2009.** Objasnienia Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1: 50 000 Arkusz Wieliczka (0997). Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki w Krakowie.
- Chowaniec, J., Buła, Z., Habryn, R., Freiwald, P., Ryłko, W., Tomasz, A., Tomasz, A. 2010.** Paleozoiczne piętra regionu krakowskiego jako potencjalny zbiornik CO₂ dla technologii CCS. Prekambri i Paleozoik Regionu Krakowskiego. Konferencja naukowa Kraków, 19 listopada, 2010. Materiały konferencyjne. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 2010, 41–66.
- Chowaniec, J., Witek, K. 1997a.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz
- Nowe Brzesko (0975), wersja cyfrowa.
- Chowaniec, J., Witek K. 1997b.** Mapa hydrogeologiczna na Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Myślenice (0996), wersja cyfrowa.
- Chowaniec, J., Witek K. 1997c.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Bochnia (0998), wersja cyfrowa.
- Chowaniec, J., Witek K. 2000.** Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Wieliczka (0997), wersja cyfrowa.
- Chowaniec, J., Zuber A., Ciężkowski W. 2007.** Prowincja karpacka. W: B. Paczyński, A. Sadurski (red.) *Hydrogeologia regionalna Polski* (t. 2, s. 78–96). Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny.
- Cieśla, E., Kosobudzka, I., Okulus, H. 1979.** Dokumentacja badań grawimetryczno-magnetycznych. Temat Lubliniec-Kraków, 1978. Inw. 2013, Kat. 74/244. CAG PIG, Warszawa.
- Cieśla, E., Kosobudzka, I., Okulus, H. 1980.** Dokumentacja badań grawimetryczno-magnetycznych. Temat: Dolina Będkowska, 1979r. Inw. 2043, Kat. 4829/931. CAG PIG, Warszawa.
- Cieśla, E., Petecki, Z., Wybraniec, S. 1993.** Mapa magnetyczna Polski w skali 1:200 000 z komputerowym bankiem danych i interpretacją elementów strukturalnych dla arkuszy: 65-Kraków, 66-Tarnów, 67-Mielec, 68-Rzeszów, 69-Tomaszów Lubelski, 70-Cieszyn, 71-Bielsko Biala i Tatry Zachodnie, 72-Nowy Sącz i Tatry Wschodnie, 73-Jasło, 74-Przemyśl i Drohobycz, 77-Łupków. Inw. 28/94. CAG PIG, Warszawa.
- Ciszewski, S., Kurbiel, H. 1962.** Opracowanie półszczegółowych badań magnetycznych na Przedgórzu Karpat 1961 r. Kat. M-101 PBG. CAG PIG, Warszawa.
- Ciszewski, S., Kurbiel, H., Reczek, J. 1965.** Dokumentacja badań grawimetryczno-magnetycznych. Temat: Ogrzeżenie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, 1964. Inw. 1166, Kat. 4729/579. CAG PIG, Warszawa.
- Ciszewski, S., Szostak, I. 1963.** Opracowanie półszczegółowych badań magnetycznych na Przedgórzu Karpat 1962. Kat. M-104 PBG. CAG PIG, Warszawa.
- Czernikowska, E. 1951.** Sprawozdanie z pomiarów wagą skłereń na obszarze Przedgórza Karpat, 1949–1950. Inw. 5530 Kat. 4930/43. CAG PIG, Warszawa.
- Czernikowska, E. 1959.** Badania grawimetryczne w rejonie Przedgórza Karpat. Kat. G-145 PBG. CAG PIG, Warszawa.
- Dusza R., Dudek, J. 1991.** Dodatek nr 2 do dokumentacji złoża gazu ziemnego Łapanów. Arch. CAG Inw. 226/92, Warszawa.
- Dziadzio, P., Borys, Z., Kuk, S., Masłowski, E., Probulski, J., Pietrusiak, M., Górka, A., Moryc, J., Baszkiewicz, A., Karnkowski, P., Karnkowski, P.H., Pietrusiak, M. 2006.** Hydrocarbon Resources of the Polish Outer Carpathians—Reservoir Parameters, Trap Types, and Selected Hydrocarbon Fields: A Stratigraphic Review. *AAPG Memoir*, **84**, 259–292.
- Dąbrowski, A., Karaczun, K. 1954.** Mapa magnetyczna Polski 1:1000 000, wydanie tymczasowe anomalie składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego arkusz Nowy Sącz w skali 1:300 000. Kat. 85/26. CAG PIG, Warszawa.
- Dąbrowski, A., Karaczun, K., Karaczun, M., Orkisz, H. 1956.** Przeglądowa Mapa Magnetyczna Polski 1:300 000, Anomalie składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego, wydanie tymczasowe I i II. Kat. ObO/2176. CAG PIG, Warszawa.
- Garlicki, A. 1961.** Poszukiwanie złoża soli kamienej w zatoce gdowskiej, sprawozdanie roczne poz. pl. SHR-3 1960

r. Inw. 4930/168, CAG PIG, Warszawa.

Garlicki, A. 1965. Poszukiwania złoża soli kamiennej w obszarze na północ od Wieliczki i Bochni /opracowanie końcowe/. Inw. 19964,4830/302, CAG PIG, Warszawa.

