

P A Ń S T W O W Y I N S T Y T U T G E O L O G I C Z N Y

**PROFILE GŁĘBOKICH OTWORÓW WIERTNICZYCH
PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU GEOLOGICZNEGO**

ZESZYT 111

OPOCZNO PIG 2

Pod redakcją naukową
Zbigniewa KOWALCZEWSKIEGO

WARSZAWA 2006

Komitet redakcyjny: Maria I. WAKSMUNDZKA (przewodnicząca),
Marek JAROSIŃSKI, Aleksandra KOZŁOWSKA, Wiesław TRELA

Projekt i opracowanie typograficzne
Halina KAZIMIERCZUK-POGORZELSKA

Seria zaakceptowana przez
Dyrektora Państwowego Instytutu Geologicznego

© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2006 r.

Adres redakcji: 00-975 Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Państwowy Instytut Geologiczny, tel. 849-53-51

ISSN 1231-9848

Skład, łamanie
Halina KAZIMIERCZUK-POGORZELSKA

SPIS TREŚCI

Wstęp — <i>Zbigniew Kowalczewski, Stanisław Zbroja</i>	5
Profil stratygraficzny — <i>Andrzej Iwanow, Zbigniew Kowalczewski, Maria Kuleta, Zdzisław Migaszewski, Marta Romanek, Stanisław Zbroja, Zbigniew Złonkiewicz, Ryszard Wagner, Halina Żakowa</i>	9
Profil litologiczno-stratygraficzny — <i>Andrzej Iwanow, Maria Kuleta, Zdzisław Migaszewski, Marta Romanek, Stanisław Zbroja, Zbigniew Złonkiewicz, Halina Żakowa</i>	11
Wyniki badań litologicznych i stratygraficznych	35
Charakterystyka litologiczna	35
Karbon dolny — <i>Zdzisław Migaszewski</i>	35
Perm górny — <i>Stanisław Zbroja</i>	36
Trias.	43
Pstry piaskowiec dolny i środkowy — <i>Maria Kuleta</i>	43
Pstry piaskowiec górny – ret — <i>Marta Romanek</i>	47
Wapień muszlowy	49
Kajper i „retyk” — <i>Maria Kuleta, Andrzej Iwanow</i>	50
Jura dolna — <i>Zbigniew Złonkiewicz</i>	52
Wyniki badań biostratygraficznych	58
Badania makro- i mikroflory karbońskiej — <i>Halina Żakowa</i>	58
Badania palinostratygraficzne osadów karbonu — <i>Elżbieta Turnau</i>	59
Badania palinostratygraficzne osadów permu, triasu i jury — <i>Anna Fijałkowska</i>	59
Badania makro- i mikrofauny retu i wapienia muszlowego — <i>Marta Romanek</i>	62
Uwagi tektoniczne — <i>Zbigniew Kowalczewski</i>	63
Badania geochemiczne — <i>Ludwik Lenartowicz</i>	66
Przejawy mineralizacji kruszcowej — <i>Stanisław Zbroja</i>	70
Wyniki badań rozproszonej substancji organicznej	72
Wyniki badań bituminów i węglowodorów — <i>Zofia Dobieszyńska</i>	72
Petrograficzna charakterystyka rozproszonej materii organicznej — <i>Elżbieta Swadowska</i>	73
Wyniki badań geofizycznych — <i>Jan Szewczyk</i>	76
Wyniki opróbowań poziomów zbiornikowych — <i>Leszek Bojarski, Andrzej Sokołowski</i>	80
Podsumowanie — <i>Zbigniew Kowalczewski</i>	83
Literatura	85
Spis załączników	88

WSTĘP

Otwór badawczy Opoczno PIG 2 wykonano na północno-zachodnich peryferiach regionu świętokrzyskiego, na podstawie „Projektu badań geologicznych i geofizycznych dla zbadania perspektyw ropogazonośności permu i stropu podłoża podpermskiego na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich” autorstwa Wagnera i in. (1989). Projekt został zatwierdzony przez Komisję Oceny Projektów Badań Geologicznych przy Ministerstwie Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych decyzją z 22.12.1989 r. [znak KOPBG (015/3113/89)]. Projekt przewidywał wykonanie badań sejsmicznych oraz odwiercenie trzech głębokich otworów badawczych, a wśród nich również tego pod Opocznem. Założenia geologiczne i plan techniczny wiercenia opracowano w ciągu kilku następnych miesięcy, samo zaś wiercenie otworu podjęto 19.08.1990 r.

W ten sposób dobiegły kresu wieloletnie starania geologów i geofizyków z Państwowego Instytutu Geologicznego, zwłaszcza tych z Oddziału Świętokrzyskiego PIG o zbadanie skał podłoża jury w okolicach Opoczna. Zainteresowanie geologów tym rejonem, warunkowane dawniej tylko przesłankami regionalnymi, pobudziły w latach 60. a zwłaszcza 70. ubiegłego stulecia wyniki badań geofizycznych: grawimetrycznych a przede wszystkim sejsmicznych. „Wyniesienie Opoczno-Przysucha” — szerokopromienna struktura czytelna w obrazie geofizycznym skał permsko-mezozoicznych — przyciągnęła uwagę także geologów naftowych. Prowadzone w owym czasie pionierskie prace geologiczno-wiertnicze na dalekim obrzeżeniu mezozoicznym Gór Świętokrzyskich dostarczyły nowych danych dotyczących możliwości występowania węglowodorów. W otworze Studzianna IG 2 dostrzeżono ślady ropy w skałach kajpru dolnego, w otworze Radwanów IG 1 objawy gazu w warstwach triasu dolnego i karbonu. Ślady ropy zauważono też w cechsztyńskim dolomicie głównym (Ca₂) w otworze Ostałów 1. Zespół naukowy H. Jurkiewicza z Oddziału Świętokrzyskiego PIG zaprojektował wówczas otwór badawczy Opoczno IG 1 do głębokości 5000 m, zatwierdzony do realizacji w 1978 r. (znak: KOPBG /215/1970/78). Usytuowany na wspomnianym „wyniesieniu” otwór, po przebicciu skał mezozoicznych, miał zbadać nie tylko osady permu, ale także karbonu i dewonu. W oparciu o dane pozyskane z tego wiercenia miano określić możliwości poszukiwań ropy i gazu ziemnego w permie i jego podłożu. Kryzys ekonomiczny narastający od końca lat 70. ubiegłego stulecia uniemożliwił wykonanie otworu Opoczno IG 1 zatwierdzonego do realizacji.

Konieczność badań geofizycznych i geologiczno-wiertniczych na północno-zachodnim, permsko-mezozoicznym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich, w tym również i w rejonie Opoczna, podniesiono powtórnie w 1984 r., kiedy to opracowano w Państwowym Instytucie Geologicznym nowy program badań regionalnych dla poszukiwań złoża ropy naftowej i gazu ziemnego w Polsce, w latach 1984–2000. W nawiązaniu do tego programu zespół pracowników Zakładu Geologii Złóż Ropy i Gazu PIG w Warszawie oraz Oddziału Świętokrzyskiego PIG w Kielcach pod kierownictwem R. Wagnera i Z. Kowalczeńskiego sporządził najpierw (1985 r.) założenia geologiczne do projektu prac geologicznych i geofizycznych, a później (1989 r.) opracował, wymieniony na początku rozdziału, projekt badań geologicznych. W okolicy Opoczna, stosownie do określonych z góry możliwości, zaprojektowano wówczas otwór badawczy Opoczno PIG 2 do głębokości 3500 m. Ponieważ nie mógł on zastąpić w pełni projektowanego i zatwierdzonego wcześniej (do 5000 m) otworu Opoczno IG 1 dlatego otrzymał kolejny numer — „2”. W osnowie geofizycznej projekt ten bazuje głównie na wynikach badań sejsmicznych z lat 1971, 1975–1976, 1986–1987 i 1988 wykonanych w ramach tematów prac geofizycznych „Opoczno-Przysucha” oraz „Łódź–Tomaszów Mazowiecki” przez: PGGN Kraków, PBG Warszawa i ZG Kraków (Majewska, 1971, 1972; Łobaziewicz i in., 1975–1976; Pepel, 1986–1987; Gołkowski i in., 1988). Materiały te zsyntetyzował dla potrzeb projektu D. Gadowski. Czasowe przekroje sejsmiczne ujawniły w obrębie osadów permskich kilka horyzontów refleksyjnych, które wiązano z konkretny-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

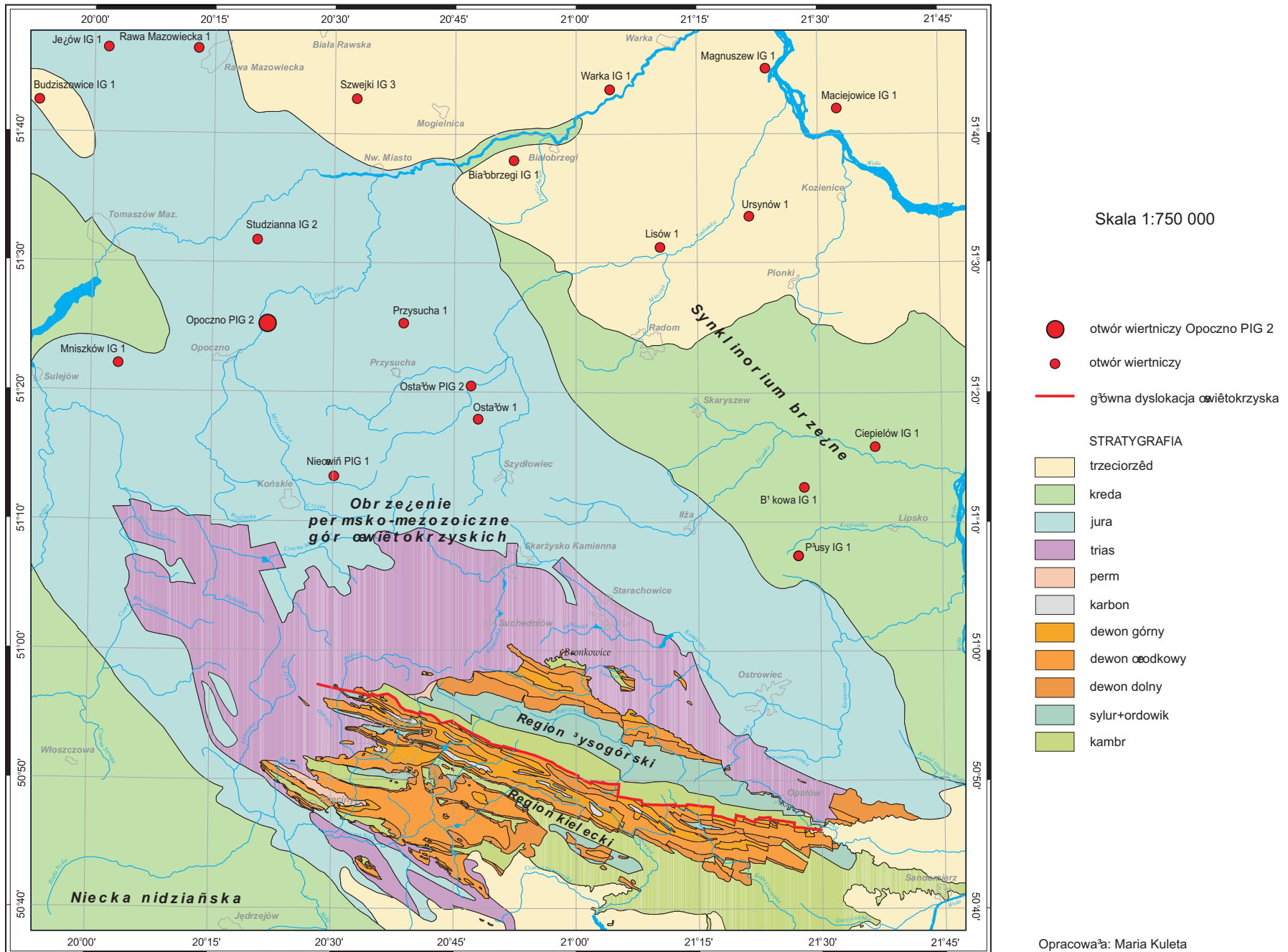


Fig. 1. Mapa geologiczna regionu świętokrzyskiego z lokalizacją wybranych głębokich otworów wiertniczych (geologia na podstawie SMGP w skali 1:50 000, zmodyfikowana)

mi kompleksami litostratygraficznymi. Mapy strukturalne opracowane dla tych horyzontów mocno inspirowały autorów projektu przy interpretacji zjawisk geologicznych.

Otwór Opoczno PIG 2 usytuowano około 3,8 km na NWW od poprzednio projektowanego wiercenia Opoczno IG 1. Zlokalizowano go na czasowym przekroju sejsmicznym nr 6-XII-71 K/4 między punktami strzałowymi 209,4 a 205,8. Znajduje się więc na skrzydle elementu, łagodnie elewowanego tektonicznie, w miejscu gdzie refleksy sejsmiczne sugerowały bliskość krawędzi platformy węglanowej cechsztyńskiego dolomitu głównego Ca2. Główne, i z założenia dwojakie, cele wiercenia otworu były typowo podstawowe tj. regionalno-złożowe. Dla geologii regionalnej ważne było rozpoznanie litologii, geochemii i mineralizacji skał całego profilu liasu, triasu, permu a po części także i karbonu. Nie mniej znaczącym celem było też zbadanie wieku i tektoniki warstw osłony permsko-mezozoicznej oraz ich silnie sfałdowanego podłoża, w niezbadanym dobrze a węzłowym strukturalnie obszarze Małopolski. Ze złożowego punktu widzenia głównym zadaniem wiercenia było rozpoznanie litologii i bitumiczności dolomitu głównego w strefie przewidywanej krawędzi platformy węglanowej Ca2 permu górnego. Przy okazji trzeba było sprawdzić jak sprawny jest klucz geologiczny użyty do interpretacji obrazu sejsmiki refleksyjnej dla określenia przebiegu dyskutowanej krawędzi. Rozpoznanie skał Ca2 miało też dać odpowiedź na pytanie o pierwotną i wtórną porowatość czy kawernistość dolomitu głównego. Na tej podstawie zamierzano określić prawdopodobieństwo występowania w nim pułapek niestrukturalnych dla węglowodorów. Ważnym zadaniem było też wyjaśnienie problemu obecności bądź nieobecności, oraz wykształcenia litologicznego, czerwonego spagowca. Należało też zbadać charakter skał ze stropu podłoża podpermkiego oraz określić możliwości akumulacji w nich węglowodorów.

Otwór wiertniczy wykonano w miejscowości Wygnanów, gmina Opoczno, woj. Piotrków Trybunalski (obecnie woj. łódzkie). Usytuowano go w odległości około 100 m na SE od drogi o utwardzonej nawierzchni wiodącej z Drzewicy przez Radzice do Opoczna (fig. 1, 2).

Współrzędne geograficzne otworu wynoszą 20°21'34" długości wschodniej, 51°25'17" szerokości północnej a wysokość 178,0 m n.p.m. Otwór znajduje się na arkuszu Przysucha (pas 43 słup 31) mapy topograficznej Polski w skali 1:100 000.

Z ramienia Oddziału Świętokrzyskiego PIG opiekunem naukowym otworu i tematu był doc. dr hab. Z. Kowalczewski. Trudne zagadnienia merytoryczne były konsultowane z dr R. Wagnerem z Państwowego Instytutu Geologicznego. Nadzór nad całością spraw związanych z pracami prowadzonymi w trakcie wiercenia otworu sprawował inż. J. Woiński.

Całość robót wiertniczych wykonał Zakład Poszukiwań Nafty i Gazu z Wołomina, Przedsiębiorstwo Użyteczności Publicznej „Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo”. Kierownikiem wiertni był G. Mikoś.

Wiercenie rozpoczęto 19.08.1990 r. a zakończono 23.10.1991 r. na głębokości 3055 m. Głębinie otworu prowadzono systemem obrotowym urządzeniem typu UM-3D (produkcji ZSRR) z płuczką bentonitowo-skrobiową do głębokości 2220 m, a poniżej do końca otworu solno-skrobiową.

Konstrukcja otworu przedstawia się następująco:

na głębokości 0,0–16,0	średnica otworu 560 mm,
na głębokości 16,0–337,0	średnica otworu 438 mm,
na głębokości 337,0–2275,0	średnica otworu 311 mm,
na głębokości 2275,0–3055,0	średnica otworu 216 mm.

Zarurowanie:

rury o średnicy zewnętrznej 20" na głębokości 0–16,0 m cementowane do wierzchu,

rury o średnicy zewnętrznej 13 i 3/4" na głębokości 0–337,0 m cementowane do wierzchu,

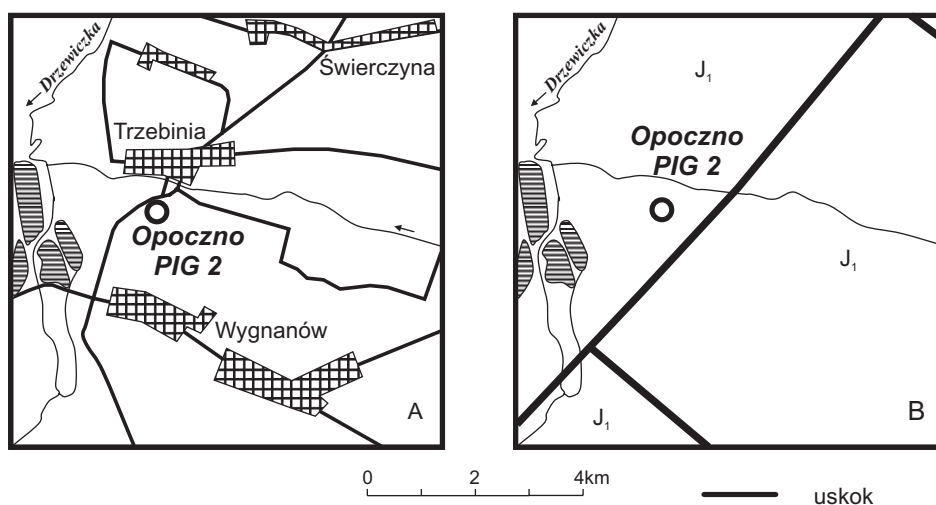


Fig. 2. Lokalizacja głębokiego otworu wiertniczego Opoczno PIG 2; A — fragment mapy topograficznej, B — fragment mapy geologicznej; J₁ — jura dolna, synemur

rury o średnicy zewnętrznej 9 i 6/8" na głębokości 0–2275,0 m cementowane do wierzchu.

Średni postęp wiercenia wynosił:

- a) przemysłowy (od dnia rozpoczęcia do zakończenia głębenia) — 6,97 m/dobę
 b) mechaniczny (po odliczeniu przerw przy głębeniu) — 10,05 m/dobę.

Udział rdzeniowania mechanicznego w profilu był zróżnicowany i przedstawia się następująco:

Poziom stratygraficzny	Miaższość [m]	Łączna długość odcinków rdzeniowanych [m]	Procent rdzeniowania	Średni procent uzysku rdzenia
Czwartorzęd	19,0	0,0	0,0	0,0
Jura dolna	516,0	31,0	6,0	93,0
Retyk	25,5	0,0	0,0	0,0
Kajper i „retyk”	514,0	38,0	7,4	89,0
Wapień muszlowy	147,0	60,5	41,1	99,7
Ret	163,5	46,5	28,4	88,8
Pstry piaskowiec	838,0	260,0	31,0	91,2
Cechsztyń	761,3	364,3	47,8	92,0
Karbon	70,7	66,7	94,3	80,0
Cały profil	3055,0	867,0	28,4	90,5

Badania opróbowujące poziomy zbiornikowe, którymi kierował dr L. Bojarski z Zakładu Geologii i Ropogazonośności Niżu w PIG, wykonano przy użyciu rurowego próbnika złoża. Przebiegały one w następującej kolejności:

- w dniach 19–20.07.1991 r. w przerwie podczas wiercenia (przy stanie głęb. 2646 m) w nierurowanej partii odwiertu obejmującej duży odcinek dolomitu głównego i niższą część anhydrytu podstawowego;
- w dniach 3–4.10.1991 r. w przerwie podczas wiercenia (przy głęb. 2995 m) w nierurowanej części odwiertu obejmującej spagową część anhydrytu dolnego, wapienia cechsztyńskiego wraz z łupkiem miedzionośnym i stropową część karbonu;
- w dniach 25–28.10.1991 r. próba przebadania skał karbońskich była nieudana.

Szczegółowe wyniki tych badań przedstawiono w dalszej części prezentowanej pracy. W aspekcie poszukiwawczym za bituminami były one negatywne.

Laboratorium polowe zainstalowane przy wiertni obsługiwane było przez mgr A. Wełniaka i technika T. Nizińskiego (zespół Warszawskiego Przedsiębiorstwa Geologicznego), pełniących równocześnie funkcje dozoru geologicznego na otworze. Analizy chromatograficzne płuczki, wykonane w laboratorium polowym, oraz obserwacje rdzeni wiertniczych nie wykazały objawów bituminów.

Badania laboratoryjne na kilkunastu próbkach rdzeni z triasu, permu i karbonu wykonane były w Zakładzie Geochemii i Chemii Analitycznej PIG. Określono zawartość substancji bitumicznej pod kierunkiem mgr Z. Rzepkowskiej, a badania rozproszonej materii organicznej prowadziła dr inż. E. Swadowska.