Garlicki, A. 1966. Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej „Moszczenica-Łapczyca” w miejscowości Moszczenica, gromada Książnice, Łapczyca, gromada Łapczyca, pow. bocheński, woj. Krakowskie. Inw. 7124 CUG, CAG PIG, Warszawa.

Garlicki, A. 1968. Z rozważań sedymentologicznych nad profilem autochtonicznej formacji solonośnej okolicy Wieliczki i Bochni. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, **38**, 2–3.

Giza, M., Baran, U. 1997. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego: Cichawa 8. Inw. 134004, CAG PIG, Warszawa.

Gliniak, P., Urbaniec, A. 2001. Oksfordzkie budowle biohermowe w rejonie Bochnia–Sędziszów w zapisie sejsmicznym 3D. *Nafta-Gaz*, **57**, 545–556.

Gliniak, P., Gutowski, J., Urbaniec, A. 2005. Budowle organiczne w utworach górnej jury przedgórza Karpat – aktualny stan rozpoznania na podstawie interpretacji materiałów sejsmicznych i wierowniczych w kontekście poszukiwań złóż węglowodorów. *Tomy Jurajskie*, **3**, 29–43.

Głuszyński, A., Aleksandrowski, P. 2016. A deep palaeovalley in the floor of Polish Carpathian Foredeep Basin near Pilzno and its control on Badenian (Middle Miocene) evaporite facies. *Geological Quarterly*, **60**, 493–516.

Golonka, J., Borysławski, A., Paul, Z., Ryłko, W. 1979. Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Bielsko–Biała. Wyd. Geol. Warszawa.

Górecki, W., Zawisza, L. 2011. Ocena stopnia rozpoznania polskich basenów naftowych. Raport na zamówienie Ministra Środowiska za środki finansowe wypłacone przez NFOŚiGW. Inw. 4182/2012. CAG PIG, Warszawa.

Górka, A. 1970. Dokumentacja wynikowa wiercenia poszukiwawczego: Zabłocie 1. Inw. 110668, CAG PIG, Warszawa.

Górka, A. 1971. Dokumentacja wynikowa wiercenia poszukiwawczego: Raciborsko 2. Inw. 111317, CAG PIG, Warszawa.

Górka, J., Reczek, D., Biedroński, G., Hotłoś, Ł. 2011. Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 451 – Subzbiornik Bogucice, Narodowe Archiwum Geologiczne. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, nr CBDG 985379, nr inwentarzowy 7413/2011.

Hałoń, B., Majewski, Z. 1978. Dokumentacja badań sejsmicznych metodą refleksyjną temat: Górnośląskie Zagłębie Węglowe 1977 r. Inw. 24515Kat. 4826/273. CAG PIG, Warszawa.

Heflik, W., Konior, K. 1972. Zlepienie górno syluru z otworu wiertniczego Raciborsko 2 na SW od Wieliczki. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, **42**, 4.

Jachowicz-Zdanowska M. 2010. Palinologia kambru dolnego bloku górnośląskiego i prekambriu bloku małopolskiego w regionie krakowskim. W: Prekambry i paleozoik regionu krakowskiego. Konferencja naukowa Kraków, 19 listopada, 2010. Materiały konferencyjne (red. M. Jachowicz-Zdanowska, Z. Buła), 67–92. PIG-PIB Warszawa.

Jakiel, B., Bałda, J. 1996. Opracowanie badań sejsmometrycznych otworu Cichawa 8 Prędkości sejsmiczne, Profilowanie akustyczne. Inw. C55 VS, CAG PIG, Warszawa.

Jaronik, R. 2008. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Łapanów. Arch CAG Inw. 682/2009, Warszawa.

Jawor, E. 1983. Utwory miocenu między Krakowem a Dębicą. *Przegląd Geologiczny*, **31**, 12.

Jawor, E., Baran, W., Jawor, U. 1993. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego i ropy naftowej Słopnice i Limanowa. Dodatek nr III do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Słopnice. Arch. CAG Inw. 641/94, Warszawa.

Jawor, W., Brzostowska, M. 1992. Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego: Targowisko 2. Inw. 133016, CAG PIG, Warszawa.

Jawor, E., Jawor, W. 1971a. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Łąka. Arch. CAG Inw. 9049 CUG, Warszawa.

Jawor, E., Jawor, W. 1971b. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Raciborsko. Inw. 8990 CUG, CAG PIG, Warszawa.

Jawor, E., Jawor, W. 1971c. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Grabina-Nieznanowice. Inw. 9061 CUG, CAG PIG, Warszawa.

Jawor, E., Jawor, W. 1972. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Łąka. Arch. CAG Inw. 9805 CUG, Warszawa.

Jawor, E., Jawor, W., Pieniążek, I. 1985. Dokumentacja geologiczna złóż gazu ziemnego Borek, Grądy Bocheńskie, Rysie. Arch. CAG PIG, Inw. 15867 CUG, Warszawa.

Jawor, E., Jawor, W., Pieniążek, I. 1973. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Słopnice. Arch. CAG Inw. 10517a CUG Warszawa.

Jawor, E., Jawor, W., Pieniążek, I. 1975. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Słopnice. Arch. CAG Inw. 10517b CUG, Warszawa.

Jawor, E., Jawor, W., Pieniążek, I. 1987. Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Grabina-Nieznanowice Południe. Arch. CAG PIG, Inw. 4930/567, Warszawa.

Jawor, E., Jawor, W., Pieniążek, I. 1990. Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złóż gazu ziemnego Borek, Grądy Bocheńskie, Rysie. Arch. CAG PIG, Inw. 870/91 CUG, Warszawa.

Jawor, W., Krach, J. 1972. Dokumentacja wynikowa otworu rozpoznawczego: Raciborsko 8. Inw. 114143, CAG PIG, Warszawa.

Jawor, W., Pieniążek, I. 1969. Dokumentacja wynikowa otworów: Łysokanie 1 i Łysokanie 2. Inw. DW-106145/2, CAG PIG, Warszawa.

Jawor, W., Pieniążek, I. 1970. Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego: Świątniki 2. Inw. 102841, CAG PIG, Warszawa.

Jawor, W., Pieniążek, I. 1993. Dokumentacja wynikowa otworu: Kłaj 2. Inw. 133169, CAG PIG, Warszawa.

Kaczowska Z., 1957. Przeglądowa Mapa Grawimetryczna Polski w skali 1:300 000. Kat. ObO/2175. CAG PIG, Warszawa.

Karaczun, K., Karaczun, M. 1970. Historia badań i charakterystyka magnetyczna Karpat. Inw.2006 Kat. OK/277. CAG PIG, Warszawa.

Karnkowski, P. 1993. Złoża ropy naftowej i gazu ziemnego w Polsce. T. 2, Karpaty i zapadlisko przedkarpackie. Wydawnictwo Geosynoptyków „Geos”, Kraków.

Karnkowski, P. 1999. Oil and gas deposits in Poland. Wydawnictwo Geosynoptyków „Geos”, Kraków.

Karta otworu: Cichawa 1. Inw. 105367, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Cichawa 2. Inw. 105366, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Cikowice 1. Inw. 88850, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Jawczyce 1. Inw. 110519, CAG PIG,

Warszawa.

Karta otworu: Kłaj 1. Inw. 54547, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Kolanów. Inw. 42696, CAG PIG, Warszawa

Karta otworu: Łysokanie 1. Inw. 106145, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Łysokanie 2. Inw. 106146, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Przebieczany XXI. Inw. 117459, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Siercza 1. Inw. 88848, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Stanisławice 'D'. Inw. 75166, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Sułków XV. Inw. 105397, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Sułków XVII. Inw. 117455, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Sułków XX 117458, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Sułków XXIII. Inw. 117461, CAG PIG, Warszawa

Karta otworu: Szczytniki 2. Inw. 87020, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Świątniki 2. Inw. 102841, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Targowisko SCH XI. Inw. 62437, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Wiatowice 2. Inw. 105421, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Zagórze 1. Inw. 90115, CAG PIG, Warszawa.

Karta otworu: Zagórze 4. Inw. 90116, CAG PIG, Warszawa.

Kiersnowski, H. 2001. Osady permo-triasu w basenie Liplas – Tarnawa. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, 174.

Kleczkowski, A.S. 1990. Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony w skali 1:500 000. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.

Kondracki, J. 2013. Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.

Konior, K., Turnau, E. 1974. Nowe profile wiertnicze utworów karbonu produktywnego w południowo-wschodniej części górnośląskiego zagłębia. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego* t. XLIV, z. 4, Kraków 1974.

Kopciowski, R., Jugowiec-Nazarkiewicz, M., Laskowicz, I. 2009. Objasnienia Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1: 50 000 Arkusz Bochnia (0998). Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki w Krakowie.

Kosakowski, P., Leśniak, G., Krawiec, J. 2012. Reservoir properties of the Palaeozoic-Mesozoic sedimentary cover on the Kraków–Lubaczów area (SE Poland). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 82, 51–64.

Kosobudzka I., 1988: Pomiary magnetyczne w strefach zakłóceń wywołanych elektrycznymi trakcjami kolejowymi. *Biuletyn informacyjny Geofizyka Stosowana* ½, s. 38–51

Kosobudzka, I., Wrzeszcz, M. 2005. Dokumentacja temat: „Realizacja pól szczegółowych badań magnetycznych T na obszarze Karpat i Przedgórze” 2002–2005 r. Inw. 1070/2005. CAG PIG, Warszawa.

Kotarba, M. 1992. Badania izotopowe bituminów i kerogenu warstw spaskich z otworów Kuźmina 2, Dynów 1, Wiśniowa 1, Kamienica Górna 1 wraz z interpretacją. Kat. 2566 PR OFER, Arch. Inst. Nafty i Gazu, Kraków.

Kotarba, M. 1998. Warunki generowania i akumulacji węglowodorów oraz charakterystyka geochemiczna substancji organicznej w utworach miocenu autochtonicznego zapadiska przedkarpackiego. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, 168, 277–295.

Kotarba, M. 2011. Origin of natural gases in the autochthonous Miocene strata of the Polish Carpathian Foredeep. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 81, 409–424.

Kotarba, M., Jawor, E. 1993. Petroleum generation, migration and accumulation in the Miocene sediments and Palaeozoic-Mesozoic basement complex of the Carpathian Foredeep between Cracow and Pilzno (Poland). W: Spencer, A. M. (red.), Generation, accumulation and production of Europe's hydrocarbons. Special Publication of the European Association of Petroleum Geologists, 3, Springer, Heidelberg, 295–301.

Kotarba, M., Koltun, Y. 2006. The Origin and Habitat of Hydrocarbons of the Polish and Ukrainian Parts of the Carpathian Province. *AAPG Memoir*, 84, 394–442.