Udokumentowaniem profilu otworu Opoczno PIG 2 przy pomocy badań litologiczno-petrograficznych, sedimentologicznych, stratygraficznych i geochemicznych zajmował się zespół pracowników naukowych Oddziału Świętokrzyskiego PIG. Ogółem przy opracowaniu tematu wykorzystano: 380 szlifów cienkich, 28 szlifów polerowanych, 26 oznaczeń makrofauny, 22 maceraty mikrofauny, 101 oznaczeń mikroflory, 283 analizy chemiczne 4-składnikowe i 305 analiz spektralnych 12-składnikowych.

Badania geofizyki wiertniczej wykonała Baza Geofizyki Wiertniczej z Wołomina podległa Geofizyce Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa w Toruniu. Komplety pomiarowe były prowadzone odcinkowo, w miarę postępu wiercenia. Szczegółowe omówienie wszystkich badań geofizycznych związanych z otworem Opoczno PIG 2 (łącznie z badaniami sejsmometrycznymi wykonanymi przez Geofizykę Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa z Krakowa) zestawiono w dalszej części niniejszej pracy, w nowej, zreiterpretowanej, wersji opracowanej w Zakładzie Geofizyki PIG.

A. IWANOW², Z.KOWALCZEWSKI¹, M. KULETA¹, Z. MIGASZEWSKI², M. ROMANEK, R.WAGNER³, Stanisława ZBROJA¹, H. ŻAKOWA

PROFIL STRATYGRAFICZNY

C Z W A R T O R Z Ę D

0,0–19,0 (19,0)⁴

J U R A

JURA DOLNA

SYNEMUR

19,0–243,0 (224,0)

HETANG

243,0–535,0 (292,0)

T R I A S

TRIAS GÓRNY

RETYK

535,0–560,5 (25,5)

NORYK

560,5–782,0 (221,5)

KARNIK

782,0–933,0 (151,0)

TRIAS ŚRODKOWY

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

² Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

³ Akademia Świętokrzyska ul. Żeromskiego 5, 25-369 Kielce

⁴ Głębokość i miąższość (wartość w nawiasie) podano w metrach

LADYN

933,0–1100,5 (167,5)

ANIZYK

1100,5–1221,5 (121,0)

TRIAS DOLNY

OLENEK

1221,5–1870,4 (648,5)

IND

1870,4–2223,0 (353,0)

P E R M

PERM GÓRNY

CZANGSING

2223,0–2586,0 (363,0)

WUCZAPING

2586,0–2984,3 (398,3)

K A R B O N

KARBON DOLNY

TURNEJ GÓRNY–WIZEN DOLNY

2984,3–3055,0 (70,7)

PROFIL LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNY

Zbigniew ZŁONKIEWICZ¹

Głębokość w m Opis litologiczny

CZWARTORZĘD

0,0–19,0 piaskowce jasnoszare, mułowce ciemnoszare, żwirek skał krystalicznych
*0,0–132,0 m — próbki okruchowe*²

JURA

JURA DOLNA

SYNEMUR

Formacja ostrowiecka (19,0–243,0 m; miąższość 224,0 m)

19,0–127,0	piaskowce jasnoszare, sporadycznie zwęglona sieczka roślinna na powierzchniach oddzielności
127,0–132,0	piaskowce jw., sporadycznie szczątki zwęglonej flory
132,0–138,0	6 m rdzenia — mułowce szare, w stropie ilaste, partiami syderytyczne, laminowane smużyście i soczewkowo, pogąrzy i struktury ucieczkowe gazów. Partiami osad zbioturbowany, kanały żerowiskowe m.in. typu <i>Spreiten</i> . Na głębokości 134,6 m zielonkawa kongrecja syderytowa. Na powierzchniach oddzielności rozproszony muskowit i piryt. Upad warstw 2–3°
138,0–160,0	piaskowce jw. oraz ciemnoszare mułowce <i>138,0–182,0 m — próbki okruchowe</i>
160,0–182,0	piaskowce jasnoszare drobnoziarniste, mułowce szare, sporadycznie fragmenty muszli małżów i zwęglonej flory na głębokości 178,0 i 182,0 m
182,0–188,0	6 m rdzenia — piaskowce porowate, szarobiałe drobnoziarniste z laminami ziarn średnioziarnistego piasku, sporadycznie biohieroglify. Konkrecyjne skupiska i smugowe nagromadzenia kryształków pirytu. Nieciągłe laminy węgla i okruchy zwęglonej flory sagowców. Upad warstw 3–5°
188,0–243,0	piaskowce drobnoziarniste oraz średnioziarniste, mułowce szare, pojedyncze fragmenty zwęglonej flory i skorup małżów oraz okruchów czarnych mułowców węglistych <i>188,0–284,0 m — próbki okruchowe</i>

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

² W profilu czwartorzędu, jury dolnej oraz na granicy jury i triasu próbki okruchowe często nie odpowiadają rzeczywistemu wykształceniu litologicznemu, zawierają niemal wyłącznie piaskowce.

HETANG

- Formacja zarzecka (rudonośna) (243,0–342,5 m; miąższość 99,5 m)
- 243,0–284,0 piaskowce drobnoziarniste, sporadycznie średnioziarniste, mułowce szare, pojedyncze fragmenty zwęglonej flory i okruchy czarnych mułowców węglistych
- 284,0–291,0 6,25 m rdzenia: 1,7 m — iłowce sydereityczne zielono-oliwkowe, partiami słabo wyrazista laminacja smużysta i soczewkowa, pograży i ślady pełnienia osadu, fragmenty zwęglonych liści; 2,9 m — iłowce sydereityczne oliwkowe, gęsto laminowane poziomo i soczewkowo, podrzędnie z szarymi mułowcami, ewentualnie o podrzędnej laminacji przekątnej. Szczątki zwęglonych liści i łodyg trzciny, laminy węgliste. Bioturbacje typu *Chondrites*. Upad warstw 3–8°; 0,1 m — piaskowce drobnoziarniste szarobiałe; 0,7 m — mułowce ciemnoszare gęsto laminowane poziomo, smużyście i faliście drobnoziarnistym piaskowcem jasnoszarym. Pograży niewielkiej skali. Obecne laminy czarnego mułowca węglistego oraz szczątki zwęglonych liści i łodyg sagowców. Jamki żerowiskowe m.in. typu *Spreiten*; 0,85 m — mułowce czarnoszare laminowane poziomo, miejscami nieciągłe, bardzo drobnym piaskowcem jasnoszarym. Rzadkie kanały żerowiskowe, poziomy nagromadzenia zwęglonej siewki roślinnej
- 291,0–322,0 piaskowce jasnoszare drobnoziarniste, ewentualnie laminowane soczewkowo i przekątnie, mułowce ciemnoszare, czarne i oliwkowe, mułowce węgliste i wkładki węgla; na głębokości 312 m mułowiec z rozproszonym pirytem, a na głębokościach 298 m i 322 m szczątki skorup małżowych
291,0–385,0 m — próbki okruchowe
- 322,0–338,0 piaskowce drobnoziarniste, jasnoszare
- 338,0–344,0 mułowce jasnoszare i iłowce ciemnoszare, na odcinku 340,0–344,0 m z laminami węgla
- Formacja skłobska (342,5–455,0 m; miąższość 112,5 m)
- 344,0–385,0 mułowce jasnoszare i szare oraz iłowce ciemnoszare, w interwale 344,0–348,0 m z laminami węgla
- 385,0–390,0 4,0 m rdzenia: 1,0 m — piaskowce drobnoziarniste szarobiałe, częściowo zbioturbowane, zwykle z gęstymi strukturami fitogenicznymi (rizoidy) podkreślonymi pyłem węglistym; 3,0 m — piaskowce jasnoszare drobnoziarniste, przewarstwiane mułowcami szarymi i czarnoszarymi, z laminacją smużystą, falistą i soczewkową oraz strukturami typu mikrohummocky. Przy spągu większy udział mułowców. Pograży, struktury ucieczkowe gazów. Poziomy zbioturbowane, kanały i jamki żerowiskowe, m.in. typu *Spreiten*. Upad warstw 2°
- 390,0–438,0 mułowce piaszczyste jasnoszare i iłowce ciemnoszare
390,0–462,0 m — próbki okruchowe
- 438,0–450,0 piaskowce średnio- i różnoziarniste, kruche, jasnoszare, podrzędnie ciemnoszare łupki iłowcowe
- 450,0–455,0 łupki iłowcowe ciemnoszare i brązowe oraz piaskowce drobnoziarniste jasnoszare, kruche
- Formacja zagajska lub skłobska (455,0–492,5 m; miąższość 37,5 m)
- 455,0–462,0 łupki mułowcowe i iłowcowe jasnoszare, w partiach wyższych ciemniejsze
- 462,0–469,0 7 m rdzenia: 0,4 m — mułowce i mułowce ilaste sydereityczne szare, laminowane smużyście i faliście, rzadziej poziomo, tworzące cykle sedymentacyjne. Poziomy zbioturbowane; 6,45 m — mułowce i mułowce piaszczyste szare laminowane smużyście i faliście, rzadziej poziomo, tworzące cykle sedymentacyjne. Obecne są wkładki piaskowców drobnoziarnistych (5–10 cm), a przy spągu także piaskowca średnioziarnistego, o podrzędnej laminacji przekątnej. Kontakty erozyjne, pograży, poziomy zbioturbowane, jamki mieszkalne. W części przystropowej gruzłowe konkracje sydereytowe. Rozproszone szczątki roślinne tworzące smużki węgliste, miejscami zwęglone listki i łodygi sagowców. Upad 10–15°; 0,15 m — mułowiec ilasty sydereityczny szary
- 469,0–486,5 mułowce i iłowce jasnoszare, przy stropie nieliczne piaskowce
469,0–573,0 m — próbki okruchowe
- 486,5–492,5 piaskowce drobnoziarniste jasnoszare, podrzędnie mułowce i iłowce jasnoszare, okruchy węgla
- Formacja zagajska (492,5–535,0 m; miąższość 42,5 m)
- 492,5–496,0 piaskowce drobnoziarniste jasnoszare, podrzędnie mułowce i iłowce jasnoszare, laminki węgla
- 496,0–500,0 mułowce ilaste i iłowce jasnoszare, pojedyncze wkładki piaskowców drobnoziarnistych
- 500,0–508,0 piaskowce drobnoziarniste, podrzędnie mułowce, sporadycznie laminy węgla

508,0–520,0	mułowce ilaste i iłowce szare, podrzędnie piaskowce drobno- i różnoziarniste, jasnoszare
520,0–535,0	piaskowce drobnoziarniste jasnoszare, podrzędnie szare mułowce ilaste

TRIAS

Maria KULETA¹, Andrzej IWANOW

TRIAS GÓRNY

RETYK

„Retyk”

535,0–560,5	okruchy jasnoszarych piaskowców drobnoziarnistych i szarych i brunatnych iłowców
-------------	--

NORYK

„Retyk”

Część główna (560,5–771,0 m; miąższość 210,5 m)

560,5–573,0	okruchy mułowców brunatnych i oliwkowobrunatnych
573,0–580,0	7 m rdzenia: 0,3 m — piaskowce drobnoziarniste szarozielone z brunatnymi plamami, w spągu brunatne, nieco wapniste ze słabo widoczną laminacją poziomą lub falistą; 0,9 m — mułowce piaszczyste brunatne z nielicznymi szarozielonymi odbarwieniami, bezstrukturalne, spękane o bryłowej oddzielności; 0,7 m — piaskowce drobnoziarniste szarozielone z brunatnymi plamami, wapniste, gęsto laminowane. Laminacja przekątna, małoskalowa typu zmarszczkowego, pozioma i falista zaciemniona przez pstre ubarwienie skały, upad 7°; 0,9 m — mułowce piaszczyste brunatne z szarymi plamami, słabo wapniste, bezstrukturalne, o oddzielności bryłowej; 0,2 m — szare piaskowce drobnoziarniste, wapniste z bardzo dobrze widoczną laminacją typu zmarszczkowego, duże zróżnicowanie koloru i składu lamin, rdzeń spękany; 0,2 m — szare mułowce piaszczyste w spągu przechodzące w brunatne o oddzielności bryłowej i płytkowej, w środkowej części widoczna laminacja pozioma będąca efektem alternacji lamin piaszczystych lekko wapnistych i mułkowych, upad 5°; 2,5 m — szarobrunatne piaskowce drobnoziarniste, wapniste, laminowane. Jest to głównie laminacja pozioma z przejściami do przekątnej, małej skali typu zmarszczkowego. W spągowej części występują dwie wkładki mułowców (15 i 10 cm) barwy brunatnoszarej, nieregularnie laminowanych, spękanych z odciskami flory; 1,3 m — szare mułowce piaszczyste, w stropie z brunatnym odcieniem, spękane bryłowo. W górnej partii występują cienkie (ok. 1 cm) warstewki brekcji sedimentacyjnej złożonej z okruchów mułowców i iłowców. W szarych mułowcach widoczna jest rozproszona drobna zwęglona flora
580,0–596,0	mułowce szare i brunatne oraz iłowce szare i brunatne w ilości około 20% <i>580,0–671,0 m — próbki okruchowe</i>
596,0–608,0	mułowce i iłowce mułkowe szare i brunatne jw.; w ilości odpowiednio 90 i 10%
608,0–671,0	mułowce ilaste i iłowce mułkowe, partiami wapniste, szare i brunatne w proporcji 60 i 40%
671,0–677,0	4,3 m rdzenia: 1,0 m — mułowce ilaste o zróżnicowanym ubarwieniu, szare, brunatnoszare i brunatne, lekko wapniste, bezstrukturalne, drobno bryłowo spękane. W partiach o barwach szarych obecna rozproszona drobna sieczka roślinna; 0,5 m — mułowce ilaste szare, spękane. W środkowej partii odcinka widoczna laminacja pozioma, upad 4°; 2,0 m — mułowce brunatnoszare, lekko wapniste, bezstrukturalne, spękane bryłowo, partiami płytkowo i bryłowo z drobną sieczką roślinną; 0,2 m — mułowce szare i szarobrunatne, laminowane poziomo. Laminacja zdeformowana bioturbacjami i mechanicznie, obecna drobna sieczka roślinna; 0,3 m — mułowce ilaste, brunatne, wapniste, bez widocznych struktur sedimentacyjnych o oddzielności bryłowo-płytkowej; 0,3 m — mułowce ilaste barwy pstrej brunatnoszarej, ze słabo czytelną laminacją poziomą, spękane
677,0–708,0	iłowce szare i szarozielone, liczne okruchy mułowców brązowych i szarych

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

677,0–771,0 m — próbki okruchowe

708,0–771,0 iłowce margliste i dolomityczne szare i jasnoszare oraz mułowce szare i brązowe a także szare margle dolomityczne

Anhydryt stropowy (771,0 –782,0 m; miąższość 11,0 m)

771,0–777,0 6 m rdzenia: 2,7 m — mułowce ilaste szare, wapnisto-dolomityczne o strukturze „brekcjowej”, spękane, bardzo charakterystyczna oddzielność bryłowo-skorupowa. W obrębie mułowców występuje kilka wkładek, grubości do 3 cm, margli piaszczystych i piaskowców silnie wapnistych, drobnoziarnistych, różowych, laminowanych. Laminacja jest w różnym stopniu zdeformowana mechanicznie: spływy, pograży, rozmywanie lamin. W piaskowcach obecne są ciemne, wydłużone (ok. 2 mm) okruchy bioklastów fosforanowych i zwęglonej flory; 2,0 m — iłowce mułkowe lekko wapniste czarnoszare, z słabo wykształconą nieregularną laminacją poziomą, spękane, oddzielność płytkowo-bryłowa. W spągu występują gniazdowo-gruzłowe (średnica ok. 5 cm) skupienia anhydrytu białoróżowego wypełniającego również drobne spękania (0,4 m), upad 1–3°; 1,1 m — margle ilaste, lekko dolomityczne ciemnoszare o słabo czytelnym strukturach sedymentacyjnych, wykształconych w postaci nieregularnych porozmywanych lamin lub smug bardziej piaszczystych, w spągowej części rdzeń silnie zgnieciony

777,0–782,0 margle ilaste lekko dolomityczne, ciemnoszare
777,0–879,0 m — próbki okruchowe

KARNIK

Kajper

Warstwy gipsowe górne (782,0–842,0 m; miąższość 60,0 m)

782,0–842,0 iłowce oraz mułowce marglisto-dolomityczne szare, brązowszare rzadziej okruchy margli ilasto-dolomitycznych

Piaskowiec trzciniowy (842,0–856,0 m; miąższość 14,0 m)

842,0–856,0 piaskowce i mułowce szarozielone i brunatne

Warstwy gipsowe dolne (856,0–908,0 m; miąższość 52,0 m)

856,0–879,0 margle dolomityczne i margle ilaste szaroczarne oraz mniej liczne okruchy iłowców marglisto-dolomitycznych

879,0–885,0 6 m rdzenia: 0,3 m — margle i margle dolomityczne szaroczarne z delikatną nieciągłą laminacją poziomą. Laminy często zniekształcone, porozmywane, zafalowane; 5,7 m — margle i iłowce marglisto-dolomityczne, czarnoszare z nieregularnie rozmieszczonymi poziomymi, jasnymi laminkami silniej węglanowymi o grubości 0,5–2 mm. Ilość lamin zróżnicowana w obrębie profilu, skupiają się one gęsto po kilka i kilkanaście na długości 1–3 cm lub pojedynczo w odstępach 0,5–2 cm. Ponadto na głębokości 879,4–879,45 i 880,4–880,43 występują wkładki laminowanych wapieni bioklastycznych, zbudowane z silnie pokruszonych skorupki liścionogów(?). Obecny jest tu również piryt w postaci smug, wprysnięć, pojedynczych kryształów, a w spągu wkładek intraklasty iłowców. Całość wykazuje słabą oddzielność płytkowo-bryłową, upad 1–3°

885,0–908,0 iłowce marglisto-dolomityczne (40–60%), ciemnoszare oraz mułowce margliste brunatne i szare (30–40%) a także margle dolomityczne szare (10–20%)
885,0–937,0 m — próbki okruchowe

Dolomit graniczny i piaskowiec spągowy (908,0–933,0 m; miąższość 25,0 m)

908,0–933,0 iłowce dolomityczne, mułowce i piaskowce

TRIAS ŚRODKOWY

LADYN

Kajper

933,0–937,0 mułowce ilaste i piaszczyste oraz piaskowce

- 937,0–943,0 5,2 m rdzenia: 1,0 m — mułowce ilaste i piaszczyste „pstre” ciemnobrunatno-szarozielono-żółte bardzo słabo wapniste, bezstrukturalne o oddzielności bryłowo-skorupowej, rdzeń w drobnych okruchach; 1,1 m — mułowce ilaste „pstre” brunatno-szaro-zielone, bezwapniste. Osad zbudowany z naprzemianległych lamin mułkowych i ilastych o różnej grubości i różnej strukturze wewnętrznej, ponadto deformowanych mechanicznie i organicznie. Laminację zniekształca również zróżnicowane ubarwienie. Rdzeń wykazuje słabą oddzielność płytkową, lepszą tylko w samym spągu, gdzie osad jest bardziej ilasty. Pojawiają się tu także pakiety o zdecydowanej ciemnoszarej barwie, w których na płaszczyznach łupliwości rozpoznać można odciski pokruszonej fauny; 0,6 m — mułowce piaszczyste i ilaste szaro-brunatno-oliwkowe, bezstrukturalne, bezwapniste o drobnej oddzielności bryłowo-skorupowej, wydają się całkowicie „przerobione” organicznie; 1,8 m — mułowce ilaste pstre brunatno-szaro-oliwkowe bardziej zwięzłe od wyżej leżących z zachowaną odcinkami pierwotną strukturą sedymentacyjną w postaci laminacji poziomej. W skale występują nieregularne, gniazdowo-żyłkowe skupienia CaCO₃, które mogą być wypełnieniami po śladach zwierząt i korzeniach roślin; 0,7 m — mułowce ilaste pstre, szaro-zielono-oliwkowe, skruszone, oddzielność bryłowo-skorupowa
- 943,0–946,0 mułowce, mułowce piaszczyste bądź ilaste, brunatnoszare (50–80%), iłowce szaro oliwkowe (20–30%), nieliczne okruchy szarych piaskowców drobnoziarnistych (ok. 10%);
943,0–1030,0 m — próbki okruchowe
- 946,0–1021,0 mułowce margliste, margle ilaste, piaskowce margliste, szare i szaro-oliwkowe; 1021,0–1030,0 m — mułowce i iłowce szare i ciemnoszare
- 1030,0–1937,0 5,4 m rdzenia: 0,4 m — mułowce ilaste ciemnoszare i piaskowce drobnoziarniste szare, bezwapniste ze znaczną domieszką drobnego detrytusu zwęglonej fory. Jego ilość wzrasta ku spągowi tworząc wzbogacone smugi i laminy, rdzeń drobno spękany z licznymi lustrami tektonicznymi, upad 3°; 1,9 m — mułowce szare partiami z odcieniem zielonkawym, odcinkami piaszczyste o zdeformowanych intensywnie strukturach sedymentacyjnych. Tylko w spągowej partii obserwować można zachowaną subtelną, rytmiczną laminację zróżnicowaną zawartością domieszki ilastej, na płaszczyznach oddzielności występują ślady organiczne oraz drobna sieczka węglowa; 1,2 m — mułowce ilaste ciemnoszare, wapniste o zdeformowanych zupełnie lub bardzo słabo widocznych strukturach depozycyjnych. Rdzeń jest drobno skruszony z licznymi lustrami tektonicznymi. W połowie odcinka występuje 5 cm pakiet wapienia okruchowego złożonego z okruchów i bioklastów węglanowych dość gęsto upakowanych. W całości również obecna jest drobna sieczka roślinna oraz pokruszone skorupki liścionogów i fauny fosforanowej; 1,9 m — iłowce mułkowe i mułowce lekko wapniste, szare o niewidocznych strukturach sedymentacyjnych. W tle skał widoczna jest drobna sieczka węglowa i pokruszone skorupki węglanowe a także szczątki fosforanowe rozmieszczone bezładnie. W spągowej partii obecne są pojedyncze konkrecyjne skupienia kalcytowe o średnicy do 1,5 cm. Rdzeń wykazuje oddzielność bryłowo-płytkową
- 1037,0–1074,5 iłowce szare, słabo zwięzłe, oraz mułowce ciemnoszare, lekko wapniste
1037,0–1130,0 m — próbki okruchowe