Kotarba, M. J., Peryt, T. M. 2011. Geology and petroleum geochemistry of Miocene strata in the Polish and Ukrainian Carpathian Foredeep and its Palaeozoic-Mesozoic basement. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 81, 211–220.

Kotarba, M., Pluta, I. 2009. Origin of natural waters and gases within the Upper Carboniferous coal-bearing and autochthonous Miocene strata in South-Western part of the Upper Silesian Coal Basin, Poland. *Applied Geochemistry*, 24, 876–889.

Kotarba, M. J., Burzewski, W., Wilczek, T., Słupczyński, K., Kosakowski, P., Botor, D. 1998. Model of gaseous hydrocarbon generation in the Miocene strata of the Polish part of the Carpathian Foredeep. *Przegląd Geologiczny*, 46, 737–742.

Kotarba, M., Więclaw, D., Kosakowski, P., Kowalski, A. 2004a. Charakterystyka geochemiczna substancji organicznej utworów karbonu w południowej części bloku górnośląskiego. W: M. J. Kotarba (red.), *Możliwości generowania węglowodorów w skałach karbonu w południowej części bloku górnośląskiego i małopolskiego*. TBPS, Geosfera, 2004. Kraków, 49–70.

Kotarba, M., Kosakowski, P., Burzewski, W. 2004b. Procesy generowania i ekspulsji węglowodorów w świetle jednowymiarowych modeli numerycznych oraz potencjał generacyjny utworów karbonu w południowej części bloku górnośląskiego i małopolskiego. W: M. J. Kotarba (red.), *Możliwości generowania węglowodorów w skałach karbonu w południowej części bloku górnośląskiego i małopolskiego*. TBPS, Geosfera, 2004. Kraków, 87–116.

Kotarba, M., Burzewski, W., Jawor, E., Baran, U., Kosakowski, P., Buła, Z. 2004c. Generacyjny podsystem naftowy i ocena możliwości akumulacji węglowodorów utworów karbonu w południowej części bloku górnośląskiego i małopolskiego. W: M. J. Kotarba (red.), *Możliwości generowania węglowodorów w skałach karbonu w południowej części bloku górnośląskiego i małopolskiego*. TBPS, Geosfera, 2004. Kraków, 117–141.

Kotarba, M. J., Więclaw, D., Kosakowski, P., Kowalski, A. 2005. Hydrocarbon potential of source rocks and origin of natural gases accumulated in Miocene strata of the Carpathian Foredeep in Rzeszów area. *Przegląd Geologiczny*, 53, 67–76.

Kotarba, M. J., Peryt, T. M., Koltun, Y. V. 2011a. Microbial gas system and perspectives of hydrocarbon exploration in Miocene strata of the Polish and Ukrainian Carpathian Foredeep. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 81, 523–548.