Marta ROMANEK¹

Wapień muszłowy

Wapień muszłowy górny

- 1074,5–1078,0 iłowce ciemnoszare słabo zwięzłe nieco wapniste
- 1078,0–1084,0 mułowce ciemnoszare, nieco margliste, poziomo laminowane z cienkimi wkładkami szarych wapieni mikrytowych
- 1084,0–1090,0 wapienie mikrytowe szare i wapienie drobnokrystaliczne jasnoszare z domieszką skorupki fauny oraz z wkładkami margli i ciemnoszarych mułowców wapnistych
- 1090,0–1094,0 wapienie mikrytowe szare z wkładkami ciemnoszarych margli i mułowców marglistych

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

ANIZYK

Wapień muszlowy środkowy

- 1100,5–1122,0 wapień mikrytowe jasnoszare i szare przeławicane wapieniami marglistymi, dolomitami marglistymi ciemnoszarymi i z cienkimi wkładkami ciemnoszarych mułowców o blaszkowatej oddzielności
- 1122,0–1126,0 dolomity szare z wkładkami margli ciemnoszarych
- 1126,0–1130,0 wapień margliste szare przeławicane ciemnoszarymi mułowcami i iłowcami
- 1130,0–1136,0 6 m rdzenia: 0,1 m — dolomity lekko faliście laminowane z jasnoszarym anhydrytem, upad 5°; 0,6 m — skała anhydrytowo-dolomitowa poziomo laminowana ciemnoszarymi iłowcami. W spągowej części zwiększa się ilość iłowców, laminy osiągają 2–5 cm grubości; 0,3 m — dolomity szare, nieco margliste z licznymi żyłkami białego anhydrytu; 0,8 m — dolomity szare, nieco zapiaszczone z żyłkami białego anhydrytu, poziomo laminowane ciemnoszarymi iłowcami; 0,4 m — dolomity margliste, szare z drobnymi skupieniami siarczanów; 0,3 — mułowce ciemnoszare o poziomej laminacji, upad 3°; 1,0 m — wapień margliste szare z przeławiczeniami ciemnoszarych margli dolomitycznych o gruzłowatych teksturach; 0,4 m — wapień margliste ciemnoszare, poziomo lub faliście laminowane z wkładkami zlepieńców śródformacyjnych 5–7 cm miąższości, upad 10°; 2,1 m — dolomity margliste lub margle dolomityczne bez wyraźnych struktur wewnętrznych, upad 7°
- 1136,0–1140,0 mułowce ciemnoszare o blaszkowatej oddzielności
1136,0–1162,0 m — próbki okruchowe
- 1140,0–1143,0 wapień margliste i ciemnoszare mułowce wapniste

Wapień muszlowy dolny

- 1143,0–1152,0 wapień mikrytowe i drobnokrystaliczne szare z przewarstwieniami margli i ciemnoszarych iłowców
- 1152,0–1162,0 wapień margliste i margle dolomityczne szare i ciemnoszare z wkładkami słabozwężłych iłowców
- 1162,0–1169,0 6,8 m rdzenia: 1,0 m — wapień mikrytowe poziomo lub faliście laminowane ciemnoszarymi mułowcami, na głęb. 1162,3–1162,35 m i 1162,7–1162,73 m wkładki zlepieńców śródformacyjnych. Intraklasty są spłaszczone, nieforemne, do 4 cm długości, upad 5°; 2,3 m — wapień mikrytowe i drobnokrystaliczne ciemnoszare, poziomo lub faliście laminowane ciemnoszarymi mułowcami, upad 5°; 1,0 m — wapień mikrytowe i wapień ziarniste ciemnoszare z udziałem drobnych bioklastów, faliście laminowane marglami oraz z wkładką zlepieńca śródformacyjnego; 0,4 m — mułowce ciemnoszare, wapniste o blaszkowatej oddzielności; 2,1 m — wapień mikrytowe szare, laminowane marglami lub ciemnoszarymi mułowcami wapnistymi
- 1169,0–1170 margle szare i wapień margliste
1169,0–1174,0 m — próbki okruchowe
- 1170,0–1172,0 iłowce ciemnoszare, słabo zwięzłe, wapniste
- 1172,0–1174,0 wapień mikrytowe szare i wapień drobnokrystaliczne jasnoszare z laminami mułowców wapnistych
- 1174,0–1179,0 5 m rdzenia: 1,9 m — wapień mikrytowe ciemnoszare z laminami wapieni krynoidowych lub krynoidowo-maźowych. W składzie bioklastów obok członów liliowców występuje detrytus pokruszonych muszli, pancerzyki małżoraczków, zęby i łuski ryb. Cała skała pocięta jest szwami stylolitowymi o małej amplitudzie; 3,1 m — wapień mikrytowe ciemnoszare o słabo wyrażonej laminacji poziomej, faliście przeławicane jasnoszarymi wapieniami ze szczątkami fauny. W składzie bioklastów dominują człony liliowców, pokruszone szczątki skorup małżów, obserwuje się domieszkę intraklastów wapieni mikrytowych. Szwy stylolitowe wypełnione są białym kalcytem
- 1179,0–1189,0 10 m rdzenia: 3,6 m — wapień mikrytowe szare i ciemnoszare poziomo lub faliście laminowane ciemnoszarymi marglami z częstymi wkładkami zlepieńców śródformacyjnych oraz cienkimi przeławiczeniami jasnoszarych wapieni bioklastycznych. Kontakty pomiędzy wapieniami mikrytowymi i wapieniami z fauną mają charakter erozyjny. Obserwowano w obrębie wapieni mikrytowych nory mułotoczy wypełnione wapieniami ziarnistymi. W składzie bioklastów dominują człony liliowców, obecne są skorupki małżów, ślimaków oraz pokruszony detrytus organiczny; 6,4 m — wapień mikrytowe i wapień bioklastyczne laminowane faliście mułowcami wapnistymi i ciemnoszarymi marglami z licznymi wkładkami zlepieńców śródformacyjnych. Wśród bioklastów obecne są skorupki małżów, ślimaków, małżoraczków oraz pokruszony detrytus organiczny. Skorupki często wypełnione są krystalicznym kalcytem. W spągowej części wzrasta udział szczątków organicznych w skale, upad 5°

- 1189,0–1199,0 10 m rdzenia: 0,2 m — wapienie mikrytowe ciemnoszare bez widocznych struktur wewnętrznych; 1,5 m — wapienie mikrytowe i wapienie drobnokrystaliczne szare, laminowane poziomo lub faliście wapieniami bioklastycznymi z rozproszonymi członami liliowców i pokruszonymi skorupkami małżów, liczne szwy stylolitowe; 0,3 m — jw., ale zdecydowanie rośnie udział bioklastów w skale; 0,6 m — wapienie mikrytowe z rozproszonymi członami liliowców i żyłkami kalcytu oraz nieregularnymi przemazami margli nadających skale charakter gruzłowy; 1,8 m — wapienia bioklastyczne szare, laminowane poziomo z wkładkami wapieni mikrytowych piaszczystych, upad 6°; 0,2 m — wapienie mikrytowe z nieznaczną domieszką szczątków organicznych, nieco zbioturbowane; 0,4 m — wapienie krynoidowo-małżowe. Skorupki ułożone są bezładnie, czasami zaznaczają słabo wyrażoną laminację; 5,0 m — szare wapienie mikrytowe bez widocznych struktur wewnętrznych z bardzo częstymi i cienkimi laminami różnych typów wapieni wzajemnie się przeławicających, często o erozyjnych powierzchniach kontaktu. Obserwuje się obecność wapieni mikrytowych lekko skośnie laminowanych ciemnoszarymi mułowcami, wapieni z rozproszonymi członami liliowców, skorupkami ślimaków i zębami ryb, wapieni mikrytowych ze szczątkami fauny małżów (do 3 cm długości) wypełnionych wapieniami mikrytowymi lub ziarnistymi złożonymi z detrytusu organicznego, upad 9°
- 1199,0–1209,0 10 m rdzenia: 0,9 m — wapienie mikrytowe szare poziomo lub faliście laminowane ciemnoszarymi marglami. Obecne są 2 cm miąższości wkładki zlepieńców śródformacyjnych; 0,8 m — wapienie biomikrytowe szare z wkładkami jasnoszarych wapieni drobnokrystalicznych z liczną fauną drobnych ślimaków, upad 5°; 2,7 m — wapienie mikrytowe i biomikrytowe szare, laminowane ciemnoszarymi marglami lub wapieniami krynoidowo-małżowymi; 2,8 m — j.w. ale zwiększa się udział wkładek falistych nadających skale charakter gruzłowaty, upad 8°; 2,8 m — wapienie mikrytowe i drobnokrystaliczne z przemazami falistymi ciemnoszarych mułowców lub 3 cm grubości wkładkami zlepieńców śródformacyjnych
- 1209,0–1219,0 10 m rdzenia — wapienie mikrytowe poziomo lub faliście laminowane, przeławicające się z wapieniami krynoidowymi laminowanymi poziomo, wapieniami małżowo-krynoidowymi oraz wapieniami marglistymi i mułowcami wapnistymi. Częste są wkładki (30–40 cm grubości) zlepieńców śródformacyjnych. Skala ma wykształcenie typowe dla warstw falistych, upad warstw 0–5°
- 1219,0–1228,0 9,0 m rdzenia: 0,5 m — wapienie drobnokrystaliczne ze szczątkami fauny ciemnoszare z domieszką intraklastów wapienno-marglistych. W składzie bioklastów przeważają 2–3 cm długości skorupki małżów; 1,1 m — jw., ale szczątki organiczne znacznie mniejsze i rośnie udział detrytusu organicznego; 0,9 m — wapienie mikrytowe i drobnokrystaliczne lekko zapiaszczone ze szczątkami małżów, członami liliowców, małżoraczków i 2–3 cm wkładkami zlepieńców śródformacyjnych

TRIAS DOLNY

OLENEK

Pstry piaskowiec

Pstry piaskowiec górny — ret

Ret górny (1221–1250,0 m ; miąższość 28,5 m)

- 1,3 m — dolomity i margle dolomityczne, beżowe, laminowane ciemnoszarymi mułowcami; 1,5 m — margle ilasto-dolomityczne szaroseledynowe o lekko zaburzonej strukturze z wkładkami zlepieńców śródformacyjnych; 1,9 m — wapienie mikrytowe zapiaszczone z pokruszonymi szczątkami fauny, miejscami piaskowce drobnoziarniste, kwarcowe o spoiwie węglanowym z przemazami ciemnoszarych mułowców; 1,0 m — wapienie mikrytowe z pokruszonymi szczątkami fauny, zapiaszczone z wkładkami ciemnożeżowych wapieni mikrytowych i drobnoziarnistych piaskowców kwarcowych o spoiwie węglanowym. Obecne są skorupki ślimaków, małżoraczków i detrytus organiczny; 0,4 m — wapienie mikrytowe zapiaszczone szare z domieszką szczątków fauny. Pory po faunie wypełnione są często różowym anhydrytem. Liczne rozproszone wprysnięcia sfalerytu. Na głębokości 1227,5 m oznaczono następujące małżoraczki: *Cytheresinella sp.*, *Darwinula sp.*, *Darwinula cf. perelubica* (Starozhilova), *Darwinula aff. obessa* (Schleifer); 0,4 m — wapienie mikrytowe i drobnokrystaliczne szare o różnym nagromadzeniu pokruszonych szczątków fauny, laminowanych ciemnoszarymi marglami
- 1228,0–1238,0 10 m rdzenia ; 0,9 m — wapienie jw. W spągowej części wzrasta udział falistych przeławiczeń marglistych, obecne są intraklasty wapieni marglistych. Obserwowano drobne, nieregularne wprysnięcia pirytu w skale; 1,5 m — wapienie mikrytowe i krystaliczne, zapiaszczone o zaburzonej laminacji z wkładkami ciemnoszarych wapieni mikrytowych i margli poziomo laminowanych. Na głębokości

1229,35 m występuje małż *Costatoria costata* (Zenker); 0,7 m — piaskowce drobnoziarniste lub średnioziarniste, kwarcowe, seledynowe lub seledynowoszare o zaburzonej laminacji, upad 2°; 0,5 m — piaskowce kwarcowe gruboziarniste lub średnioziarniste jasne, prawie białe o spoiwie krzemionkowo-ilastym z dwoma wkładkami (3 i 14 cm grubości) piaskowców drobnoziarnistych seledynowych o zaburzonej laminacji; 1,2 m — piaskowce drobnoziarniste seledynowe z nieciąglymi przemazami lub plamami ciemnoseledynowych mułowców. W spągu występują drobne klasty mułowców lub jasnoszarych piaskowców; 0,4 m — piaskowce drobnoziarniste i średnioziarniste jasne, prawie białe, bezwapniste w spągu laminowane ciemnoszarymi lub beżowymi mułowcami, upad 3°; 0,3 m — wapienie mikrytowe margliste zapiaszczone lub piaskowce wapniste poziomo laminowane ciemnoszarymi marglami; 0,7 m — piaskowce drobnoziarniste wapniste, nieregularnie smugowane ciemnoszarymi lub szaroseledynowymi marglami; 0,9 m — wapienie krystaliczne szare, zapiaszczone, nieco margliste z laminkami wapieni mikrytowych i drobnokrystalicznych ze szczątkami fauny, której skorupki często wypełnia kalcyt. W spągu 20 cm wkładka zlepieńca śródformacyjnego złożonego z nieregularnych, słaboobtoczonych klastów wapieni mikrytowych; 0,8 m — piaskowce drobnoziarniste o spoiwie ilasto-węglanowym z przemazami ciemnoszarych lub szarozielonych mułowców. W stropie widoczna laminacja pozioma, w spągu skośna; 0,4 m — piaskowce ciemnoszare nieco seledynowe z laminkami wapieni krystalicznych szarych z pokruszoną fauną i margli laminowanych; 0,4 m — mułowce i iłowce ciemnoszare nieco margliste z dużą ilością miki. Na powierzchniach oddzielności występują masowo nagromadzenia liścionogów. Oznaczono tu *Isaura minuta* (Alberti) i małża *Costatoria costata* (Zenker); 0,3 m — piaskowce drobnoziarniste, jasne kwarcowe, laminowane poziomo przeławicające się z wapieniami piaszczystymi z drobnymi intraklastami margli; 0,8 m — mułowce szarozielone z mika, zapiaszczone, o poziomej laminacji (gruzłowate), bardzo słabo wapniste. Na powierzchniach oddzielności nagromadzenia liścionogów; 0,2 m — margle lub wapienie piaszczyste z intraklastami wapieni mikrytowych marglistych

1238,0–1241,0 margle szare lub ciemnoszare, wapienie mikrytowe szare z przeławiczeniami ciemnoszarych mułowców — próbki okruchowe

1241,0–1250,0 9 m rdzenia: 0,7 m — wapienie mikrytowe ciemnoszare, zapiaszczone, z drobnymi (1–3 mm długości) płaskimi intraklastami margli lub laminami margli i piaskowców; w spągu wapienie krystaliczne z fauną; 0,2 m — piaskowce średnioziarniste kwarcowe o spoiwie węglanowo-ilastym o słabo wyrażonej laminacji; 1,9 m — mułowce szarozielone, słabo wapniste z dużą ilością lyszczyków, poziomo laminowane z masowym nagromadzeniem liścionogów i innej fauny oraz szczątków flory, z wkładkami jasnoszarych piaskowców drobnoziarnistych z mika, laminowanych szarozielonymi lub ciemnoszarymi iłowcami, upad 3°; 0,7 m — mułowce jw. z mniejszą ilością fauny; 0,8 m — mułowce szare i szarozielone z mika, z wkładkami piaskowców słabo wapnistych, laminowanych. Na powierzchniach oddzielności masowe nagromadzenia liścionogów; 0,9 m — piaskowce jasne, prawie białe, średnioziarniste, bezwapniste lub bardzo słabo wapniste z dużą ilością miki, miejscami skośne warstwowane. W stropie liczne cienkie przemazy ciemnoszarych mułowców; 0,3 m — mułowce ciemnoszare, bezwapniste z mika. Na powierzchniach oddzielności *Isaura sp.*, upad 2°; 1,3 m — piaskowce różnoziarniste, w stropie drobnoziarniste z rozproszonym pirytem, w spągu gruboziarniste lub zlepieńcowate, bezwapniste, z nieregularnymi laminami ciemnoszarych mułowców i iłowców z mika, odciskami liścionogów i szczątkami flory. Widoczne są drobne rozmycia osadu zasypane gruboziarnistymi piaskowcami lub z obecnością litoklastów mułowcowych; 0,2 m — powierzchnia erozyjna, wapienie mikrytowe i wapienie drobnokrystaliczne z liczną skalcytyzowaną fauną i przemazami piaskowców marglistych; 0,2 m — piaskowce seledynowe drobnoziarniste, słabo wapniste, z wkładkami wapieni; 0,6 m — mułowce szarozielone i szare z cienkimi laminami drobnoziarnistych piaskowców o spoiwie krzemionkowym z dużą ilością miki. Piaskowce miejscami warstwowane krzyżowo w małej skali; 1,2 m — piaskowce kwarcowe białe, bezwapniste, warstwowane skośnie lub poziomo, a w spągu także krzyżowo, z laminami seledynowych mułowców z mika

R e t d o l n y (1250,0–1385,0 m; m i ą ż s z o ś ć 135,0 m)

Warstwy międzygisowe i gipsowe I (1250,0–1305,0 m; miąższość 55,0 m)

1250,0–1254,0 margle ilaste, szare miejscami wapniste z wkładkami ciemnoszarych iłowców
1250,0–1273,0 m — próbki okruchowe

1254,0–1258,0 mułowce ciemnoszare, bezwapniste o blaszkowatej oddzielności

1258,0–1262,0 piaskowce jasnoszare, drobnoziarniste o spoiwie ilastym

1262,0–1266,0 mułowce ciemnoszare

1266,0–1270,0	piaskowce szare, drobnoziarniste nieco wapniste
1270,0–1273,0	piaskowce jw., laminowane mułowcami ciemnoszarymi
1273,0–1278,0	5 m rdzenia: 1,6 m — dolomity margliste ciemnoszare z wkładkami wapieni mikrytowych ze szczątkami fauny i ciemnoszarych mułowców z fauną <i>Lingula sp.</i> , w spągu z laminami (1 cm) piaskowców wapienistych lub wapieni zapiaszczonych. Widoczne ślady działalności życiowej organizmów w postaci drobnych nerek mułotoczy wypełnionych piaskowcami, upad 3°; 3,4 m — dolomity margliste laminowane mułowcami i iłowcami z niewielkim udziałem wkładek piaszczystych i wprysnięciami anhydrytu
1278,0–1284,0	dolomity margliste z wkładkami ciemnoszarych iłowców słabo zwięzłych i cienkimi wkładkami wapieni mikrytowych zailonnych <i>1278,0–1299,0 m — próbki okruchowe</i>
1284,0–1292,0	mułowce ciemnoszare, dolomity krystaliczne jasnoszare z przeławieniami mułowców i jasnoszarych wapieni mikrytowych
1292,0–1299,0	piaskowce drobno- i średnioziarniste kwarcowe o spoiwie ilasto-dolomitycznym
1299,0–1305,0	6 m rdzenia: 1,0 m — wapienie mikrytowe szare z 1,0–1,5 cm falistymi wkładkami wapieni mikrytowych z licznymi pokruszonymi szczątkami fauny we frakcji rudytovej i przemazami szarych margli z domieszką intraklastów. W spągu wzrasta udział wapieni z przemazami margli i wkładkami zlepieńców śródformacyjnych, upad 4°; 2,0 m — jw., ale większy udział wapieni mikrytowych, faliście laminowanych wapieniami mikrytowymi marglistymi i przeławieniami zlepieńców śródformacyjnych. W składzie bioklastów obecne są skorupki ślimaków małżów; 0,9 m — wapienie margliste zapiaszczone z wkładkami piaskowców drobnoziarnistych o spoiwie ilasto-węglanowym. W skale rozproszone są pokruszone szczątki małżów; 0,2 m — iłowce szarozielone nieco wapniste z wkładkami ciemnoszarych mułowców z miką. Na powierzchniach oddzielności obecne są ramienionogi <i>Lingula sp.</i> , upad 3°; 0,9 m — wapienie mikrytowe z dużym udziałem pokruszonej fauny i cienkimi, falistymi przeławieniami szarozielonych iłowców, miejscami ciemnoszarych, z domieszką intraklastów wapieni mikrytowych; w spągu poziomo laminowane wapieniami marglistymi; 1,0 m — wapienie mikrytowe szare, nieco dolomityczne, laminowane poziomo wapieniami marglistymi lub mułowcami. Początkowo lamininy są częste i cienkie (3–5 cm) a niżej, częstość ich maleje a zwiększa się miąższość do 10 cm. Na powierzchniach oddzielności mułowców obecne są zęby ryb, skorupki ramienionoga <i>Lingula sp.</i> i szczątki flory