- Kotarba, M., Więclaw, D., Kosakowski, P., Wróbel, M., Matyszkiewicz, J., Buła, Z., Krajewski, M., Koltun, Y., Tarkowski, J. 2011b. Petroleum systems in the palaeozoic–mesozoic basement of the Polish and Ukrainian parts of the Carpathian Foredeep. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, **81**, 487–522.
- Kowal, I., Książek, R. 1994. Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych na temacie Dobczyce-Gdów-Wolica, woj. nowosądeckie, krakowskie, tarnowskie. 1994. Inw. 1563/94. CAG PIG, Warszawa.
- Kowalski, J., 1997. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, wraz z objaśnieniami, arkusz Niepołomice (0974), wersja cyfrowa.
- Kozera, A. 1960. Próby interpretacji anomalii grawimetrycznej w rejonie Jordanowa, 1960. Inw. 2082 Kat. 84/102. CAG PIG, Warszawa.
- Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, 2010 – Mapa Podziału Hydrograficznego Polski, dokument elektroniczny: <http://geoportal.kzgw.gov.pl/imap/>, stan na dzień 28.10.2016 r.
- Królowski C., Petecki Z., 1995: Atlas grawimetryczny Polski. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Krzywiec P, Aleksandrowski P, Florek R, Siupik J, 2004. Budowa frontalnej strefy Karpat zewnętrznych na przykładzie mioceńskiej jednostki Zgłobic w rejonie Brzeska–Wojnicza—nowe dane, nowe modele, nowe pytania. *Przegląd Geologiczny*, **52**: 1051–1059.
- Krzywiec, P., Bukowski, K., Oszczypko, N., Garlicki, A. 2012. Structure and Miocene evolution of the Gdów tectonic “embayment” (Polish Carpathian Foredeep) – a new model based on reinterpreted seismic data. *Geological Quarterly*, **56**, 907–920.
- Książkiewicz, M. 1972. Budowa geologiczna Polski. T.IV. Tektonika, cz. 3. Karpaty. Wyd. Geol., Warszawa, 228 pp.
- Kuśmierek J. 2004. Systemy naftowe, pierwotny potencjał węglowodorowy a zasoby prognostyczne ropy naftowej i gazu ziemnego. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, **20**, 27–53.
- Kuśmierek, J., Maćkowski T. 1995. Modelowanie dynamiki generowania węglowodorów. W: Kuśmierek J. (red.), Ewolucja a ropogazoność Karpat polskich. *Prace Geologiczne Kom. Nauk Geologicznych PAN*, Oddz. w Krakowie, 75–77.
- Lemberger M., Kosobudzka I., Królowski C., Ostrowski C., Petecki Z., Stefaniuk M., Targosz P., Wróblewska M. 2008. Atlas geofizyczny Karpat. *Przegląd Geologiczny*, **56**, 455–457.
- Łąka, M., Ostrowski, C. 1987. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych temat: Przedgórze Karpat 1982-86. Kat. 75/234. CAG PIG, Warszawa.
- Łobaziewicz, M., Książek, R. 1993. Opracowanie badań sejsmicznych temat: Liplas–Grobla–Żukowice, rejon: Liplas–Puszcza, rok 1993. Kraków : Geofizyka Kraków, 1993. Tomy I–II. Inw. 1547/95. CAG PIG, Warszawa.
- Łyszkowska, J. 1967. Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Kraków–Olkusz, 1966. Inw. 1304, Kat. 4729/597. CAG PIG, Warszawa.
- Małecka, D., Chowaniec, J., Małecki, J. 2007. Region górnej Wisły. W: B. Paczyński, A. Sadurski (red.) *Hydrogeologia regionalna Polski* (t. 1, s. 108–158). Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny.
- Manterys, A. 1980. Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej „Wieliczka” w kat. C2+C1+B+A, miejscowość i gm. Wieliczka 1980. Inw. 13644a CUG, CAG PIG, Warszawa.
- Maryniak, K., Czernikowska, E. 1954. Anomalie grawimetryczne Karpat Zachodnich, 1954. Inw. 7863/1136 Kat. OK/143. CAG PIG, Warszawa.
- Matyasik, I. 2006. Potencjał węglowodorowy jednostki skolskiej polskich Karpat fliszowych. *Prace Instytutu Nafty i Gazu*, **140**, 1–97.
- Matyasik, I., Lesniak, G. Such, P. 2015. Elementy systemu naftowego Karpat. *Prace Instytutu Nafty i Gazu*, **203**.
- Mazurek, B., Miecznik, J., Mrzygłód, T., Adamczak, T., Florek, R., Jawor, E., Klityński, W., Palka-Zielińska, E., Pepel, A., Stefaniuk, M., Ślącza, A. 2001. Opracowanie, temat: Realizacja projektu badań magnetotellurycznych w Karpatach. Dokumentacja badań magnetotellurycznych w Karpatach obszar zachodni część II-profile: Przyborów–Zator nr 3, Chyżne–Niepołomice nr 6, Szczawnica–Bochnia nr 8, Cieszyń–Nowy Targ nr 20, Bielsko Biała–Grybów nr 21 i opracowanie zbiorcze 1997-2001. Inw. 2202/2001. CAG PIG, Warszawa.
- Meinhold, R., Lorensen. 1941. Sprawozdanie z pomiarów grawimetrycznych w Generalnym Gubernatorstwie. Inw. 5584 Kat. 4930/49. CAG PIG, Warszawa.
- Młynarski, S., Dziwińska, L., Klityński, W., Królowski, C., Petecki, Z., Stefaniuk, M., Żółtowski, Z., Żyto, K. 2001. Opracowanie , temat: Realizacja projektu badań magnetotellurycznych w Karpatach. Interpretacja kompleksowa wyników badań magnetotellurycznych i anomalii grawimetrycznych w zakresie struktury litosfery Polskich Karpat. Inw. 57/2003. CAG PIG, Warszawa.
- Molek, M., Oraczewski, A. 1988. Dokumentacja badań magnetotellurycznych i tellurycznych, temat: Badania głębokiej budowy geologicznej Karpat – „Karpaty”, lata 1986–87, Część I obszar I i II. Inw. 325/92. CAG PIG, Warszawa.
- Moryc, W. 2005. Rozwój badań utworów miocenu w Karpatach Zachodnich na obszarze Bielsko-Kraków. *Geologia, Kwartalnik AGH*, **31**, 5–73.
- Moryc, W. 2006a. Budowa geologiczna podłoża miocenu w rejonie Kraków – Pilzno. Część I. Prekambr i paleozoik, (bez permu). *Nafta-Gaz*, **5**, 197–216.
- Moryc, W. 2006b. Budowa geologiczna podłoża miocenu w rejonie Kraków–Pilzno. Część II. Perm i mezozoik. *Nafta-Gaz*, **6**, 263–282.
- Moryc, W. 2014. Perm i trias przedgórze Karpat polskich. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, **457**, 43–68.
- Morycowa, E., Moryc, W. 1979. Rozwój utworów jurajskich na przedgórzu Karpat w rejonie Dąbrowy Tarnowskiej – Szczucina. *Roczniki Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, **46**, 231–288.
- Myśliwiec, M. 2004a. Typy pułapek gazu ziemnego i strefowość występowania ich złóż w osadach miocenu wschodniej części zapadliska przedkarpackiego. *Przegląd Geologiczny*, **52**, 657–664.
- Myśliwiec, M. 2004b. Mioceńskie skały zbiornikowe zapadliska przedkarpackiego. *Przegląd Geologiczny*, **52**, 581–592.
- Myśliwiec, M., Borys, Z., Bosak, B., Liszka, B., Madej, K., Maksym, A., Oleszkiewicz, K., Pietrusiak, M., Pelzia, B., Staryszak, G., Świętnicka, G., Zielińska, C., Zychowicz, K., Gliniak, P., Florek, R., Zacharski, J., Urbaniec, A., Górka, A., Karnkowski, P., Karnkowski, P.H. 2006. Hydrocarbon Resources of the Polish Carpathian Foredeep, Reservoirs, Traps, and Selected Hydrocarbon Fields. *AAPG Memoir*, **84**, 351–394.
- Narkiewicz, M. 1978. Stratygrafia i rozwój facjalny górnego dewonu między Olkuszem a Zawierciem. *Acta Geologica Polonica*, **28**, 415–470.
- Narkiewicz, M. 1996. Devonian stratigraphy and depositional environments in proximity of the Sub-Carpathian Arch, Lachowice 7 well, southern Poland. *Kwartalnik Geologiczny*, **40**.

- Narkiewicz, M. 2001.** Litostratygrafia, środowiska sedymentacji i zarys diagenety węglanów dewonu i karbonu w rejonie Rajbrotu i Tarnawy. W: Paleozoik podłoża centralnej części polskich Karpat zewnętrznych (red. H. Matyja). *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **174**, 9–32.
- Narkiewicz, M. 2005.** Seria węglanowa dewonu i karbonu w południowej części bloku górnośląskiego. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **177**, 5–43.
- Nebelska, U., Wiśniewska, M., Haber, A. 2001.** Opracowanie wyników prac reinterpretacyjnych temat: Kamyk rok 2001. Kraków : Geofizyka Kraków, 2001. Tomy I, II. Inw. 429/2002. CAG PIG, Warszawa.
- Nowicki, Z. 2009.** Zadania Państwowej Służby Hydrogeologicznej w 2009 r. Zadanie 28: Charakterystyka geologiczna i hydrogeologiczna zweryfikowanych JCWPd. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, materiały niepublikowane.
- Okulus, H., Wasiak, J. 1961.** Sprawozdanie z prac grawimetrycznych na terenie: Jordanów 1960 r. Kat. 84/101. CAG PIG, Warszawa.
- Olczak, T. 1941.** Sprawozdanie z pomiarów grawimetrycznych zdjęć w Karpatach i na Przedgórzu Karpat. Inw. 5615 Kat. OK/37. CAG PIG, Warszawa.
- Olczak, T. 1946.** Mapa anomalii grawimetrycznych Bouguera na obszarach Południowo – Zachodniej Polski 1946. Inw. 5567 Kat. 64/36. CAG PIG, Warszawa.
- Ostrowska, K., Ostrowski, C., Balicki, A. 1991.** Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Rozpoznanie morfologii stropu podłoża podtrzeciorzędowego w rejonie Krakowa, 1991. Kat. G-584 PBG. CAG PIG, Warszawa.
- Ostrowska, K., Stefaniuk, M., Targosz, P., Wojdyła, M. 2006.** Dokumentacja badań grawimetrycznych i magnetotelurycznych w rejonie Tarnawa–Łąka–Czchów, 2005 r. Inw. 4692/2013, Kat. G-635 PBG. CAG PIG, Warszawa.
- Ostrowski, C. 2003.** Dokumentacja profilowych badań grawimetrycznych, temat: Puszcza–Krzeczków–Borek, 2003. Inw. 4515/2013, Kat. G-629 PBG. CAG PIG, Warszawa.
- Ostrowski, C., Ostrowska, K., Pisuła M. 2002.** Dokumentacja badań grawimetrycznych w rejonie Raciechowice – Stadniki. Inw. 4512/2013, Kat. G-626 PBG
- Ostrowski, C., Petecki, Z., Stefaniuk, M., Wróblewska, M., Kosobudzka, I., Królikowski, C. 2007.** Dokumentacja przedsięwzięcia z dziedziny potrzeb geologii pt. „Atlas geofizyczny Karpat”. Inw. 1611/2008; Inw. 3097/2014. CAG PIG, Warszawa.
- Oszczypko, N. 2006a.** Powstanie i rozwój polskiej części zapadliska przedkarpackiego. *Przegląd Geologiczny*, **54**, 396–403.
- Oszczypko, N. 2006b.** Late Jurassic-Miocene evolution of the Outer Carpathian fold-and-thrust belt and its foredeep basin (Western Carpathians, Poland). *Geological Quarterly*, **50**, 169–194.
- Paczyński, B. 2007.** Podstawy regionalizacji hydrogeologicznej. W: B. Paczyński, A. Sadurski (red.) *Hydrogeologia regionalna Polski* (t. 1, s. 56-69). Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny.
- Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, 2016 – Przeglądarka mapowa e-PSH, dokument elektroniczny: <http://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>, stan na dzień 08.11.2016.
- Pawłowski, S. 1938.** Raporty z wykonanych prac przez grupę grawimetryczną w 1938 r. Inw. 6602 Kat. 4930/109. CAG PIG, Warszawa.
- Pawłowski, S. 1939.** Grawimetria – pomiary na Przedgórzu Karpat. Inw. 5627 Kat. OK/38. CAG PIG, Warszawa.
- Pernal, J. 1969.** Dokumentacja wynikowa wiercenia geologicznego Spytkowice 200. Inw. 110546, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Pernal, J. 1983.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego: Trąbki 1. Inw. 128433, CAG PIG, Warszawa.
- Peryt, T. 2013.** Palaeogeographical zonation of gypsum facies: Middle Miocene Badenian of Central Paratethys (Carpathian Foredeep in Europe). *Journal of Palaeogeography*, **2**, 225–237.
- Pieniążek, I., 1969.** Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego: Targowisko 1. Inw. 103008, CAG PIG, Warszawa.
- Pietsch, K., Golonka, J., Marzec, P. 2007.** Stosunek podłoża do fliszu Karpat zewnętrznych pomiędzy Wadowicami a Babią Górą w świetle refleksyjnych badań sejsmicznych. *Geologia*, **33**, 197–210.
- Polakowski, T. 2004.** Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Grady Bocheńskie w kat. B+C. Arch. CAG PIG, Inw. 1971/2004, Warszawa.
- Polakowski, T. 2011.** Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Łapanów. Arch. CAG Inw. 522/2012, Warszawa.
- Połowicz, S., Janczy, G. 1986.** Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego i kondensatu gazowego Słopnice (Dodatek nr 2). Arch. CAG Inw. 16006 CUG, Warszawa.
- Poprawa, P., Machowski, G. 2010.** Analiza elementów systemu naftowego Karpat zewnętrznych. W: Poprawa, P., Malata, T., Olszewska, B., Szydło, A., Garecka, M. (red), *Rekonstrukcja systemów naftowych Karpat zewnętrznych*. Inw. 107/2011, Arch. CAG PIG, Warszawa.
- Poprawa, P., Malata, T., Olszewska, B., Szydło, A., Garecka, M. 2010.** Rekonstrukcja systemów naftowych Karpat zewnętrznych. Inw. 107/2011. CAG PIG, Warszawa.
- Przybyła, P. 2013.** Dodatek nr 4 do dokumentacji złoża gazu ziemnego Słopnice w kat. A, C. (Dokumentacja rozliczeniowa). Arch. CAG Inw. 2745/2013, Warszawa.
- Przybyło, A., 1979.** Opracowanie badań sejsmicznych w rejonie: Żywiec–Wadowice–Gdów w roku 1978. 1979. Inw. 27553 Kat. 4829/943. CAG PIG, Warszawa.
- Reczek, J. 1957.** Sprawozdanie – Regionalne badania grawimetryczne Przedgórza Karpat, 1957. Inw. 40836 Kat. 4731/160. CAG PIG, Warszawa.
- Reczek, J. 1963.** Opracowanie półszczegółowych badań grawimetrycznych na Przedgórzu Karpat w obszarze Wieliczki–Bochni–Strzyżowa, 1963. Kat. G-165 PBG. CAG PIG, Warszawa.
- Reczek, J. 1973.** Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Górnośląskie Zagłębie Węglowe, 1972”. Inw. 1759, Kat. 4827/432. CAG PIG, Warszawa.
- Reczek, J. 1978.** Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Karpaty Zachodnie, 1971–1977. Inw. 1969, Kat. 84/100. CAG PIG, Warszawa.
- Reczek, J., Bujakiewicz, J. 1964.** Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych. Temat: Niecka Miechowska Puszcza – Skalmierz 1964r. Kat. G-184 PBG. CAG PIG, Warszawa.
- Rytko, W., Tomasz, A. 1999a.** Obraz skonsolidowanego podłoża Karpat polskich w świetle badań magnetotelurycznych. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, **168**, 195–208.
- Rytko, W., Tomasz, A. 1999b.** Skonsolidowane podłożo Karpat – Morfologia i tektonika, reperkusje dla neogeńskiej przebudowy Karpat. Mat. Karpackiej Konf. Nauk. „Przemysł naftowy i nauka razem w XXI wiek”, Raba Nizna 99. Geonafita, Osr. Reg. Kraków, 57–66.
- Rzeźnik, M. 2015.** Dokumentacja geologiczno-inwestycyjna