Warstwy z Radoszyc (1305,0–1336,8 m; miąższość 31,8 m)

1305,0–1310,0	piaskowce drobno- i średnioziarniste z wkładkami ciemnoszarych iłowców i mułowców słabo wapienistych <i>1305,0–1333,0 m — próbki okruchowe</i>
1310,0–1314,0	margle jasnoszare i wapienie margliste z przemazami ciemnoszarych iłowców
1314,0–1316,0	margle dolomityczne jasnoszare z wkładkami ciemnoszarych iłowców
1316,0–1328,0	piaskowce jasnoszare, drobnoziarniste, kwarcowe, bezwapniste z wkładkami szarych i szarobrunatnych mułowców i iłowców
1328,0–1333,0	margle ciemnoszare z wkładkami piaskowców i mułowców jw.
1333,0–1339,0	6 m rdzenia: 1,0 m — piaskowce jasne, prawie białe, drobno- i średnioziarniste, kwarcytyczne, bezwapniste z wkładkami ciemnoszarych mułowców z miką i szczątkami flory, laminowanych jasnoszarymi piaskowcami; 1,0 — piaskowce jw. z laminami szarozielonych iłowców i 20 cm wkładką ciemnoszarych mułowców poziomo laminowanych piaskowcami. Widoczne ślady działalności życiowej organizmów; 1,2 m — piaskowce grubo- i średnioziarniste białe o spoiwie krzemionkowym, poziomo lub skośnie warstwowane. W skale obecne skupienia pirytu; 0,2 m — mułowce i iłowce ciemnoszare, poziomo laminowane ze śladami flory; 0,4 m — piaskowce białe średnioziarniste, kwarcytyczne, bezwapniste, poziomo laminowane. Upad warstw 0–1°

Warstwy z Wąchocka/warstwy z Radoszyc (1336,8–1385,0 m; miąższość 48,2 m)

1,2 m — mułowce piaszczyste brunatne, przechodzące ku spągowi (ok. 40 cm) w mułowce przewarstwiane nieregularnie piaskowcami drobnoziarnistymi również brunatnymi. W osadach tych występują powszechnie struktury deformacyjne związane z niestatecznym warstwowaniem gęstościowym. W stropowej partii obecne są liczne drobne skupienia różowego gipsu; 1,0 m — piaskowce drobnoziarniste brunatne z jasnymi plamami, bezwapniste o bardzo dobrze wykształconych strukturach przekątnego warstwowania małej skali, typu zmarszczkowego. W obrębie piaskowców obecne są cienkie

- (maksymalnie 3 cm) laminy brunatnych mułowców, na granicach których występują struktury pogrążowe. Upad warstw 1–3°
- 1339,0–1371,0 mułowce i mułowce piaszczyste brunatne oraz piaskowce drobnoziarniste brunatnoróżowe, czasem odbarwione na seledynowo — *próbki okruchowe*
- 1371,0–1375,0 3 m rdzenia: 0,8 m — mułowce piaszczyste, brunatne, bezwapniste, rozpadające się na ostrokrawędziste bądź bulaste fragmenty. Widoczna słabo wyrażona płaska, pozioma i smużysta laminacja; 0,2 m — zlepienieć wapienny drobnookruchowy, brunatnoróżowy. Jego skład stanowią głównie dobrze obtoczone okruchy węglanowe, a w zmiennej ilości fragmenty szarych i brunatnych mułowców, gorzej obrobionych, oraz okruchy silniej żelaziste — hematytowe. Najczęstsza wielkość składników to 2–4 mm, ale występują również we frakcji grubopiaszczystej, w spągowej części dochodzą nawet do 1,5 cm. Osad jest wyraźnie laminowany poziomo — zróżnicowana zawartość spoiwa i wielkość okruchów; 0,9 m — mułowce brunatne piaszczyste, bezstrukturalne, łupiące się na nieforemne kawałki. W całości występują plamiste nieregularne skupienia o podwyższonej zawartości CaCO₃. Węglan wapnia występuje w formie wsiąków, nitek, żyłek itp., towarzyszą mu odbarwienia; 1,1 m — piaskowce drobnoziarniste, brunatne, bezwapniste, silnie zbioturbowane. Stan zachowania skamieniałości śladowych słaby. Najliczniejsze są struktury pionowe, ale też poziome i skośne z owalnymi ujściami widocznymi na powierzchniach oddzielności
- 1375,0–1385,0 piaskowce drobnoziarniste brunatne, lekko porowate oraz mułowce ilaste brunatne
1375,0–1393,0 — próbki okruchowe

Maria KULETA¹

Pstry piaskowiec środkowy

Formacja z Samsonowa (1385,0–1712,0 m, miąższość 327,0 m)

- 1385,0–1393,0 mułowce i iłowce brunatne z drobnymi skupieniami siarczanów
- 1393,0–1399,0 6 m rdzenia — mułowce ilaste i iłowce mułkowe brunatne, z nielicznymi zielonymi plamami, bezwapniste o bardzo charakterystycznej bryłowej oddzielności. Rdzeń występuje w formie mniej lub bardziej owalnych okruchów o wielkości od 1 do 6–8 cm, które przy dotknięciu „łuszczą” się dalej. W mułowcach i iłowcach gromadzą się gruzełkowe koncentracje gipsu o kształtach owalnych, ale też przyjmują mniej regularne kształty. Wielkość od 2 do 10 mm. Są równomiernie luźno rozmieszczone lub partiami zagęszczone np. na głębokości 1398,0–1398,4 m
- 1399,0–1429,0 iłowce i mułowce brunatne, nieliczne okruchy siarczanowe — *próbki okruchowe*
- 1429,0–1435,0 6 m rdzenia — mułowce ilaste i iłowce mułkowe z gruzłami siarczanowymi. Wykształcenie skał jak w interwale 1393,0–1399,0 m. Ogólnie większa jest tu zawartość gruzłowego gipsu, którego największe ilości notowano na głęb. 1429,0–1429,5 i 1430,0–1434,2 m
- 1435,0–1460,0 iłowce i mułowce brunatne oraz nieliczne okruchy siarczanowe — *próbki okruchowe*
- 1460,0–1468,0 6 m rdzenia — iłowce i mułowce o wykształceniu jak w interwałach 1393,0–1398,0 i 1429,0–1435,0 m. Ponadto, obok gruzełkowej luźno rozmieszczonej formy występowania gipsu obserwuje się również nieregularne użyczenia grubości 0,3–1,0 cm. Na głęb. 1467,05–1467,1 m występuje wkładka zlepieńca? złożonego z okruchów gipsu o wielkości ok. 1 cm oraz mułowców. Wkładka ta jest ostro odgraniczona w stropie i spągu
- 1468,0–1498,0 iłowce i mułowce brunatne z okruchami gipsu — *próbki okruchowe*
- 1498,0–1503,0 4 m rdzenia: 0,3 m — mułowce i iłowce brunatne o wykształceniu jak w interwale 1398,0–1468,0 m; 3,7 m — mułowce piaszczyste ciemnobrunatne, bezwapniste, laminowane poziomo, miejscami przekątnie, w małej skali. Odcinkami laminacja jest tylko szcążkowo zachowana np. na głębokości 1499,0–1499,4 m, w spągowej części osad staje się bardziej piaszczysty i przechodzi stopniowo przez alternację lamin w piaskowce drobnoziarniste brunatnoróżowe. W mułowcach występują nieliczne gruzłowe skupienia CaCO₃ wielkości 0,3–1,5 cm, wydłużone horyzontalnie. Upad warstw 10–12°
- 1503,0–1526,0 mułowce piaszczyste ciemnobrunatne i piaskowce drobnoziarniste brunatnoróżowe ku spągowi także mułowce ciemnobrunatnoszare — *próbki okruchowe*

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

- 1526,0–1529,0 2,5 m rdzenia: 2,0 — mułowce piaszczyste ciemnobrunatnoszare, słabo wapniste, laminowane, o słabej oddzielności łupkowej, laminacja pozioma głównie płaska, ale czasem falista przechodząca w zestawy 1 cm z laminacją przekątną, riplemarkową. Osad jest tu bardziej piaszczysty, w środkowej części odcinka, na płaszczyznach oddzielności, występuje masowe nagromadzenie drobnych szczątków organicznych oraz zwęglonej siewki roślinnej; 0,4 — piaskowce drobnoziarniste, szaroróżowe, słabo wapniste, bardzo twarde, laminowane przekątnie w dużej skali. Laminacja wyrażona jest zawartością ciemnych drobnoziarnistych laminek grubości 1–2 mm przedzielonych jasnymi o grubszym ziarnie
- 1529,0–1556,0 piaskowce drobnoziarniste szare i różowe w stropie, niżej mułowce i mułowce ilaste brunatne — *próbki okruchowe*
- 1556,0–1563,0 7 m rdzenia: 0,5 m — mułowce ilaste brunatne z zielonymi plamistymi odbarwieniami o zdeformowanej laminacji. Są to głównie deformacje mechaniczne — pogrąży, szczeliny z wysychania ale i biogeniczne. Ku spągowi deformacje zanikają; 0,7 m — mułowce ilaste szarozielone, wapniste, niewyraźnie laminowane poziomo. W samym spągu występuje domieszka ziarn piasku. Skały wykazują słabą oddzielność łupkowo-bryłową. Upad warstw 0–1°; 5,8 m — mułowce piaszczyste brunatne, wapniste. Osad o silnie zdeformowanych strukturach depozycyjnych, w większej części odcinka homogeniczny. Laminacja pozioma zachowana jest tylko szczątkowo, lub w niewielkich fragmentach rdzenia. Można zidentyfikować pionowe ślady po korzeniach roślin. W całości występują drobne, plamisto-gruzłowe skupienia o średnicy 3–10 mm i podwyższonej zawartości CaCO₃, które mogą być ryzokoncrescjami. Skały wykazują słabą oddzielność bryłową
- 1563,0–1591,0 mułowce i mułowce piaszczyste brunatne z drobnymi wtrąceniami CaCO₃ — *próbki okruchowe*
- 1591,0–1597,0 6,0 m rdzenia: 1,3 m — mułowce brunatne wapniste, o wykształceniu jak w interwale 1557,2–1563,0 m; 1,2 m — mułowce brunatne bezwapniste, laminowane poziomo i smużyście. W spągowej partii mułowce stają się piaszczyste i pojawiają się tu również zestawy z laminacją przekątną, małoskalową typu zmarszczkowego; 0,65 m — mułowce piaszczyste ciemnoszare, bezwapniste, laminowane poziomo, rzadziej smużyście a w nielicznych pakietach również przekątnie w małej skali — osad przechodzi tu w piaskowiec — nieliczne zaburzenia laminacji typu pogrążów. Upad 2°; 0,55 m — piaskowce drobnoziarniste brunatnoróżowe, wapniste z bardzo dobrze wykształconą laminacją przekątną małoskalową, riplemarkową, jednorodną w całym odcinku; 0,15 m — piaskowce drobnoziarniste szarobeżowe, wapniste, przechodzące w spągu w gruboziarniste, zlepieńcowate. Domieszkę żwirkową (ok. 10%) stanowią: ziarna kwarcu, skał mułowcowo-krzemionkowych, intraklasty mułowców, obecne są również fragmenty zwęglonej flory, osad laminowany przekątnie w małej skali; 0,15 m — mułowce brunatnoszare bezwapniste, subtelnie poziomo laminowane, wykazują oddzielność łupkową; 0,15 m — zlepieniec drobnookruchowy — ortozlepieniec szary, zbudowany z okruchów kwarcu, wapieni, skał krzemionkowych i mułowców. Przeciętna wielkość okruchów 3–4 mm, ale są i pojedyncze większe do 2 cm, węglanowe. Ilość i ich wymiary wzrastają ku spągowi gdzie pojawiają się też obtoczone okruchy piaskowców grubo- i średnioziarnistych o średnicy 1–5 cm, z ciemną otoczką węglisto-bitumiczną, na całym odcinku okruchy zwęglonej flory wielkości ok. 4 mm; 1,85 m — mułowce brunatno-szarozielone „bezstrukturalne” z gruzłowymi, plamistymi, koncentracjami kalcytu. Gruźelki węglanowe o średnicy 3–5 mm rozmieszczone są pojedynczo, bezładnie lub gniazdowo zgrupowane. W samym spągu (ok. 25 cm) osad staje się piaszczysty i obserwować można słabo widoczną laminację zmarszczkową, smużystą, partiami zdeformowaną. Oddzielność bryłowa z płaszczyznami ślizgowymi
- 1597,0–1622,0 mułowce i mułowce ilaste brunatne, czasem szarozielone ze skupieniami węglanów, pojedyncze okruchy piaskowców szaroróżowych — *próbki okruchowe*
- 1622,0–1628,0 6,5 m rdzenia: 1,9 m — mułowce piaszczyste brunatne, bezwapniste, bezstrukturalne o oddzielności gruboskorupowej z płaszczyznami ślizgowymi. W samym spągu (ok. 10 cm) pojawiają się gruzełki węglanowe; 2,9 m — mułowce piaszczyste brunatne z nielicznymi zielonymi plamami, bezwapniste, laminowane poziomo i falisto-smużyście. Częste są zaburzenia typu pogrążów, szczelin z odwadniania, bioturbacji, aż do całkowitej homogenizacji osadu. W całości pojedyncze gruzełki CaCO₃. Upad 0–1°; 1,2 m — mułowce piaszczyste brunatne, z licznymi skupieniami węglanów i bardzo słabo czytelną, zdeformowaną, laminacją. Węglany występują w formie plamisto-gruzłowej (średnicy 2–10 mm), luźno rozmieszczone w tle, zgrupowane gniazdowo, a także w formie wsiązków, żyłek itp.
- 1628,0–1649,0 mułowce i mułowce ilaste brunatne, pojedyncze okruchy piaskowców szaroróżowych — *próbki okruchowe*
- 1649,0–1655,0 5 m rdzenia: 2,6 m — mułowce ilasto-piaszczyste o wykształceniu jak w interwale 1622,0–1628,0 m, na głęb. 1650,5 pojawia się około 2 cm wkładka różowego piaskowca z laminacją przekątną, a powyżej 5 cm pakiet silnie piaszczystego mułowca ze zdeformowaną laminacją poziomą; 0,4 m — mułowce

- brunatne piaszczyste, bezwapniste, z zaburzoną mechanicznie i bioturbacyjnie laminacją poziomo-falisto-smużystą; 1,3 m — mułowce brunatne bezwapniste, bezstrukturalne z 5 cm wkładką mułowca nie regularnie laminowanego drobnoziarnistym piaskowcem. W spągowej partii (ok. 30 cm) mułowce stają się bardziej piaszczyste; 0,6 m — piaskowce drobnoziarniste brunatnoróżowe, wapniste z laminacją przekątną, małoskalową, zmarszczkową. Do stropu wzrasta zawartość ciemnych łyszczyków, które bardzo dobrze podkreślają zarysy riplemarków; 1,1 m — mułowce brunatne piaszczyste, słabo wapniste, o silnie zdeformowanych strukturach depozycyjnych, rdzeń mocno spękany
- 1655,0–1664,0 mułowce i iłowce brunatne, nieliczne okruchy drobnoziarnistych piaskowców
1655,0–1674,0 m — próbki okruchowe
- 1664,0–1674,0 piaskowce drobnoziarniste ciemnoróżowe, rzadko średnioziarniste oraz mułowce piaszczyste bądź ilaste brunatne, sporadycznie okruchy białego anhydrytu
- 1674,0–1681,0 6,7 m rdzenia: 0,4 m — piaskowce drobnoziarniste ciemnoróżowe, słabo wapniste, z laminacją riplemarkową, w samym stropie średnioziarniste i przekątnie laminowane w małej skali. W obrębie piaskowców, w dolnej części, występują przewarstwienia mułowców. Na granicy mułowca i piaskowca widoczne pograży i bioturbacje; 1,6 m — mułowce brunatne bardzo słabo wapniste, bezstrukturalne o grubopłytkowej oddzielności; 0,8 m — mułowce brunatne bardzo słabo wapniste z niewyraźną, nieciągłą laminacją poziomą. W przystropowej partii dwie 3–4 cm wkładki piaskowców drobnoziarnistych gęsto poziomo laminowanych. W mułowcach między piaskowcami liczne struktury deformacyjne; 3,9 m — mułowce brunatne o bardzo słabo zaznaczonej poziomej oddzielności grubopłytkowej. W tle mułowców widoczne nieregularne gruzełki węglanowe wielkości 0,2–0,8 mm, luźno rozsiane. W środkowej części mułowce są bardziej piaszczyste z licznymi deformacjami lamin
- 1681,0–1706,0 mułowce brunatne i ciemnobrunatne rzadko szarozielone, nieliczne okruchy drobnoziarnistych piaskowców brunatnoróżowych, w stropowej części drobne okruchy węglanow — *próbki okruchowe*
- 1706,0–1712,0 6 m rdzenia: 3,7 m — mułowce ciemnobrunatne bezwapniste, masywne, w stropowej partii spękane nieregularnie z licznymi płaszczyznami ślizgowymi. Na odcinku 1708,6–1708,8 m występuje domieszka piaszczysta w formie zaburzonych lamin. Występują tu również liczne zielone odbarwienia; 1,2 m — mułowce piaszczyste ciemnobrunatne z wkładkami piaskowców drobnoziarnistych. Piaskowce występują w pakietach grubości 10–40 cm i są drobno przewarstwiane mułowcami. Struktury sedimentacyjne są bardzo silnie zdeformowane bioturbacjami i pograżami. W mułowcach występują liczne skupienia CaCO₃ w formie groniastej, wielkości do 3 cm; 1,1 m — mułowce piaszczyste ciemnobrunatne, w wyższej części rdzenia z niewyraźną laminacją poziomą, niżej bezstrukturalne, w samym spagu dwa 5 cm fragmenty szarego wapienia; upad warstw 3–5°
- Formacja ze Stachury (1712,0–1752,60 m; miąższość 40,6 m)
- 1712,0–1735,0 iłowce margliste szarozielone i brunatne oraz mułowce wapniste jasnoszare — *próbki okruchowe*
- 1735,0–1737,0 2 m rdzenia — margle i iłowce margliste ciemnoszare drobno laminowane silnie wapnistym jasnoszarym mułowcem. W przystropowym odcinku rdzenia jest to płaska pozioma nieciągła laminacja, niżej pojawiają się struktury soczewkowe, soczewkowo-faliste, partiami laminacja zniekształcona jest bioturbacjami i pograżami. Ku spągowi skały stają się ciemniejsze a wzdłuż lamin pojawiają się nagromadzenia pirytu. Rdzeń wykazuje słabą oddzielność grubopłytkową. Na niektórych płaszczyznach można rozpoznać słabo czytelne odciski drobnych muszli. Upad warstw 2–3°
- 1737,0–1744,0 iłowce i margle ilaste szare — *próbki okruchowe*
- 1744,0–1748,0 3,5 m rdzenia; 2,0 m — iłowce margliste i margle ilaste szare i ciemnoszare, gęsto poziomo laminowane, miejscami soczewkowo. Ciągłość lamin często przerywana bioturbacjami czy rozmyciami; 0,3 m — iłowce margliste szare, masywne bez wyraźnie zaznaczonej laminacji, ale wykazują słabą oddzielność płytkowo-muszlową, na płaszczyznach oddzielności występują ślady zwęglonej flory i drobno pokruszone szczątki fosforanowe; 1,2 m — margle i iłowce margliste szare i ciemnoszare, laminowane. Laminacja ciągła pozioma z przejściami do falistej i soczewkowej, z rzadkimi deformacjami typu rozmyć i pograżów. Grubość lamin jaśniejszych i ciemniejszych odpowiednio 2–5 mm sporadycznie do 1,5 cm. W spągowej partii występują również ciemnobrunatne laminy grubości 1–3 cm, w których nagromadzone są, drobne, fosforanowe fragmenty organiczne. Niektóre z nich są silnie wapniste i można je określić jako wapienne. Upad warstw 3–5°
- 1748,0–1758,0 9 m rdzenia: 4,6 m — margle i margle ilaste szare i ciemnoszare, gęsto laminowane poziomo z przejściami do struktur falistych, rzadko soczewkowych. Odcinkami występują silne deformacje lamin związane z bioturbacjami. Śladowe struktury organiczne widoczne są dobrze na płaszczyznach oddziel-

ności. Poniżej głęb. 1751,4 m pojawiają się pojedyncze laminy grubości 0,5–2,0 cm wapieni bioklastycznych. Szczątki organiczne reprezentowane są przez skorupy liścionogów oraz fosforanowe fragmenty kości. W samym spągu, na powierzchni erozyjnej występuje 1–2 cm nieregularna warstewka zlepionca piaszczystego w skład którego obok ziarn kwarcu wchodzi intraklasty iłowców i mułowców. Przejście w wyżej leżące margle jest dość gwałtowne;

Formacja z Samsonowa (1752,60 – 1810,0 m; miąższość 57,4 m)

0,5 m — piaskowce drobnoziarniste szare o zdeformowanych, korzeniami roślin, strukturach depozycyjnych. W tle widoczne drobne, wydłużone, węglanowe ryzokonkrekcje. W stropie pakietu (ok. 10 cm) szarozielony iłowiec, mułowiec bezstrukturalny; 0,3 m — piaskowiec średnioziarnisty wapnisty, jasnoszary, z bardzo słabo widoczną laminacją przekątną, małoskalową. W spągu domieszka grubych ziarn piasku, różowy kwarc, intraklastów iłowców i mułowców leżących niżej oraz drobnej siczki roślinnej; 0,4 m — mułowce ilaste brunatne, bezwapniste, w stropie i spągu piaszczyste, laminowane poziomo. Laminacja deformowana przez spękania i pogrąży. Na płaszczyznach oddzielności widać niewyraźne poligonalne ślady; 0,3 — piaskowce średnioziarniste czerwone, bezwapniste, laminowane poziomo i przekątnie. W spągowej partii domieszka ziarn grubopsamitowych oraz toczenców brunatnych iłowców. Okruchy te są dość dobrze obtoczone, a niektóre zawierają wtrącenia siarczanów; 0,3 m — piaskowce drobno- i średnioziarniste z laminacją riplemarkową i poziomą, pojedyncze okruchy brunatnych mułowców. W stropie (ok. 5 cm) iłowce brunatne, subtelnie poziomo laminowane, upad 2–5°; 2,6 m — mułowce ilaste brunatne z zielonymi owalnymi plamami i gruzłami wglanowymi. Mułowce w większej części odcinka są bezstrukturalne, partiami na długościach 5–15 cm widoczna jest zdeformowana laminacja pozioma. Gruzelki węglanowe wielkości do 5 mm są nieliczne i luźno rozmieszczone, tylko w partiach laminowanych jest ich więcej i układają się tu horyzontalnie tworząc jak gdyby porozmowywane laminy. Ku spągowi mułowce stają się piaszczyste

- 1758,0–1766,0 mułowce i mułowce ilaste brunatne, niektóre z drobnymi gruzelkami węglanowymi oraz okruchy piaskowców drobnoziarnistych brunatnoszarych
1758,0–1776,0 m — próbki okruchowe
- 1766,0–1776,0 mułowce i mułowce ilaste oraz piaskowce drobnoziarniste, brunatnoczerwone, ku spągowi wzrasta ilość okruchów piaskowców
- 1776,0–1779,0 2,2 m rdzenia — piaskowce szaroróżowe wapniste, przewarstwiane mniej lub bardziej rytmicznie mułowcami i iłowcami szarymi lub brunatnymi — osad typu heterolitu. Piaskowce tworzą warstewki około 5 cm przedzielone pakietami przekładających się drobno mułowców, piaskowców i iłowców. Struktury sedymentacyjne to: poziome, przekątne, riplemarkowe w piaskowcach i poziome, faliste i soczewkowe w przewarstwieniach. Dość częste są bioturbacje i pogrąży, upad 3–5°
- 1779,0–1793,0 mułowce i iłowce brunatne rzadziej piaskowce drobnoziarniste szare i różowe. Od 1790,0 m wzrasta ilość okruchów iłowców — *próbki okruchowe*
- 1793,0–1795,0 1,6 m rdzenia — mułowce piaszczyste brunatne z dość dużą ilością gruzłów węglanowych, odcinkami piaskowce drobnoziarniste z domieszką grubszych ziarn, przerobione organicznie. Mułowce są w zasadzie bezstrukturalne, a zawartość w nich gruzłów sięga 20% masy skał. Gruzły są nieregularne, tworzą skupienia do 2 cm lub są izolowane i mają wówczas średnicę powyżej 0,51 cm. Wokół gruzłów szarozielone odbarwienia
- 1795,0–1810,0 iłowce i mułowce brunatne, miękkie, sporadycznie piaskowce drobnoziarniste, brunatnoczerwone
1795,0–1820,0 m — próbki okruchowe

Formacja z Goleniaw (1810,0–1870,0 m ; miąższość 60,0 m)

- 1810,0–1820,0 mułowce i iłowce brunatne zwięzłe, łupkowe oraz piaskowce drobno- rzadziej średnioziarniste szare, lekko wapniste
- 1820,0–1826,0 5,5 m rdzenia: 4,8 m — piaskowce drobnoziarniste, rzadziej średnioziarniste szare i ciemnoszare o różnej wapnistości, przewarstwiane brunatnymi lub szarymi mułowcami i iłowcami. Piaskowce tworzą różnej grubości warstewki — indywidualne — do 8 cm i w przewarstwieniach z mułowcami około 0,5 cm. Dolne powierzchnie grubszych warstewek piaskowców są ostre, erozyjne, często ze szczelinami z wysychania. Obecne są tu w zmiennej ilości intraklasty, bioklasty a także ooidy. Pakiety przewarstwiające się z mułowcami — osad typu heterolitu — osiągają grubość do 10 cm. Wykształcone tu struktury sedymentacyjne to laminacja smużysto-soczewkowa i pozioma oraz deformacje: pogrąży, szczeliny z wysychania i bioturbacje. Mułowce tworzą również kilka wkładek o większej grubości (5–10 cm), są wtedy silnie wapniste i dość jednorodnie wykształcone, upad 2–3°; 0,7 m —

- w stropie 30 cm wapienie szare, piaszczyste, ooidowe, bioklastyczne z intraklastami iłowców. Ku spągowi przechodzą w piaskowce drobno- i średnioziarniste z dużą zawartością ooidów z wkładką heterolitu piaskowcowo-mułowcowego
- 1826,0–1838,0 piaskowce drobnoziarniste różowe i szaroróżowe, silnie wapniste oraz mułowce i iłowce brunatne i szare — *próbki okruchowe*
- 1838,0–1847,0 8,8 m rdzenia — piaskowce drobnoziarniste czasem średnioziarniste różowoszare, silnie wapniste ze zmienną domieszką ooidów i bioklastów i przejściami do piaszczystych wapieni ooidowo-bioklastycznych, przewarstwiane brunatoszarymi heterolitami mułowcowo-piaskowcowymi. Grubość pakietów piaskowców rośnie ku dołowi odcinka i wynosi przeciętnie 5–20 cm a maksymalnie 80 cm. Wkładki heterolitów zawierają się w grubości 2–30 cm, najczęściej 5–10 cm. Sposób wykształcenia osadów jest ogólnie podobny jak w interwale 1820,0–1826,0 oraz opisywanym niżej 1847,0–1848,0 m
- 1847,0–1857,0 10 m rdzenia: 2,0 m — piaskowce drobnoziarniste, partiami z domieszką grubszych frakcji, bioklastów, ooidów i intraklastów iłowcowo-mułowcowych. Laminowanie przekątnie w dużej skali i poziome. Piaskowce przewarstwiane są heterolitami mułowcowo-piaskowcowymi z laminacją poziomą i falisto-soczewkową. Notowane są również liczne struktury deformacyjne np. na głęb. 1847,15 — pogrążone riplemarki; 5,65 m — w porównaniu z osadami z odcinka 1847,0–1849,0 m zmniejsza się ilość piaskowców na korzyść wkładek heterolitów oraz pojawiają się pakiety mułowców grubości 5–10 cm o słabo wyrażonej laminacji poziomej. Liczne struktury deformacyjne; wpływowe i bioturbacje, pograży i szczeliny z wysychania; 1,15 m — osad typu heterolitu mułowcowo-piaskowcowego, brunatny z wkładkami mułowców ilastych laminowanych poziomo. W heterolitach widoczne typowe struktury falisto-soczewkowe i poziome, a także deformacje plastyczne, upad 1–2°; 1,2 m — piaskowce drobnoziarniste jasnoszare w spągowej części różowoszare, wapniste ale mniej twarde niż wyżej, bez allochemów. W piaskowcach szarych laminacja bardzo słabo widoczna, pozioma, w różowych lepiej — przekątna małej skali. W obrębie piaskowców kilka wkładek grubości 5–20 cm heterolitów piaskowcowo-mułowcowych ze strukturami depozycyjnymi i deformacyjnymi opisanymi wyżej
- 1857,0–1865,0 6,6 m rdzenia; 1,8 m — kontynuacja osadów z odcinka leżącego powyżej tj. 1855,8–1857,0; 3,0 m — osad typu heterolitu mułowcowo-piaskowcowego bądź piaskowcowo-mułowcowego, brunatno różowy z nielicznymi wkładkami piaskowców grubości 0,5–1 cm warstwowanych riplemarkowo. W piaskowcach liczne intraklasty mułowcowe o średnicy do 3 cm; 0,5 m — mułowce ilaste szare, bezwapniste z poziomymi lub lekko falistymi laminami mułowcowymi, w spągu zdeformowane; 0,5 m — piaskowce drobnoziarniste różowo szare, wapniste, warstwowane przekątnie w dużej i małej skali z dużą ilością intraklastów iłowcowo-mułowcowych o średnicy do 4 cm a spągu odcinka, oraz w dolnych partiach zestawów, warstwowane; 0,3 m — mułowce brunatne laminowane poziomo z 5 cm wkładką piaskowców drobnoziarnistych laminowanych poziomo i riplemarkowo. W piaskowcach mogą być drobne intraklasty, upad 3–5°; 0,5 m — piaskowce drobnoziarniste różowo szare, wapniste, twarde laminowane przekątnie w dużej i małej skali. Zawierają dość liczne drobne, ale i większe, do 1,5 cm intraklasty. W większych owalnych występują żyłki i skupienia siarczanów
- 1865,0–1870,0 mułowce i mułowce ilaste brunatne, rzadziej brunatnoszare, nieliczne okruchy jasnych piaskowców drobnoziarnistych różowych i szarych
1865,0–1887,0 — próbki okruchowe

IND

Pstry piaskowiec dolny

Formacja z Zagnańska (1870,0–2182,0 m; miąższość 312,0 m)

- 1870,0–1874,0 mułowce i mułowce ilaste ciemnobrunatne i czarne oraz piaskowce drobnoziarniste różowobrunatne. (UWAGA! ciemna barwa na okruchach wydaje się pochodzić od zanieczyszczeń płuczki)
- 1874,0–1887,0 piaskowce drobnoziarniste, różowe i różowoszare
- 1887,0–1895,0 8 m rdzenia: 1,0 m — piaskowce drobnoziarniste jasnoszare z różowymi plamami, słabo wapniste, w spągu z drobnymi intraklastami ilastymi, laminowane przekątnie w dużej i małej skali, mniej związane od wyżej leżących, porowate; 0,9 m — piaskowce drobno- i średnioziarniste, różowe, bardzo słabo wapniste, laminowane przekątnie — zestawy dużej i małej skali, rynnowe. W spągu zestawów obecne są intraklasty iłowców. W stropie około 20 cm występują piaskowce drobnoziarniste, mułkowe, laminowane poziomo i faliście; 2,1 m — piaskowce średnio- i drobnoziarniste różowe z zielonymi plamami, bezwapniste, laminowane przekątnie w dużej i małej skali. Na głęb. 1990,1–1990,8 m pojawiają się w piaskowcach wkładki brunatnych mułowców laminowanych niewyraźnie poziomo, rzadko są to warstewki

o warstwowaniu smużysto-soczewkowym z deformacjami, upad 1–3°; 0,5 m — mułowce ilaste brunatne, przewarstwiane piaskowcami drobnoziarnistymi, różowymi. Laminacja pozioma i przekątna małej skali, czasem falisto-soczewkowa; 0,5 m — piaskowce drobnoziarniste przechodzące w średnioziarniste, różowe. W spagu duże nagromadzenie intraklastów iłowcowych o średnicy do 2 cm — ostrokrawędziste. Laminacja przekątna w zestawach dużej i małej skali; 2,0 m — piaskowce drobno- i średnioziarniste różowe, bardzo słabo wapniste, laminacja przekątna w dużej i małej skali; w obrębie piaskowców występują przewarstwienia mułowców brunatnych grubości do 10 cm; 0,45 m — piaskowce średnioziarniste różowe z intraklastami oraz piaskowce drobnoziarniste, laminowane poziomo a także przekątnie; 0,40 m — mułowce brunatne z wkładkami piaskowców drobnoziarnistych ciemnoróżowych, liczne struktury deformacyjne; 0,15 — piaskowce drobnoziarniste różowe z licznymi intraklastami, laminowane poziomo i przekątnie w małej skali

- 1895,0–1904,0 9 m rdzenia: 3,0 m — piaskowce średnioziarniste szaroróżowe, bezwapniste, przechodzą kilkakrotnie w piaskowce drobnoziarniste i mułkowe czerwonoszare. W piaskowcach średnioziarnistych duża ilość płaskich, drobnych intraklastów iłowców. Laminowane przekątnie w zestawach dużej i małej skali, zmarszczkowo i poziomo w partiach mułkowych; 2,0 m — piaskowce drobno- i średnioziarniste czerwobrunatne, bezwapniste, partiami bardzo słabo wapniste, ogólnie mniej zwięzłe od leżących wyżej, bardziej porowate. Drobno- i średnioziarniste występują w formie przekładających się zestawów i wielozestawów. Jest to warstwowanie przekątne dużej skali, ale także małej, rynnowe i riplemarkowe. Na głębokości 1898,9 m, w obrębie 5 cm warstwy piaskowców gruboziarnistych, występuje duże nagromadzenie okruchów szarych iłowców; 1,15 m — piaskowce średnio- i gruboziarniste rzadziej drobnoziarniste różowe, bardzo słabo wapniste, z dużą ilością intraklastów iłowcowo-mułowcowych z kilkunastocentymetrowymi wkładkami mułowców lub mułowców ilastych. W sposobie następstwa osadów wyróżniają się 4 cykle sedymentacyjne: dwa proste i dwa symetryczne. Piaskowce warstwowane są przekątnie w dużej i małej skali rynnowo, a także laminowane poziomo. W mułowcach wykształcona jest laminacja pozioma i riplemarkowa. Obserwowano tu deformacje w formie pograżów i szczelin z wysychania, upad 5°; 2,85 m — piaskowce drobnoziarniste czerwonoróżowe, bardzo słabo wapniste, laminowane poziomo i przekątnie, dość monotonicznie wykształcone w całym odcinku, tylko na głęb. 1902,4–1902,6 m występują intraklasty iłowcowe. Na głębokości 1902,9–1903,0 i 1903,1–1903,2 m w piaskowcach duże ilości łyszczyków
- 1904,0–1919,0 piaskowce drobno- i średnioziarniste czerwobrunatne i różowe, oraz nieliczne okruchy mułowców brunatnych — *próbki okruchowe*
- 1919,0–1928,0 9 m rdzenia — piaskowce średnio- i drobnoziarniste różowe i różowoszare, bardzo słabo wapniste z wkładkami mułowców ilastych bądź piaszczystych. Osady układają się w profilu w sposób uporządkowany tworząc 5 prostych cykli sedymentacyjnych grubości 0,6–3,0 m (dwa są niepełne z powodu fragmentarycznego rdzeniowania). Pełne cykle, po granicy erozyjnej, rozpoczynają się piaskowcami średnio- i gruboziarnistymi z dużym udziałem brunatnych iłowców i mułowców (wielkości do 4 cm), na długości 15–30 cm, wyżej przechodzą w piaskowce średnio/drobnoziarniste a te z kolei w drobnoziarniste i mułowce w stropie cyklu. Piaskowce warstwowane są przekątnie w dużej i małej skali — rynnowo, częsta jest także laminacja pozioma, szczególnie w piaskowcach drobnoziarnistych. Mułowce, zazwyczaj z laminami piaszczystymi w niższych partiach wkładek, laminowane są poziomo i przekątnie — typu riplemarków. Upad warstw 4–5°
- 1928,0–1948,0 piaskowce drobno- i średnioziarniste różowe oraz brunatne mułowce piaszczyste — *próbki okruchowe*
- 1948,0–1950,0 1 m rdzenia — piaskowce zlepieńcowate, grubo- i średnioziarniste przechodzące w drobnoziarniste i mułowce. Odcinek rdzenia reprezentuje fragmenty dwu prostych cykli sedymentacyjnych. W piaskowcach grubych frakcji duża ilość intraklastów iłowców
- 1950,0–1962,0 piaskowce o różnym uziarnieniu, najczęściej drobnoziarniste różowe i różowoszare oraz brunatne mułowce — *próbki okruchowe*
- 1962,0–1972,0 10 m rdzenia — piaskowce o zróżnicowanym uziarnieniu, od gruboziarnistych, zlepieńcowatych przez średnio- do drobnoziarnistych, różowe i różowoszare, miejscami wapniste z cienkimi wkładkami mułowców bądź mułowców ilastych brunatnych. Osady tworzą w profilu szereg frakcjonowanych cykli sedymentacyjnych. Są to najczęściej cykle proste z reguły niepełne, ale i nieregularne. W piaskowcach gruboziarnistych leżących u podstawy cykli występuje bardzo duża ilość intraklastów iłowcowo-mułowcowych o zróżnicowanych wielkościach, czasem przekraczających średnicę rdzeni. Piaskowce drobnoziarniste i mułowce zawierają znaczne ilości łyszczyków. Struktury sedymentacyjne wykształcone w osadach to głównie warstwowanie przekątnie dużo i małoskalowe, rynnowe z prostym

rozkładem uziarnienia w poszczególnych zestawach. W mułowcach występuje najczęściej laminacja pozioma i riplemarkowa

- 1972,0–1982,0 3,8 m rdzenia — piaskowce grubo-, średnio- i drobnoziarniste z wkładkami mułowców, różowe i różowoszare. Osady wykształcone jak w opisanym wyżej odcinku
- 1982,0–2000,0 piaskowce drobno- i średnioziarniste różowe i różowoszare, nieliczne okruchy brunatnych mułowców — *próbki okruchowe*
- 2000,0–2009,0 8 m rdzenia: 0,8 m — piaskowce średnioziarniste różowe, warstwowane przekątnie w dużej skali, rynnowo, w przyspągowej partii z udziałem intraklastów iłowców o średnicy do 4 cm. W górze interwału ok. 10 cm piaskowców drobnoziarnistych i mułowców łyszczkowych brunatnych, laminowanych poziomo i przekątnie w małej skali. Upad 6–7°; 7,2 m — piaskowce średnioziarniste ciemnoróżowe, miejscami bardzo słabo wapniste z nielicznymi wkładkami piaskowców drobno- i gruboziarnistych grubości 10–15 cm. Osady są dość jednorodnie wykształcone w całym odcinku, warstwowane przekątnie w dużej i małej skali. Najczęstsza grubość zestawów 3–6 cm, w piaskowcach drobnoziarnistych występuje również laminacja pozioma. Na głębokości 2002,3–2003,4 m oraz 2007,0–2007,3 m obecne są spływowe zaburzenia laminacji
- 2009,0–2032,0 piaskowce średnioziarniste ciemnoróżowe, rzadziej piaskowce drobnoziarniste o ciemniejszej barwie — *próbki okruchowe*
- 2032,0–2041,0 7,7 m rdzenia — piaskowce średnioziarniste ciemnoróżowe, bezwapniste, z wkładkami piaskowców drobnoziarnistych różowobrunatnych o grubości 10–20 cm maksymalnie 60 cm, w piaskowcach średnioziarnistych występuje głównie warstwowanie wielkoskalowe z laminacją przekątną niskokątową, rzadko pojawiają się zestawy 3–4 cm. Laminacja jest ogólnie słabo widoczna. Drobnoziarniste partie laminowane są poziomo i przekątnie w małej skali. Upad 3–6°
- 2041,0–2069,0 piaskowce średnio- i drobnoziarniste ciemnoróżowe i różowo brunatne, rzadko mułowce brunatne, łyszczkowe — *próbki okruchowe*
- 2069,0–2078,0 9 m rdzenia — piaskowce średnioziarniste ciemnoróżowe z wkładkami piaskowców drobnoziarnistych, mułkowych, z dużą zawartością łyszczków. Wkładki drobnoziarniste (6) mają grubość 3–15 cm rozmieszczone są równomiernie, erozyjnie odgraniczone, laminacja pozioma z przejściami do falistej, smużystej i przekątnej małej skali. Piaskowce średnioziarniste laminowane są przekątnie w zestawach średniej i małej skali. W pojedynczych zestawach lub wielozestawach trafiają się wydłużone intraklasty iłowców. Upad 3–4°
- 2078,0–2093,0 piaskowce średnio- i drobnoziarniste ciemnoróżowe, sporadycznie mułowce brunatne — *próbki okruchowe*
- 2093,0–2103,0 9 m rdzenia — piaskowce średnio- i drobnoziarniste ciemnoróżowe, miejscami bardzo słabo wapniste. W obrębie odcinka zaznaczają się 3 proste cykle sedymentacyjne oddzielone granicami erozyjnymi. W dolnych częściach cykli, w piaskowcach średnioziarnistych występują domieszki ziarn grubszych i zlepieńcowych o średnicy do 1 cm, skały krzemionkowe, oraz intraklasty mułowcowe. W piaskowcach średnioziarnistych wykształcona jest laminacja przekątna, rynnowa, w zestawach małej i dużej skali bardzo dobrze widoczna
- 2103,0–2117,0 piaskowce średnio- i drobnoziarniste, rzadko gruboziarniste, ciemnoróżowe — *próbki okruchowe*
- 2117,0–2127,0 10 m rdzenia — piaskowce średnioziarniste z przejściami do drobnoziarnistych, partiami z domieszką ziarn grubszych i intraklastów iłowcowo-mułowcowych, ciemnoróżowe, bezwapniste lub bardzo słabo wapniste. W obrębie odcinka zaznacza się nieregularna cykliczność następstwa osadów. Ze struktur sedymentacyjnych wyróżnia się przede wszystkim warstwowanie przekątne dużej skali, tabularne i rynnowe oraz poziome
- 2127,0–2142,0 piaskowce średnio i drobnoziarniste różowe — *próbki okruchowe*
- 2142,0–2147,0 3,7 m rdzenia — piaskowce średnioziarniste różowe, bezwapniste, laminowane przekątnie w dużej skali i poziomo, w środkowej części odcinka przechodzą w piaskowce drobnoziarniste o ciemniejszej barwie, a w samym spągu w gruboziarniste, różowe
- 2147,0–2149,0 piaskowce średnio- i drobnoziarniste różowe, sporadycznie iłowce i mułowce brunatne — *próbki okruchowe*