cyjna złoża gazu ziemnego Grądy Bocheńskie. Arch. CAG PIG, Inw. 4502/2016, Warszawa.

Schlegel, J. 1955. Karotaż sejsmiczny otwór wiertniczy Kłaj 1. Inw. K82 VS, CAG PIG, Warszawa; 37132,4930/232, CAG PIG, Warszawa.

Skrzypczyk, L. 2004. Mapa głównych zbiorników wód podziemnych (według stanu CAG z dnia 31 marca 2004 r.). Centralne Archiwum Geologiczne. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Soćko, A., Szczypa, S. 1984. Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 71 – Bielsko – Biała, 1983. Kat. M34-XX/9, Kat. M34-XX/7a. CAG PIG, Warszawa.

Stefaniuk, M. 1999. Opracowanie, temat: Realizacja projektu badań magnetotellurycznych w Karpatach. Dokumentacja badań magnetotellurycznych w Karpatach – obszar zachodni, część I – profile magnetotelluryczne: Chyżne-Spytkowice nr4, Zakopane-Kraków nr 5 i Bukowina Tatrzańska-Niepołomice nr 7, 1997-1999. Inw. 2700/99. CAG PIG, Warszawa.

Stefaniuk, M. 2002. Dokumentacja badań magnetotellurycznych w rejonie Raciechowice - Stadniki, 2002 r. Inw. 4866/2013 Kat. E-1557 PBG. CAG PIG, Warszawa.

Stemulak, J. 1956. Dokumentacja złoża gazu Bochnia-Gdów. Inw. Dok/st/AII/49 CUG, CAG PIG, Warszawa.