- 2149,0–2159,0 10 m rdzenia: 6,8 m — piaskowce grubo- i średnioziarniste, o ciągłych przejściach między sobą, różowe, bardzo słabo wapniste, laminowane przekątnie, głównie w zestawach rynnowych dużej skali, rzadkie zestawy małoskalowe. W poszczególnych zestawach znaczne nagromadzenia intraklastów iłowcowo-mułowcowych o średnicy do 8 cm oraz domieszka ziarn psefitowych — kwarcie — o średnicy do 0,5 cm i litoklasty krzemionkowe o średnicy do 0,3 cm; 1,7 m — piaskowce drobno- i średnioziarniste różowe z słabo widoczną laminacją przekątną w dużej skali. W spągu około 20 cm domieszka pyłowego materiału łyszczykowego; 1,5 m — piaskowce średnio- i gruboziarniste jasnoróżowe, bardzo słabo wapniste, laminowane przekątnie w zestawach dużej skali. W spągu poszczególnych zestawów obecne wydłużone intraklasty iłowców o średnicy 3 cm, których ilość rośnie relatywnie ku dołowi oraz pojawiają się ziarna kwarcu o średnicy do 3 cm. W całości plamiste, punktowe odbarwienia seledynowoszare
- 2159,0–2168,0 piaskowce średnioziarniste, rzadziej drobno- i gruboziarniste jasnoszare, sporadycznie mułowce brunatne — *próbki okruchowe*
- 2168,0–2178,0 9 m rdzenia — piaskowce średnio- i gruboziarniste z domieszką ziarn psefitowych, piaskowce średnio- i drobnoziarniste, rzadko mułkowe, w barwach od jasnoróżowej do różowobrunatnej. Osady wykazują pewną cykliczność rozmieszczenia w profilu. Są to cykle proste, ale nieregularne. W piaskowcach grubszych frakcji występują intraklasty, a także domieszka ziarn zlepieńcowych o średnicy do 0,4 cm. Warstwowane są przekątnie w dużej skali, najczęściej rynnowo, grubość zestawów 5–15 cm. Piaskowce drobnoziarniste laminowane są poziomo i przekątnie w dużej skali
- 2178,0–2182,0 piaskowce średnio- grubo i drobnoziarniste różowe, rzadko mułowce brunatne
2178,0–2184,0 — *próbki okruchowe*
- Formacja z Opczna (2182,0–2223,0 m; miąższość 41,0 m)
- 2182,0–2184,0 piaskowce drobno- i średnioziarniste, w partiach drobnoziarnistych duża zawartość drobnych łyszczyków
- 2184,0–2194,0 10 m rdzenia: 2,5 m — piaskowce średnio- i drobnoziarniste jasno- i ciemnoróżowe, lekko wapniste. Cechą charakterystyczną osadów jest duża zawartość drobnych łyszczyków układających się w laminy lub równomiernie rozmieszczonych w tle. W piaskowcach średnioziarnistych występują ponadto intraklasty brunatnych iłowców, których ilość relatywnie wzrasta ku spągowi odcinka. Struktury depozycyjne to warstwowanie przekątne dużej i małej skali oraz laminacja pozioma; 3,8 m — piaskowce drobnoziarniste ciemnoróżowe, słabo wapniste z wkładkami brunatnych iłowców i mułowców łyszczykowych. Przejścia między osadami są stopniowe lub erozyjne ze szczelinami z wysychania i udziałem intraklastów w nadległych piaskowcach. Piaskowce są bardzo gęsto laminowane poziomo i przekątnie w dużej skali, niskokątowo. W partiach mułkowych występuje laminacja riplemarkowa, pozioma, falista i smużysta; 0,2 m — piaskowce średnioziarniste jasnoszare, słabo wapniste, laminowane przekątnie w zestawach dużej i małej skali. W przyspągowej części występuje domieszka brunatnych ooidów; 2,0 m — piaskowce drobnoziarniste szaroróżowe, słabo wapniste, gęsto laminowane. Jest to głównie laminacja pozioma i przekątna dużej skali, niskokątowa, ale występuje też kilka zestawów małej skali. W całości obecne są pojedynczo rozsiane brunatne ooidy. W stropie odcinka na długości 25 cm występują brunatne mułowce piaszczyste, łyszczykowe, laminowane faliście, smużyście i poziomo; 1,5 m — mułowce, mułowce ilaste, piaszczyste i margliste, brunatne i brunatno-zielono-rdzawe. Osady występują w formie przewarstwiających się pakietów o zróżnicowanej litologii. W stropowej części zaznacza się laminacja pozioma nieciągła i dość drobna oddzielność łupkowa, niżej pojawia się również falista i rzadko falisto-soczewkowa. W samym spągu widoczne konwolutive zaburzenia laminacji
- 2194,0–2209,0 mułowce, mułowce ilaste, iłowce margliste brunatnoszare i szare — *próbki okruchowe*
- 2209,0–2219,0 9 m rdzenia — mułowce i iłowce brunatnoszare i szare, miejscami piaszczyste bądź margliste. Osady wykształcone są w formie heterolitu tj. naprzemianległych warstewek zróżnicowanych uziarnieniem, zawartością materiału ilastego, węglanowego i barwą. Niektóre warstewki można uznać za wapienie margliste bądź piaszczyste z udziałem ziarnistego materiału węglanowego. Grubość warstewek 1–10 cm najczęściej 1,5–5 cm. Do głębokości 2215,0 m barwy osadów są brunatnoszare niżej tylko szare w różnych odcieniach. Struktury sedymentacyjne to najczęściej laminacja pozioma, lekko falista, ale odcinkami występuje też smużysto-soczewkowa. W całości notowane są zaburzenia laminacji związane z pogrążami i bioturbacjami, a także nieliczne szczeliny synerezyjne
- 2219,0–2223,0 mułowce i iłowce margliste szare i brunatne
2219,0–2234,0 — *próbki okruchowe*

P E R M

PERM GÓRNY

CZANGSING

Cechsztyń

Stropowa seria terygeniczna PZt (2223,0–2335,7 m; miąższość 112,7 m)

- 2223,0–2234,0 iłowce i mułowce brunatne
- 2234,0–2244,0 10 m rdzenia — mułowce wapniste i piaszczyste brunatne o smużystej laminacji, liczne bioturbacje i pojedyncze szczeliny z wysychania. W całym odcinku zmienne ilości drobnych (do 1 cm) gruzełków różowego anhydrytu. Upad 0–5°
- 2244,0–2247,0 3 m rdzenia: 0,95 m — mułowce brunatne bezstrukturalne z gruzełkami anhydrytu jw.; 0,95 m — szare piaskowce drobnoziarniste, wapniste, w górnej części rdzenia o skośnej a w dolnej o poziomej, równoległej laminacji; 1,1 m — mułowce wapniste brunatne, odcinkami piaszczyste, bezstrukturalne z licznymi (0,3–1 cm) gruzełkami anhydrytu
- 2247,0–2257,0 10 m rdzenia — mułowce wapniste brunatne i brunatnoszare, bezstrukturalne, piaszczyste o niewyraźnej skośnej laminacji z cienkimi (do 5 cm) wkładkami drobnoziarnistych piaskowców mułkowych. Widoczne bioturbacje i liczne gruzełki różowego anhydrytu
- 2257,0–2266,0 9 m rdzenia — mułowce wapniste brunatne, z nieregularnymi smugami brunatnoszarych i zielonoszarych mułowców piaszczystych, widoczne bioturbacje, poziome nagromadzenia niewielkich (0,5–5 cm) kongrecji anhydrytowych oraz cienkie 1–3 mm laminki ciemnobrunatnych iłowców
- 2266,0–2285,0 iłowce brunatne, szare, zwięzłe — *próbki okruchowe*
- 2285,0–2295,0 9,5 m rdzenia — mułowce wapniste brunatne, bezstrukturalne i mułowce piaszczyste szarobrunatne o zmiennej laminacji: smużystej, równoległej i soczewkowo-smużystej. Na całym odcinku widoczne bioturbacje i zmienne ilości gniazdowo-soczewkowych skupień szarych anhydrytów
- 2295,0–2308,0 mułowce i iłowce szare i brunatne — *próbki okruchowe*
- 2308,0–2318,0 5,6 m rdzenia: 3,4 m — mułowce wapniste brunatne, bezstrukturalne, odcinkami impregnowane drobnymi gruzełkami (2–10 mm) szarych anhydrytów; 2,2 m — mułowce szare i brunatne, bezstrukturalne ze smugami brunatnych iłowców i wkładkami szarych anhydrytów, w spągu o wyraźnej, poziomej, lekko falistej laminacji
- 2318,0–2332,0 iłowce i mułowce szare — *próbki okruchowe*
- 2332,0–2342,0 4 m rdzenia: 2,9 m — mułowce wapniste brunatne z pojedynczymi soczewkami szarych anhydrytów, w spągu z wkładkami szarych mułowców anhydrytowych; 0,8 m — mułowce brunatne i szare, bezwapniste z licznymi kongrecjami i nieregularnymi smugami szarych anhydrytów o smużysto-falistej, silnie zaburzonej laminacji

Cyklotem czwarty PZ4 (2335,7–2382,9 m; miąższość 47,2 m)**Anhydryt graniczny A4g (2335,7–2336,0 m; miąższość 0,3 m)**

0,3 m — anhydryty krystaliczne szare, chmurkowe, w stropie z fragmentami brunatnych mułowców

Najmłodsza sól kamienna Na4a (2336,0–2368,25 m; miąższość 22,25 m)

2342,0–2355,0 sól kamienna białoszara — *próbki okruchowe*

2355,0–2364,0 9 m rdzenia: 3,25 m — sól kamienna biała, grubokrystaliczna (5–10 mm), przeźroczysta z pojedynczymi smugami ciemnej substancji ilasto-anhydrytovej. W spągu sól jest szara i nieprzeźroczysta o drobniejszych kryształach. Upad 8°

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

- Anhydryt pegmatytowy A4a (2358,25–2358,8 m; miąższość 0,55 m)
0,55 m — anhydryty ciemnoszare, prawie czarne, z licznymi rozproszonymi kryształkami soli. W anhydrytach widoczna laminacja — w stropie pozioma, w spągu zaburzona krystalizacją soli
- Sól podścielająca Na4ao (2358,8–2360,3 m; miąższość 1,5 m)
1,5 m — sól kamienna biała z drobnymi smużkami anhydrytów w stropie. W spągu sól różowa o splaszczonych kryształach ze smugą czerwobrunatnego iłowca. Upad 20°
- Czerwony ił solny T4a (2360,3–2382,9 m; miąższość 22,6 m)
3,7 m — iłowce i mułowce brunatne i brunatnoszare z szarymi odbarwieniami. Smugowe nagromadzenia drobnych (2 mm–2 cm) konkrecji szarych anhydrytów, bezstrukturalnych lub o niewyraźnej smużystej laminacji, miejscami o oddzielności płytkowej. Upad 0–3°
- 2364,0–2373,0 9 m rdzenia — iłowce i mułowce brunatne i brunatnoszare o smużystej, rzadziej równoległej, laminacji, odcinkami o milimetrowej łupkowej oddzielności, liczne bioturbacje, w stropie szare konkrecje anhydrytowe (4–10 cm)
- 2373,0–2382,0 9 m rdzenia — mułowce i iłowce brunatne jw. z laminacją smużystą, odcinkami równoległą, niewielką ilością drobnych do 0,5 cm gruzełków anhydrytowych
- 2382,0–2391,0 7 m rdzenia: 0,9 m — iłowce i mułowce jw. z konkrecjami anhydrytowymi do 5 cm średnicy

Cyklotem trzeci PZ3 (2382,9–2479,5 m; miąższość 96,6 m)

- Młodsza sól kamienna Na3 (2382,9–2479,5 m; miąższość 96,6 m)
0,1 m — anhydryty szare z silnie zaburzonymi beżowymi smugami ilastymi zawierającymi liczne kryształki soli kamienne; 1,5 m — sól kamienna różowa, w spągu grubokrystaliczna z niewielką domieszką anhydrytu, upad ok. 12°; 1,0 m — mułowce i iłowce brunatne, w stropie o lekko falistej laminacji, niżej bezstrukturalne z licznymi żyłkami i gniazdami różowej soli, w spągu — o charakterze brekcji iłowcowo-mułowcowej z solą kamienną; 3,5 — sól kamienna szaroróżowa i szara, grubokrystaliczna, witrażowa o kryształach dochodzących do kilku cm. Niewielka domieszka anhydrytów i substancji ilastej występuje w formie wyraźnych smug o stromatolitowej, silnie zaburzonej laminacji
- 2391,0–2479,5 sól kamienna białoszara i białoróżowa
2391,0–2525,0 m — próbki okruchowe

Cyklotem czwarty PZ4 (2479,5–2505,0 m; miąższość 25,5 m)

- Anhydryt pegmatytowy A4a (2479,5–2480,0 m; miąższość 0,5 m)
Sól podścielająca Na4ao (2480,0–2481,0 m; miąższość 1 m)
Czerwony ił solny T4a (2481,0–2505,0 m; miąższość 24,0 m)
2479,5–2505,0 iłowce słabo zwięzłe

Cyklotem trzeci PZ3 (2505,0–2609,4 m; miąższość 104,4 m)

- Młodsza sól kamienna Na3 (2505,0–2586,0 m; miąższość 81,0 m)
2505,0–2525,0 sól kamienna białoróżowa
2525,0–2531,0 1,7 m rdzenia — sól kamienna szara i różowa, grubokrystaliczna z niewielką domieszką rozproszonej substancji ilastej oraz pojedynczymi konkrecjami (do kilkunastu cm) szarego anhydrytu
2531,0–2537,0 anhydryt szary i ciemnoszary — próbki okruchowe
2537,0–2547,0 10 m rdzenia: 2,3 m — anhydryty smużyste szare i ciemnoszare, upad 45–50° w stropie i 36–40° w spągu, granica tektoniczna — uskok; 7,7 m — sól kamienna szara, białoróżowa, przezroczysta, średnio/grubokrystaliczna, witrażowa. W obrębie soli nieregularne gniazda (od 3 do 5 cm) szarych anhydrytów
2547,0–2552,0 sól kamienna przezroczysta, anhydryt szary, iłowiec — próbki okruchowe
2552,0–2561,0 9 m rdzenia: 1,4 m — anhydryty szare i ciemnoszare, odcinkami plamiste z nieregularnymi gniazdami przezroczystej soli kamiennej, upad 25–40°; 1,3 m — sól kamienna grubokrystaliczna szara ze strzępami i smugami ciemnoszarego anhydrytu; 5,3 m — anhydryty szare i ciemnoszare z wrostkami i gniazdami białej, białoszarej, średnio- i grubokrystalicznej soli kamiennej, w dolnej części chmurkowe z widoczną lekko falistą laminacją, upad 26°; 1,0 m — sól kamienna białoszara i szara z niewielką domieszką szarego anhydrytu, upad 15–20°

- 2561,0–2570,0 9 m rdzenia — sól kamienna szara i białoszara, średnio- i grubokrystaliczna (3–15 mm) o spłaszczo-
nych kryształach, witrażowa, miejscami z niewielką zawartością anhydrytu
- 2570,0–2586,0 sól kamienna jasnoszara — *próbki okruchowe*

WUCZAPING

- Anhydryt główny A3 (2586,0–2605,5 m; miąższość 19,5 m)
- 2586,0–2595,0 8,6 m rdzenia — anhydryty szare, gruzełkowe miejscami chmurkowe i smugowo-gruzłowe
- 2595,0–2609,0 anhydryty szare i ciemnoszare, okruchy szarych iłowców — *próbki okruchowe*
- Dolomit płytowy Ca3 i szary ił solny T3 (2605,5–2609,4 m; miąższość 3,9 m)
- 2609,0–2619,0 10 m rdzenia: 0,4 m — iłowce szare ze słabo widoczną laminacją soczewkową, z licznymi kongrecjami
szarych anhydrytów (2–5 cm). W całym odcinku widoczne wprysnięcia i gniazda (do 2 mm) i cienkie
(do 2 mm grubości) laminki pirytu podkreślające laminację

Cyklotem drugi PZ2 (2609,4–2652,7 m; miąższość 43,3 m)

- Anhydryt kryjący A2r (2609,4–2612,2 m; miąższość 2,8 m)
2,8 m — anhydryty gruzłowe białoszare z licznymi wkładkami i smugami ilasto-dolomitycznymi, miej-
scami przechodzą w silnie zailone dolomity z licznymi gruzłami anhydrytowymi
- Anhydryt podstawowy A2 (2612,2–2618,2 m; miąższość 6,0 m)
6,0 m — anhydryty ciemnoszare plamiste i warstwowane, masywne, w spągu z niewielką domieszką
beżowej substancji ilasto-dolomitycznej
- Dolomit główny Ca2 (2618,2–2662,7 m; miąższość 34,5 m)
0,2 m — dolomity masywne ciemnoszare ze smugami i laminami białych anhydrytów; 0,6 m — dolo-
mity zbite ciemnoszare, masywne, w spągu wykazujące niewielką porowatość i spękania zabliźnione
białą solą kamienną
- 2619,0–2628,0 9 m rdzenia: 4,3 m — dolomity szare i beżowe z ciemnoszarymi falistymi smugami ilasto-bitumiczny-
mi grubości 1–3 mm, z drobnymi (do 1 mm) wprysnięciami siarczanów. W dolomitach widoczna
zmienna porowatość, laminy beżowe są silniej porowate. Liczne różnokierunkowe spękania są często
zabliźnione solą kamienną; 4,2 m — dolomity szarobeżowe plamiste, gruzłowe, z ciemnoszarymi ila-
stymi smugami falistymi, odcinkami silnie porowate. Od 2625,0 m pojawiają się poziome szwy styloli-
towe. W całym odcinku widoczne drobne wprysnięcia siarczanowe, liczne spękania zabliźnione są
przeźroczystą solą kamienną; 0,5 m — dolomity masywne beżowszare, jednorodne, z wprysnięciami
siarczanów
- 2628,0–2637,0 9 m rdzenia: 1,6 m — dolomity masywne beżowszare, jednorodne, z wprysnięciami siarczanów, lic-
nymi szwami stylolitowymi i spękaniem zabliźnionymi solą kamienną; 5,3 m — dolomity masywne
beżowszare z cienkimi (1 mm do 1 cm), nieregularnymi smugami ilasto-bitumicznymi, spękania
i szwy stylolitowe zabliźnione solą kamienną, w całym odcinku widoczna niewielka porowatość; 2,1 m
— dolomity szarobeżowe z rozproszoną substancją ilasto-bitumiczną (plamiste) z liczną, silnie prze-
krystalizowaną mikrofauną, nadal widoczna niewielka, nieregularna porowatość i liczne spękania czę-
ściowo zabliźnione solą kamienną
- 2637,0–2646,0 9 m rdzenia: 2,5 m — dolomity szarobeżowe z licznymi czarnymi smugami ilasto-bitumicznymi, wi-
doczna porowatość i spękania; 6,5 m — dolomity masywne szare, ciemnoszare i czarne, bitumiczne
z silnie przekrystalizowanymi szczątkami fauny (ramienionogi, małże, ślimaki). W dolomitach widocz-
ne faliste poziome oddzielności pokryte czarną substancją ilastą. Nieliczne pionowe żyły wypełnione są
białym dolomitem i anhydrytem lub anhydrytem z solą. Pojawiają się nieliczne wprysnięcia (do 1 mm)
i gniazda (3–5 mm) pirytu, upad 5–8°
- 2646,0–2655,0 9 m rdzenia: 3,3 m — dolomity zailone ciemnoszare i czarne o falistej i poziomej oddzielności, z poje-
dynczymi szczątkami fauny, widoczne poziome (do 2 cm grubości) żyły soli kamiennej i cieńsze,
białego dolomitu, pojedyncze szwy stylolitowe. Piryty tworzą pojedyncze gniazda i soczewki do 5 mm
i zastępuje szczątki organiczne; 2,4 m — dolomity beżowszare i ciemnoszare z wprysnięciami (1–3
mm) jasnoszarego anhydrytu, widoczna nieregularna porowatość; 0,25 m — dolomity ziarniste be-
żowszare, słabo porowate; 0,75 m — dolomity plamiste beżowe i ciemnoszare, o niewyraźnej lekko
falistej laminacji, w stropie z mikrofauną. Liczne nieregularne spękania wypełnione substancją ila-

sto-bitumiczną z siarczanami i solą kamienną, w spągu z nieregularnymi gniazdami anhydrytu. Granica z leżącymi niżej anhydrytami pod kątem 16–18°

Cyklotem pierwszy PZ1 (2652,7–2984,3 m; miąższość 331,6 m)

- Anhydryt górny A1g (2652,7–2729,0 m; miąższość 76,3 m)
0,9 m — anhydryty drobnokrystaliczne szare i niebieskawo szare, w stropie z cienkimi (5–20 mm) smużkami beżowoszarych dolomitów, granica spągowa pod kątem 20°; 0,9 m — dolomity szare i beżowoszare z soczewkami i gniazdami anhydrytu; 0,5 m — anhydryty drobnokrystaliczne szare, szaroniebieskie
- 2655,0–2703,0 anhydryty drobnokrystaliczne szare — *próbki okruchowe*
- 2703,0–2704,0 1 m rdzenia — anhydryty oczkowe szare, szaroniebieskie, ku spągowi z licznymi czarnymi ilastymi smugami
- 2704,0–2729,0 anhydryty drobnokrystaliczne szare
2704,0–2777,0 m — *próbki okruchowe*
- Najstarsza sól kamienna Na1 (2729,0–2804,0 m; miąższość 75,0 m)
- 2729,0–2777,0 sól jasnoszara i jasnoróżowa
- 2777,0–2782,0 5 m rdzenia — anhydryty beżowe o poziomej, lekko falistej laminacji, z nieregularnymi smugami ilastymi białoszarymi, w spągu układającymi się pod kątem 30°
- 2782,0–2804,0 sól kamienna
2782,0–2807,0 m — *próbki okruchowe*
- Anhydryt dolny A1d (2804,0–2971,0 m; miąższość 167,1 m)
- 2804,0–2807,0 anhydryt jasnoszary
- 2807,0–2815,0 7,6 m rdzenia: 5,5 m — anhydryty gruzłowe szaroniebieskie z nieregularnymi ciemnoszarymi smugami węglanowo-ilastymi; 1,9 m — anhydryty szare i ciemnoszare, oczkowe i warstwowo-oczkowe z dużą domieszką dolomitów szarobeżowych, w spągu laminacja typu stromatolitowego
- 2815,0–2825,0 anhydryty jasnoszare, drobnokrystaliczne, zwarte — *próbki okruchowe*
- 2825,0–2833,0 7 m rdzenia — anhydryty gruzłowo-oczkowe niebieskawoszare z lekko falistymi ciemnoszarymi smugami ilasto-dolomitycznymi, bitumicznymi o grubości do 5 mm
- 2833,0–2843,0 anhydryty jasnoszare drobnokrystaliczne, zbite, zwarte — *próbki okruchowe*
- 2843,0–2851,0 7 m rdzenia — anhydryty szare i ciemnoszare z nieregularnymi falistymi smugami ilasto-bitumicznymi
- 2851,0–2860,0 9 m rdzenia — anhydryty gruzłowo-soczewkowe, szare z ciemnoszarymi, falistymi laminami ilasto-bitumicznymi
- 2860,0–2869,0 9 m rdzenia — anhydryty gruzłowo-soczewkowe ciemnoszare
- 2869,0–2878,0 9 m rdzenia — anhydryty gruzłowo-soczewkowe ciemnoszare
- 2878,0–2887,0 9 m rdzenia: 6,0 m — anhydryty gruzłowo-soczewkowe ciemnoszare jw.; 3,0 m — anhydryty mozaikowe szare z domieszką dolomitową, w spągu w formie smug pod kątem 20°
- 2887,0–2897,0 9 m rdzenia: 0,5 m — anhydryty mozaikowe szare jw.; 8,5 m — anhydryty gruzłowo-soczewkowe szare i ciemnoszare
- 2897,0–2906,0 9 m rdzenia — anhydryty szare i niebieskawoszare, warstwowo-mozaikowe, upad 0–15°
- 2906,0–2915,0 9 m rdzenia — anhydryty gruzłowe ciemnoszare z laminami ilasto-bitumiczno-dolomitowymi
- 2915,0–2924,0 9 m rdzenia — anhydryty mozaikowe szare przeławicane anhydrytami ciemnoszarymi warstwowanymi, o zaburzonej laminacji
- 2924,0–2933,0 9 m rdzenia — anhydryty gruzłowo-soczewkowe ciemnoszare, przeławicane jasnoszarymi anhydrytami masywnymi, zrekrystalizowanymi
- 2933,0–2942,0 8,5 m rdzenia: 2,0 m — anhydryty mozaikowe i smużysto-gruzłowe jasnoszare; 6,5 m — szare anhydryty laminowane, smużyste i gruzłowo-soczewkowe

- 2942,0–2951,0 2,4 m rdzenia — anhydryty laminowane ciemnoszare z cienkimi przeławiczeniami jasnoszarych anhydrytów mozaikowych
- 2951,0–2960,0 9 m rdzenia: 2,3 m — anhydryty szare, gruzelkowe z nieregularnymi szarymi smugami ilasto-dolomitycznymi; 0,5 m — anhydryty szare, laminowane z wkładkami dolomitów o poziomej równoległej laminacji; 6,2 m — anhydryty szare, mozaikowe i gruzłowo-soczewkowe z licznymi ciemnymi smugami ilasto-dolomitowymi, z pojedynczymi wkładkami dolomitów szarych o poziomej milimetrowej laminacji
- 2960,0–2969,0 9 m rdzenia: 1,0 m — anhydryty szare z wkładkami i smugami dolomitów szarych; 2,0 m — anhydryty mozaikowe szare z licznymi ciemnoszarymi smugami ilastymi; 2,2 m — anhydryty gruzelkowe szare i dolomity beżowoszare z nodulami (do 10 cm) białego krystalicznego anhydrytu, w górnej części o wyraźnym poziomym ułożeniu, a w dolnej pod zmiennym kątem — od 20 do 60°; 3,8 m — naprzemianległe anhydryty szare oraz beżowe dolomity i dolomity ilaste o lekko falistych strukturach
- 2969,0–2978,0 9 m rdzenia: 2,0 m — anhydryty szare z wkładkami dolomitów beżowoszarych w formie skośnych smug, nieciągłych, nieregularnych strzępów a w spągu jako kilku-, kilkunastocentymetrowe okruchy. Granica z wapieniem cechsztyńskim falista
- Wapień cechsztyński Ca1 (2971,0–2982,3 m; miąższość 11,3 m)**
0,5 m — wapień szary o równoległej milimetrowej laminacji, w spągu grubszej, równoległo-falistej. Laminacja pod kątem ok. 15°; 0,3 m — wapień ciemne brązowoszare, ziarniste, grudkowe z lekko falistymi smugami ilastymi. Obfita mineralizacja pirytowo-sfalerytowa; 3,4 m — wapień (ku spągowi dolomityczne) brązowoszare z drobnymi wprysnięciami anhydrytu, niewyraźna smużysta laminacja, pojedyncze szwy stylolitowe, liczne pionowe i skośne żyły anhydrytowe i halitowe o grubości 1–2 cm z pojedynczymi gniazdami pirytu (do 1 cm). W spągowej części widoczna dość obfita mineralizacja pirytowo-sfalerytowa; 2,8 m — wapień szary i ciemnoszary bezstrukturalny z pojedynczymi falistymi czarnymi (ilastymi) laminkami (do 1,5 mm). Wapień są silnie spękane kostkowo i użylone białym dolomitom, anhydrytem, barytem z wprysnięciami i soczewkami pirytu wielkości do 5 mm
- 2978,0–2987,0 9 m rdzenia; 3,5 m — wapień szary i ciemnoszary bezstrukturalny, silnie spękany i użylony, z wprysnięciami i gniazdami pirytu jw.; 0,8 m — wapień ciemnoszary o niewyraźnej smużystej laminacji, gruzłowy w spągu z licznym rozproszonym pirytem. Upad 20°
- Łupek miedzionośny T1 (2982,3–2983,6 m; miąższość 1,3 m)**
1,3 m — wapień bitumiczny czarny o równoległej milimetrowej laminacji, w dolnej części skośnej, w małej skali (zmarszczkowej — riplemarki poniżej 1 cm). Mineralizacja siarczkowa, obfita w spągu malejąca ku górze, reprezentowana jest przez piryt, galenę i sfaleryt. W spągu widoczne również drobne szczątki zwęglonej flory. Granica z niżej leżącymi piaskowcami ostra, upad 24°
- Poziom transgresywny Zp1 (2983,6–2984,3 m; miąższość 0,7 m)**
0,7 m — piaskowce wapieniste szare, w górnej części średnio/drobnoziarniste z rozproszoną substancją węglistą i rozproszonym pirytem, w niższej części piaskowce grubo- i różnoziarniste z domieszką karbońskich litoklastów szarych iłowców i różowych piaskowców arkozowych. W dolnej i górnej części widoczne bioturbacje

Zdzisław MIGASZEWSKI¹, Halina ŻAKOWA

KARBON

KARBON DOLNY

TURNIEJ GÓRNY–WIZEN DOLNY(?)
(2984,3–3055,0 m; miąższość 70,7 m)

- 0,2 m — łupki ilaste (pelitowo-aleurytowe), szare, laminowane, w spągu pocięte żyłkami kalcyto-wo-hematytowymi, szczątki makroflory; 2,5 m — szarogłazy arkozowo-lityczne, drobnoziarniste, strefowo zlepieńcowate, brunatnoszare, sporadycznie jasnoszare, upad 20°
- 2987,0–2995,0 8 m rdzenia: 1,2 m — szarogłazy arkozowo-lityczne drobnoziarniste, strefowo zlepieńcowate, na głębokości 2987,35 m z pojedynczymi okruchami szarogłazów i łupków ilastych o średnicy do 4 cm, brunatnoszare, sporadycznie jasnoszare, upad 20°; 0,35 m — łupki ilaste, ciemnoszare z przerostami szarogłazów arkozowo-litycznych, drobnoziarnistych, brunatnoszarych, strefowo pocięte żyłkami kal-

¹ Akademia Świętokrzyska, ul. Żeromskiego 51, 25-369 Kielce

- cytowo-hematytowymi, upad 30°; 0,70 m — szarogłazy arkozowo-lityczne drobnoziarniste o wzrastającej gradacji uziarnienia ku spągowi, z pojedynczymi okruchami łupków ilastych o różnym stopniu obtoczenia, średnicy do 2 cm, szarobrunatnawe; 0,45 m — łupki ilaste szarobrunatne, strefowo szarozielone w partii stropowej z laminami mułowcowo-piaszczystymi typu szarogłazowego, upad 30°; 1,80 m — łupki ilaste, szarobrunatno-szarozielone, z przewarstwieniami szarogłazów arkozowo-litycznych, szarobrunatnych, drobnoziarnistych, upad 80°; 1,80 m — szarogłazy arkozowo-lityczne drobnoziarniste, szarobrunatne, z laminami i okruchami łupków ilastych szarozielonych, upad 80°; 0,30 m — łupki ilaste szarozielone, laminowane, upad 55–60°; 1,4 m — szarogłazy arkozowo-lityczne drobnoziarniste, szarobrunatne, strefowo pocięte żyłkami kalcytowymi grubości do 2 cm oraz żyłkami hematytowymi, upad 30°
- 2995,0–3004,0 7 m rdzenia: 0,8 m — szarogłazy arkozowo-lityczne, drobnoziarniste, ciemnoszare; 0,7 m — łupki ilaste ciemnoszare z przerostami mułowcowo-piaszczystymi typu szarogłazowego; 0,6 m — szarogłazy arkozowo-lityczne drobnoziarniste, ciemnoszare; 1,4 m — łupki ilaste ciemnoszare, partiami zielonkawoszare, upad 80–90°; 0,4 m — szarogłazy arkozowo-lityczne drobnoziarniste, szarobrunatne z przerostami łupków ilastych zielonoszarych, strefowo pocięte żyłkami kalcytowymi; 1,3 m — szarogłazy arkozowo-lityczne średnio/różnoziarniste, szare, z przerostami łupków ilastych szarych, partiami ciemnoszarych lub czarnych, upad 30°; 1,0 m — szarogłazy arkozowo-lityczne różnoziarniste, szare, z okruchami łupków ilastych wiśniowych; 0,3 m — łupki ilaste ciemnoszare; 2,5 m — szarogłazy arkozowo-lityczne drobnoziarniste, szare i ciemnoszare
- 3004,0–3012,0 6 m rdzenia: 0,9 m — szarogłazy arkozowo-lityczne drobnoziarniste, szare i ciemnoszare, w strefie spągowej pocięte żyłkami hematytowymi; 1,3 m — szarogłazy arkozowo-lityczne średnioziarniste, zielonkawoszare, rytmicznie przewarstwiane ciemnoszarymi łupkami ilastymi. Na zerodowanych powierzchniach stropowych łupków występują szarogłazy o stopniowo zmniejszającym się ku stropowi uziarnieniu, upad 90°; 1,2 m — łupki ilaste ciemnoszare z laminami mułowcowo-piaszczystymi typu szarogłazowego barwy szarej i jasnoszarej, strefowo pocięte żyłkami kalcytowymi, upad 90°; 2,2 m — szarogłazy arkozowo-lityczne drobnoziarniste, ciemnoszare, strefowo laminowane, sporadycznie pocięte żyłkami kalcytowymi, w spągu z 5 cm wkładką ciemnoszarych łupków ilastych; 1,1 m — szarogłazy arkozowo-lityczne średnioziarniste, ku spągowi gruboziarniste, szare, partiami szarobrunatne; 0,7 m — szarogłazy arkozowo-lityczne średnio/gruboziarniste, szarobrunatne, z przewarstwieniami łupków ilastych szarych, zielonoszarych i ciemnoszarych, pociętych żyłkami kalcytowymi
- 3012,0–3019,0 7 m rdzenia: 0,4 m — łupki ilaste ciemnoszare, laminowane; 1,3 m — szarogłazy arkozowo-lityczne, drobnoziarniste, ku spągowi różnoziarniste, szare; 0,3 m — łupki ilaste ciemnoszare z pojedynczymi laminami; 1,0 m — szarogłazy arkozowo-lityczne różnoziarniste, szarobrunatne. Na głębokości 3014,5–3014,7 m występują fragmenty łupków ilastych, upad 28–30°; 0,2 m — łupki ilaste ciemnoszare w partii stropowej z nieregularnymi, zaburzonymi przerostami szarogłazów arkozowo-litycznych drobnoziarnistych, szarych; 0,8 m — szarogłazy arkozowo-lityczne średnioziarniste, strefowo zlepieńcowate, zielonoszare; 0,5 m — łupki ilaste ciemnoszare, z przerostami szarogłazów arkozowo-litycznych średnioziarnistych, zielonoszarych, szczątki makroflory; 1,8 m — szarogłazy arkozowo-lityczne drobno- i średnioziarniste, ku spągowi różnoziarniste, szarobrunatne; 0,7 m — łupki ilaste ciemnoszare z nieregularnymi przerostami szarogłazów arkozowo-litycznych drobnoziarnistych, szarych, łupki są silnie zlustrowane, szczątki makroflory
- 3019,0–3028,0 9 m rdzenia: 1,0 m — szarogłazy arkozowo-lityczne średnio- i gruboziarniste, seledynowoszare z pojedynczymi ostrokrawędzistymi okruchami ciemnoszarych łupków ilastych i szarogłazów arkozowo-litycznych drobnoziarnistych, szarych, upad 35°; 3,1 m — szarogłazy arkozowo-lityczne średnioziarniste, zielonkawoszare, strefowo (3021,3–3021,4; 3022,2; 3022,65; 3022,9 m) z przerostami łupków ilastych ciemnoszarych, szczątki makroflory; 0,3 m — łupki ilaste ciemnoszare, ku stropowi z przerostami szarogłazów arkozowo-litycznych średnio- i gruboziarnistych, zielonoszarych. W obrębie opisanych szarogłazów występują wydłużone, ostrokrawędziste fragmenty łupków, upad 30°, szczątki makroflory; 0,6 m — szarogłazy arkozowo-lityczne średnioziarniste, zielonkawoszare z pojedynczymi ostrokrawędzistymi okruchami łupków ilastych ciemnoszarych o średnicy do kilku cm. Na głęb. 3023,8 m występuje 1 cm grubości wkładka łupku ilastego ciemnoszarego; 0,5 m — szarogłazy arkozowo-lityczne średnioziarniste, zielonkawoszare, pocięte żyłkami kalcytowymi; 0,9 m — łupki ilasto-krzemionkowe ciemnoszare z przerostami szarogłazów arkozowo-litycznych drobnoziarnistych, w stropie gruboziarnistych, seledynowoszarych, pocięte żyłkami kalcytowymi, szczątki makroflory; 2,6 m — szarogłazy arkozowo-lityczne średnioziarniste, seledynowoszare, strefowo (3026,9–3027,0; 3027,3 m) z okruchami łupków ilastych ciemnoszarych

- 3028,0–3037,0 7 m rdzenia: 4,6 m — szarogłazy arkozowo-lityczne różnoziarniste, seledynowoszare, strefowo z przewarstwieniami oraz ostrokrawędzistymi i półobtoczonymi okruchami łupków ilastych ciemnoszarych, natomiast w spągu z okruchami szarogłazów arkozowo-litycznych drobnoziarnistych, szarych. Skały przecinają żyłki kalcytowe. Upad 35°; 2,1 m — łupki ilaste ciemnoszare, laminowane, w stropie z przerostami szarogłazów arkozowo-litycznych drobno- i różnoziarnistych, brunatnoszarych; 2,3 m — szarogłazy arkozowo-lityczne różnoziarniste, szarobrunatne, strefowo pocięte żyłkami hematytowo-kalcytowymi
- 3037,0–3041,0 piaskowce szarogłazowe z wkładkami mułowców ciemnoszarych — *próbki okruchowe*
- 3041,0–3046,0 4,5 m rdzenia: 0,7 m — szarogłazy arkozowo-lityczne jw.; 0,3 m — łupki ilaste ciemnoszare; 0,2 m — szarogłazy arkozowo-lityczne drobno- i średnioziarniste, w spągu gruboziarniste, zielonoszare; 0,5 m — łupki ilaste ciemnoszare z drobnymi laminami mułowców; 0,3 m — szarogłazy arkozowo-lityczne jw., pocięte licznymi żyłkami kalcytowymi; 1,3 m — szarogłazy arkozowo-lityczne drobno- i średnioziarniste z pojedynczymi okruchami łupków ilastych o średnicy do 2 cm, brunatnoszare, partiami (okruchy) ciemnoszare, strefowo pocięte żyłkami kalcytu; 0,4 m — łupki ilaste ciemnoszare, strefowo laminowane, z przerostami mułowcowo-piaszczystymi typu szarogłazowego, szczątki makroflory; 0,3 m — szarogłazy arkozowo-lityczne drobno- i średnioziarniste, zielonoszare; 1,0 m — łupki ilaste ciemnoszare z przerostami mułowcowo-piaszczystymi typu szarogłazowego, szczątki makroflory
- 3046,0–3055,0 9 m rdzenia: 3,0 m — szarogłazy arkozowo-lityczne średnio- i gruboziarniste, w spągu i stropie z przerostami drobnoziarnistymi, ciemnoszare, strefowo pocięte żyłkami kalcytowo-hematytowymi; 3,0 m — szarogłazy arkozowo-lityczne drobnoziarniste, ciemnoszare w części stropowej z nielicznymi okruchami łupków ilastych ciemnoszarych, w spągu z licznymi laminami ilastymi, szczątki makroflory; 2,0 m — szarogłazy arkozowo-lityczne drobnoziarniste, zielonkawoszare, z przerostami łupków ilastych ciemnoszarych, upad 20°; 1,0 m — szarogłazy arkozowo-lityczne drobnoziarniste, zielonkawoszare.

WYNIKI BADAŃ LITOLOGICZNYCH I STRATYGRAFICZNYCH

Określenia pozycji stratygraficznej osadów w profilu otworu Opoczno PIG 2 dokonano głównie na podstawie kryteriów litostratygraficznych i biostratygraficznych wykorzystując również wyniki badań geofizycznych. Badania litofacjalne obejmujące szczegółowe profilowanie litologiczno-sedymentologiczne rdzenia wiertniczego uzupełniono badaniami petrograficznymi, mikroskopowym i chemicznymi, które przeliczono na zawartość węglanów i siarczanów (Radlicz, 1974). Odmiany mikrolitofacjalne określono stosując klasyfikację Dotta, zmodyfikowaną przez Pettijona i in. (1972) dla piaskowców, oraz podziały Dunhama (1962) i Folka (1959) dla skał węglanowych, uwzględniając zmiany zaproponowane również przez Jaworowskiego (1987) w „Kanonie najczęstszych skał osadowych”. Opis tekstowy wykonanych badań dokumentują wyniki przedstawione w tabelach 1, 2A–2D oraz załącznikach graficznych — zał , fig. 3 i 4.

Na podstawie zreinterpretowanych wyników badań geofizycznych i uzupełniających badań litofacjalnych, mikrolitofacjalnych i biostratygraficznych dokonano, w stosunku do profilu stratygraficznego przedstawionego w „Dokumentacji wynikowej otworu Opoczno PIG 2” (1993), weryfikacji granic głównych jednostek — przede wszystkim w profilu triasu i jury — oraz zaproponowano podział na jednostki litostratygraficzne niższego rzędu zgodnie z przyjmowanymi obecnie podziałami (Polskie zasady stratygraficzne, 2006) .

CHARAKTERYSTYKA LITOLOGICZNA

Zdzisław MIGASZEWSKI¹

KARBON DOLNY

Profil karbonu w otworze Opoczno PIG 2, o miąższości pozornej 70,7 m, uzyskano w interwale 2984,3–3055,0 m. Na podstawie wstępnych wyników badań został on zaliczony do westfalu (Żakowa, 1995). Według najnowszych badań palinostratygraficznych osady karbonu w otworze Opoczno PIG 2 zostały zaliczone do najwyższego turneju/dolnego wizenu (E. Turnau w: Kowalczewski, 2000). Reprezentowany jest przez szarogłazy arkozowo-lityczne oraz łupki ilaste (pelitowo-aleurytowe). Wymienione litotypy tworzą przewarstwienia o miąższości do kilku metrów. Upad warstw wynosi około 20–30°, odcinkami dochodząc do 80–90°.