Szczypa, S., Grzywacz, J. 1992a. Mapa grawimetryczna Polski w skali 1:200 000, arkusz 71-Bielsko-Biała. Inw. 1900/92. CAG PIG, Warszawa.

Szczypa, S., Grzywacz, J. 1992b. Mapa grawimetryczna Polski w skali 1:200 000, arkusz 72-Nowy Sącz. Inw. 1756/92. CAG PIG, Warszawa.

Szczypa, S., Kleszcz, T. 1984. Mapa grawimetryczna Polski, skala 1:200 000, arkusz 72 – Nowy Sącz, 1984. Kat. M34-XXI/6. CAG PIG, Warszawa.

Święcicka-Pawliszyn, J. 1986. Dokumentacja badań magnetotellurycznych, temat: Bieszczady – strefa Zakopane – Sucha Beskidzka, lata 1982-85 częściowa. Arch. Państw. Inst. Geol. Oddz. Karpacki, Kraków. Inw. 2407 Kat. OK/323.

Tomaś, A., Tomaś, A. 2010. Dewońsko-dolnokarbońskie utwory węglanowe w regionie krakowskim. W, Prekambr i paleozoik regionu krakowskiego. Konferencja naukowa Kraków, 19 listopada, 2010. Materiały konferencyjne (red. M. Jachowicz-Zdanowska, Z. Buła). PIG-PIB Warszawa, 105–123.

Tomaś, A., Zajac, R. 1996. Utwory młodszego paleozoiku w podłożu polskich Karpat Zachodnich. *Przegląd Geologiczny*, 44, 477–486.

Urbaniec, A., Kowalska-Skulik, A., Nikiel-Tshabangu, B. 2012. Budowle organiczne górnej jury przedgórz Karpat jako drogi migracji węglowodorów do pułapek mezozoicznych. *Geopetrol* 2012, 473–480.

Verges J., Krzywiec P. 2007. Role of the Foredeep Evaporites in Wedge Tectonics. W, Thrust Belts and Foreland basins from Fold kinematics to hydrocarbon systems. (red.)

Lacombe Olivier, i inni. Berlin, Heidelberg : Springer verlag, 2007.

Wasiak, I. 1982. Dokumentacja badań aeromagnetycznych temat: Karpaty i Przedgórze 1979-1981. Inw. 2171 Kat. 84/103. CAG PIG, Warszawa.

Wasiak, I., Duda, W. 1978. Dokumentacja pomiarów aerogeofizycznych na tematach: Sudety, Karpaty, Góry Świętokrzyskie, Niecka górnośląska, profil regionalny F, 1977. Inw. 44990; Kat. OW/204; Inw. 26235 Kat. OW/203. CAG PIG, Warszawa.

Wdowiarz, S. 1960. Ropa naftowa i gaz ziemny na tle geologii Karpat. Biuletyn Instytutu Geologicznego, 162, 1–67.

Więclaw, D. 2011. Origin of liquid hydrocarbons accumulated in the Miocene strata of the Polish Carpathian Foredeep and its Palaeozoic–Mesozoic basement. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 81, 443–458.

Więclaw, D., Kotarba, M., Kowalski, A., Kosakowski, P., 2011. Habitat and hydrocarbon potential of the palaeozoic source rocks in the Kraków–Rzeszów area (SE Poland). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 81, 375–394.

Więclaw, D., Lewan, M.D., Kotarba, M., Curtis, J.B. 2009. Characterisation of organic sulphur behaviour in hydrous pyrolysis products from Type-II and –IIS kerogens of the Oligocene Menilite Shales of the Polish Carpathians. W: IMOG : the 24th International Meeting on Organic Geochemistry : Bremen, Germany 6th–11th September 2009, s. 209.

Wojdyła, M., Sada, M., Sito, Ł., Stefaniuk, M. 2009. Sprawozdanie z prac geofizycznych wykonanych metodą CSAMT w Rzęsce. Arch. Przeds. Bad. Geof. Sp. z o.o., Warszawa. Kat. E-1670. CAG PIG, Warszawa.

Zubrzycka, M., Nebelska, U. 2004. Opracowanie wyników badań sejsmicznych dla tematu Polowe prace sejsmiczne, przetwarzanie i prace interpretacyjno – dokumentacyjne Kamyk - Niepołomice 2D, rok 2004. Kraków : Geofizyka Kraków, 2004. Tomy I – III. Inw. 97/2007. CAG PIG, Warszawa.

Żelaźniewicz, A., Aleksandrowski, P., Buła, Z., Konon, A., Oszczytko, N., Ślaczka, A., Żaba, J., Żytko, K. 2011. Regionalizacja tektoniczna Polski. Komitet Nauk Geologicznych PAN, Drukarnia KID, 60 s.

Żelaźniewicz, A., Buła, Z., Fanning, M., Seghedi, A., Żaba, J. 2009. More evidence on Neoproterozoic terranes in Southern Poland and south eastern Romania. *Geological Quarterly*, 58, 93–124.

Żytko, K., Gucik, S., Ryłko, W., Oszczytko, N., Zajac, R., Garlicka, I., Nemčok, J., Eliáš, M., Menčík, E., Dvořák, J., Stráňík, Z., Rakus, M., Matějovská, O. 1989. Geological Map of the Western Outer Carpathians and their Foreland. In, Geological Atlas of the Western Outer Carpathians and their Foreland. PIG, Warszawa.