Szarogłazy posiadają barwę brunatnoszarą i występują w postaci odmian drobno- do gruboziarnistych, sporadycznie zlepieńcowatych. W obrębie poszczególnych ławic obserwuje się często warstwowanie frakcjonalne — o zmniejszającej się ku stropowi gradacji uziarnienia. Szarogłazy gruboziarniste spoczywają bezpośrednio na łupkach ilastych i zawierają niekiedy słabo obtoczone fragmenty łupków.

W obrazie mikroskopowym składniki terygeniczne są reprezentowane przez kwarc, skalenie potasowe, skały krzemionkowe, ilasto-krzemionkowe, niekiedy diabazy oraz sporadycznie przez bioklasty kalcytowe, łyszczyki jasne i fosforany.

Kwarc wykształcony jest w postaci ziarn półobtoczonych, rzadziej słabo obtoczonych, o prostym i falistym wygaszeniu światła. Ziarna skaleni są słabo obtoczone i wykazują różny stopień kalcytyzacji (aż do pseudomorfoz kalcytu po skaleniach włącznie), strefowo kaolinizacji. Na szczególną uwagę zasługują skały krzemionkowe ujawniające dobry stopień obtoczenia, mikrostrukturę afanitową aż do drobnokrystalicznej włącznie oraz mikroteksturę pseudomozaikową, niekiedy koncentryczną (pseudoooidową). Skały magmowe są reprezentowane przez diabazy i lamporfiry?, zbudowane z różnie zorientowanych ta-

¹ Akademia Świętokrzyska, ul. Żeromskiego 51, 25-369 Kielce

bliczek plagioklazów (niekiedy skaleni potasowych?), w interstycjach których występują uwodnione tlenki i wodorotlenki żelaza oraz inne nieoznaczone produkty przeobrażeń. Ziarna diabazów tworzą na ogół formy słabo obtoczone.

Spoivo jest przeważnie typu kontaktowego, krzemionkowe afanitowo-krytokrystaliczne, z domieszką minerałów ilastych, detrytusu terygenicznego frakcji poniżej 0,03 mm oraz składników nieprzeźroczystych (pirytu, uwodnionych tlenków i wodorotlenków żelaza oraz zwitrynizowanych fragmentów roślin).

W składzie petrograficznym szarogłazów zwraca uwagę wysoka zawartość (po ok. 20%) skaleni i jednocześnie skał krzemionkowych oraz bimodalny rozkład ich obtoczenia (słaby w skaleniach i dobry w skałach krzemionkowych). Powyższe cechy petrograficzne oraz lokalnie duża koncentracja ziarn skał magmowych, nie spotykana w obrębie szarogłazów wizeńskich Gór Świętokrzyskich, sugerują inny wiek badanych szarogłazów. Dodatkowo, obecność warstwowania frakcjonowanego w obrębie licznych ławic wskazuje na redepozycyjny charakter (produkty prądów zawieszinowych) tych osadów.

Łupki ilaste posiadają barwę szarą z ciemnoszarymi i wiśniowobrunatnymi smugami, strefowo z przerostami mułowców i szarogłazów arkozowo-litycznych. Odcinkami notuje się nagromadzenia zwęglonych odcisków kalamitów z widocznymi wiązkami oraz detrytusu nieoznaczalnej zwęglonej flory.


W obrazie mikroskopowym tło skalne stanowi agregat minerałów ilastych o podwyższonych barwach interferencyjnych (illitu) oraz domieszki rozproszonej substancji organiczno-żelazistej (zwitrynizowanych fragmentów roślin, pirytu oraz uwodnionych tlenków i wodorotlenków żelaza). W ilościach śladowych występują skupienia dolomitu i fosforanów.

Opisane łupki ilaste reprezentują pierwotny osad deponowany *in situ* w obrębie dość głębokiego basenu. Według najnowszych badań wykonanych przez Jaworowskiego (2002), opisane osady (pseudoflisz) zostały zdeponowane w zbiorniku morskim na klastycznym zboczu, częściowo na dnie zbiornika. Piaskowce reprezentują debryty i turbidyty. Źródłem opisanych osadów było wyniesienie peryferyczne zlokalizowane w obrębie kratonu wschodnioeuropejskiego.

PERM GÓRNY

Stanisława ZBROJA¹

CECHSZTYN

Podział cyklotemowy cechsztynu wykonano opierając się o prace Wagnera (1988, 1994), Wagnera i in. (1978) — [załączniki](#)  [figura 3](#).

Osady permu górnego — cechsztynu występują na głębokości 2223,0–2984,3 m. Były one, z wyjątkiem poziomów solnych, w dużym stopniu rdzeniowane. W 100% przerdzeniowane zostały dwa poziomy węglanowe Ca1 i Ca2, anhydryty PZ2 i czerwony il solny T4 oraz prawie całe anhydryty dolne pierwszego cyklotemu (A1d). Utwory cechsztynu rozpoczynają się bardzo cienkim 0,7 m pakietem piaskowców, które początkowo zaliczane były do czerwonego spagowica (Zbroja, 1993), a następnie określone jako warstwa transgresywna Zp1 (Kiersnowski, 1997).

W osadach cechsztynu wyróżniono 4 cyklotemy. Pełne wykształcenie sedymentacyjne (od węglanów po sole) i dużą miąższość mają dwa cyklotemy PZ1 i PZ3. Drugi cyklotem, podobnie jak w otworze Nieświn PIG1 (Kowalczewski, 1991; Zbroja, 1991b, c, 1997) jest zredukowany, z dobrze rozwiniętym członem węglanowym, małą miąższością siarczanów i brakiem soli. Czwartym cyklotem reprezentowany jest przez czerwony il solny przykryty solami kamiennymi subcyklotemu PZ4a. Sedymentacja cechsztynu kończy ponad 100 m kompleks osadów mułowcowo-piaskowcowych stropowej serii terygenicznego (Zbroja, 1994).

Cyklotem pierwszy PZ1

Cyklotem pierwszy ma największą miąższość — 331,6 m i reprezentowany jest przez wszystkie człony litofacjalne (węglany, siarczany, sole). Rozpoczyna się warstwą transgresywną Zp1, która przechodzi w łupkę miedzionośny (T1) i poziom wapienia cechsztyńskiego (Ca1) wykształcony jako wapienie i dolomity. Bardzo dużą miąższość (167,1 m) mają dolne anhydryty (A1d), mniejszą (76,3 m) anhydryty górne (A1g) przy wyraźnie zredukowanej miąższości soli (Na1) — 75 m.

Osady **warstwy transgresywnej Zp1** występujące na głębokości 2983,6–2984,3 m wykształcone są jako szare piaskowce różnoziarniste, zlepieńcowate.

W całym odcinku, ale w większym stopniu w dolnej części, spotykane są zwykle ostrokrawędziste okruchy czarnych łupków i szaroróżowych piaskowców karbońskich (wielkości do 2 x 5 cm) oraz drobnych (1–2 mm), dobrze obtoczonych, białych i szarych kwarców.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

Wielkość materiału ziarnowego, poza wyżej opisanymi okruchami, waha się od 0,05 do 0,7 mm. Mineralogicznie jest on bardzo zróżnicowany. Poza dominującym kwarcem licznie spotykane są: krystaliczne skały krzemionkowe, łupki ilaste i ilasto-krzemionkowe, diabazy, skalenie potasowe i plagioklasy oraz nieliczne sparytowe wapienie i dolomity. Mają one różny stopień obtoczenia, od bardzo dobrze i dobrze obtoczonych (część kwarcu, skały krzemionkowe i diabazy) do średnio i słabo obtoczonych (kwarc, skalenie, plagioklasy i łupki ilaste). Skalenie często są zmienione — zchlorytowane lub skalcytowane. W stropowej części pojawiają się pojedyncze blaszki muskowitu i hydromik.

Spoiwo, w którym tkwią źle wysortowane ziarna, pierwotnie ilaste (illitowe) typu matriks w dużym stopniu zastępowane jest przez sparytowy cement. W stropowej części, w kalcyt, pojawiają się pojedyncze kryształki anhydrytu.

Badania chemiczne, jak i mikroskopowe potwierdzają dość dużą, dochodzącą do 30% zawartość węglanów (kalcyt, w małym stopniu dolomit) i 2% anhydrytu (tab. 1).

W całym przedziale spotykane są drobne, około 0,01 mm, kryształki pirytu. Większe ich nagromadzenia występują w stropie, przy granicy z łupkami, gdzie miejscami zastępują spoiwo. Chemicznie oznaczono tu 1,90% FeS₂ (tab. 1).

Występujące na głębokości 2982,3–2983,6 m (miąższości 1,3 m) wapienie o teksturze łupkowej mają cechy odpowiadające poziomowi **łupka miedzionośnego T1**. Mikrofacjalnie są to czarne wapienie bitumiczne o milimetrowej równoległej laminacji, w spągowym odcinku (0,2 m) bardzo drobno falistej. Przy granicy spągowej widoczne niewielkie od 0,2 x 2 mm do 1 x 15 mm soczewki zwęglonych szczątków flory (szczegółowe badania substancji organicznej podano w dalszej części opracowania).

Wydzielenie zbudowane jest z naprzemianległych lamin bitumicznych i sparytowych. Grubość lamin bitumicznych wyraźnie maleje ku górze, od 1 mm na granicy spągowej przez 0,4–0,1 mm do 0,1–0,01 mm w części stropowej. Lamin sparytowe mają silnie zatartą przez rekrytalizację pierwotną strukturę. Ich grubość waha się od 0,1 mm w niższej części do 0,2–0,4 mm w stropie. Spotykane są w nich pojedyncze anhydrytowe pseudomorfozy po sparycie. W niewielkich ilościach, szczególnie w wyższej części, występują grudki mikrytowe i owalne sparytowe oczka — prawdopodobnie po przekrytalizowanej mikrofaunie.

W opisywanych utworach zawartość części nierozpuszczalnych waha się od 12,16 do 26,28%. Reprezentowane są, poza bituminami, przez drobne do 0,06 mm ostrokrawędziste ziarna kwarcu, blaszki muskowitu, hydromiki i liczne kryształki siarczanów (tab. 1, 2A). W całym poziomie łupka widoczna jest mineralizacja kruszcowa, bogatsza w spągu, w formie impregnacji pirytowych (0,1–0,3 mm), rzadziej sfalerytowych, podkreślających laminację skały.

Wapień cechsztyński Ca1 o miąższości 11,3 m reprezentowany jest przez wapienie i wapienie dolomityczne bezstrukturalne, w spągu wyraźnie zapiaszczone, w niższej części z bioklastami, w stropie laminowane.

Wydzielenie rozpoczyna się cienką (0,8 m) warstwą ciemnoszarych wapieni o niewyraźnej smużystej laminacji i drobnymi (1–3 mm) gniazdami oraz krótkimi (1–10 mm grubości) żyłkami białego kalcytu. W wapieniach mikrytowych typu madstonów spotykana jest w niewielkich ilościach mikrofauna (otwornice, małżoraczki). Silne, rosnące ku górze zapiaszczenie składa się głównie z ostrokrawędzistych (często skorodowanych) drobnych do 0,6 mm ziarenek kwarcu, licznych blaszek muskowitu i hydromik. Rzadziej spotykane są tutaj okruchy dolosparytów i sparytów, sporadycznie plagioklazów. Widoczna jest również rozproszona mineralizacja siarczkowa tworząca w spągu wapieni niewielkie smugi i soczewki.

Zapiaszczenie manifestuje się również w analizach chemicznych dużą (27–42%) zawartością części nierozpuszczalnych (tab. 1).

Powyżej, na odcinku 6,3 m występują szare i ciemnoszare masywne wapienie bezstrukturalne z pojedynczymi, lekko faliistymi, ilasto-bitumicznymi laminkami do 1,5 mm grubości. W stropie są słabo dolomityczne. Są one silnie, kostkowo, spękane i użyłone białym dolomitem, kalcytem i anhydrytem. W całym odcinku widoczne są drobne (do 1 mm) kryształki pirytu.

Wapienie mikrytowe w spągu zawierają bogatą mikrofaunę — wakstony, które ku górze przechodzą w madstony. W stropowej części rekrytalizacja (mikrosparyty i sparyty) zaciera pierwotną strukturę. Pojawiają się dolosparyty z kryształami anhydrytów rozproszonymi w masie mikrosparytowej. W całym odcinku widoczne niewielkie, nierównomierne zapiaszczenie reprezentowane przez kwarc, muskowit i hydromiki (tab. 2A). Dość liczne szwy stylolitowe wypełnione są substancją ilasto-bitumiczną z ziarnami kwarcu i blaszkami muskowitu. Nierównomierne rozproszenie w skale substancji niewęglanowej potwierdzają analizy chemiczne, gdzie zawartość części nierozpuszczalnych waha się od 2,75 do 16,11% wag. (tab. 1).

Wyżej leży pakiet dość jednolitych wapieni, wapieni dolomitycznych i dolomitów o miąższości 3,4 m z wprysnięciami anhydrytu (tab. 1). Skała wykazuje niewyraźną smużystą laminację, w spągu wyrażoną pojedynczymi czarnymi smużkami ilasto-bitumicznymi o grubości 1–2 mm. Liczne pionowe i skośne żyłki (od 1 mm do 2 cm) składają się głównie z anhydrytu, dolosparytu, halitu i rzadziej sparytu. Spotykane są w nich kryształki i gniazda (do 1 cm) pirytu. Są to zrekrystalizowane dolomikrosparyty (0,01–0,05 mm), a w sąsiedztwie kłaczkowatych smug ilasto-bitumicznych, dolomikryty. W niższej części w masie dolomikrosparytowej spotykane są nieliczne owalne formy dolosparytowe, prawdopodobnie po przekrytalizowanej mikrofaunie. Ku stropowi, miejscami, przechodzą w drobne sparyty z reliktywnymi kryształami dolosparytów. W całym odcinku są liczne również anhydryty w formie drobno- i średniokrystalicznych gniazd, rozrastających się w obrębie węglanów. Zawartość ich dochodzi do 15–18,6% CaSO₄ (tab. 1).

Leżąca wyżej cienka (0,3 m) wkładka to brązowoszare wapienie dolomityczne o mikrostrukturze grudkowej, wyrażonej zaokrąglonymi od 0,5 do 2 cm grudkami węglanowymi i gniazdami anhydrytu. Owalne formy sparytowe zawierające idio-

morficze kryształki dolosparytu, tkwią w masie dolosparytowej. Pierwotna struktura zaburzona jest dość dużą ilością nieregularnych gniazd anhydrytowych. Spotykana jest tu mineralizacja siarczkowa w formie drobnych impregnacji pirytowych i sfalerytowych.

Wapień cechsztyński kończy się 0,5 m pakietem szarych wapieni dolomitycznych, laminowanych. W obrębie wapieni (0,5–2 cm) pojawiają się równoległe, milimetrowe, czarne laminki przechodzące ku spągowi w słabo faliste. Podobnie jak w poprzednich odcinkach i te wapienie są użylone białym kalcytem i dolomitom. Są to całkowicie zrekrytalizowane sparyty i dolosparyty z rozrastającymi się w ich obrębie nieregularnymi gniazdami anhydrytowymi. Zawartość anhydrytu dochodzi do 27,6% wag. (tab. 1).

Sekwencja skał węglanowych poziomów łupka miedzionośnego i wapienia cechsztyńskiego wskazuje na sedymentację na obszarze otwartego basenu. Zmiany głębokości morza podczas sedymentacji T1 i Ca1 określane przez Peryta (1984) widoczne są również w opisywanym profilu. Początkowo osadzają się laminowane, silnie bitumiczne osady, wskazujące na tworzenie się w strefie anaerobowej. Stopniowo zmniejszająca się ilość i grubość lamin bitumicznych świadczy o spłyceciu zbiornika lub obniżeniu się podstawy falowania i lepszym przewietrzeniu wód. Wakstony i madstony zapiaszczone i zailone rozpoczynające sedymentację wapienia cechsztyńskiego wskazują na dalsze spłycecie środowiska. Stopniowe zmniejszanie a następnie brak zapiaszczenia i osadzanie się madstonów z bardzo ubogimi szczątkami organicznymi to rezultat pogłębienia zbiornika. O ponownym spłyceciu pod koniec sedymentacji wapienia cechsztyńskiego świadczy tworzenie się wapieni grudkowych i częściowa dolomityzacja spotykana w górnej części osadów tego poziomu.

Anhydryt dolny A1d ma dużą miąższość — 167,0 m, która jest zbliżona do miąższości tego wydzielenia w odwierconych na tym samym obszarze otworach Studzianna IG 2 i Przysucha 1 (Kuleta i in., 1995; Zbroja, 1997). A1d reprezentowany jest przez anhydryty gruzłowe, gruzłowo-mozaikowe, masywne, laminowane i warstwowane.

Rozpoczyna się 30-metrowym pakietem szarych anhydrytów warstwowanych i laminowanych, przechodzących miejscami w mozaikowe. Zawierają one liczne wkładki i nieregularne smugi (od 0,5 do 3 cm) dolomitów o milimetrowej, poziomej laminacji. Zawartość węglanów (głównie dolomitu) w próbkach z tego odcinka waha się od 0,3 do 9% (tab. 1).

Anhydryty są zwykle drobnokrystaliczne (do 0,2 mm), rzadziej średniokrystaliczne (0,2–0,7 mm) mozaikowe. W ich obrębie licznie występują duże lamelkowe kryształy wielkości przeważnie 0,2x1 cm, często o wachlarzowym ułożeniu. W obrębie anhydrytów występują smugi dolosparytów ziarnistych (o zaokrąglonych formach), rzadko zailonych, często są to pojedyncze ziarna dolosparytowe rozproszone w obrębie anhydrytu. Grubsze, kilkumilimetrowe czy centymetrowe, wkładki dolosparytowe są miejscami zailone, przekrytalizowane i nieczytelne. W ich obrębie widoczne są gniazda siarczanowe zwykle o wachlarzowej i wachlarzowo-promienistej budowie.

Następnie, na długości 82 m, występują dość jednolite szare i jasnoszare gruzłowo-soczewkowe anhydryty, w obrębie których występują nieregularne, faliste, czarne smugi ilasto-bitumiczne i dolomitowo-bitumiczne. Zróżnicowanie polega na grubości i częstotliwości występowania czarnych smug. Skała ma charakter gruzłowy, gruzłowo-soczewkowy, miejscami z grubszymi przewarstwieniami jednolitych, jasnoszarych, masywnych anhydrytów mozaikowych, które są najczęściej drobno- (0,05–0,2 mm) rzadziej średniokrystaliczne (0,2–0,7 mm), bezładne. W ich obrębie występują wydłużone, lamelkowe (0,1x1 mm) kryształy, często układające się w wachlarzowe formy, rzadziej kryształy tabliczkowe (1–2 mm). Występujące w anhydrytach węglany to najczęściej dolosparyty o zaokrąglonych ziarnistych kryształach, tworzących nieciągłe, nieregularne smugi. Czasem są to zailone dolomikrosparyty. W niewielkich ilościach spotykana jest substancja bitumiczna (zwykle z zailonymi dolomikrytami). Zawartości węglanów i substancji ilastej są niewielkie i nie przekraczają odpowiednio: 3 i 1,3% wag. (tab. 1).

Powyżej anhydrytów gruzłowo-soczewkowych występuje pakiet przekrytalizowanych szarych i ciemnoszarych, masywnych, smugowanych anhydrytów w górnej części o gruzłowym charakterze. Nadal są one drobno- i średniokrystaliczne z większymi lamelkowymi kryształami. Częściej jednak widoczne są tabliczkowe kryształy różnej wielkości od 0,2x0,5 mm do 0,5x3 mm. Widoczne w większych ilościach węglany tworzą wyraźniejsze, faliste, zaburzone smugi, złożone z zailonych dolomikrytów i dolosparytów. W stropowej części zbudowane są z okruców anhydrytowych wielkości od 0,5 do 10 mm, tkwiących w dolomikrytowo-ilasto-anhydrytowej masie. Skała ma charakter mikrobrecji anhydrytowej. Wyraźnie wyższe zawartości substancji niesiarczanowej to 9,5% węglanów i 7,5% części nierozpuszczalnych (tab. 1).

Duża, przekraczająca 160 m, miąższość anhydrytu dolnego wskazuje na utworzenie się na tym obszarze platformy anhydrytowej. Osadzające się początkowo anhydryty gruzłowe z dużą domieszką węglanów świadczą o stosunkowo płytkim środowisku. Występujące wyżej anhydryty gruzłowo-soczewkowe, obejmujące przeważającą część profilu A1d, powstały w nieco głębszym środowisku, prawdopodobnie na skłonie platformy. Wyraźne spłycecie stropowej części A1d manifestuje się utworami okrucowymi, w tym brekcji anhydrytowej oraz wyraźnym podwyższeniem zawartości dolomitów (9%) i części nierozpuszczalnych (7,5% — substancja ilasta) (tab. 1). Szczegółową charakterystykę ewaporatów z otworu Opoczno PIG 2 opracowała Kasprzyk (Kasprzyk i in., 1997).

Utwory **najstarszej soli kamiennej Na1** występujące na odcinku 2729,0–2804,0 m (granice z anhydrytem dolnym wyznaczono na podstawie geofizycznych badań karotażowych) przewiercone zostały praktycznie bezrdzeniowo. Jedyne odcińki (2777,0–2782,0 m) rdzeniowane objął występującą w obrębie soli wkładkę anhydrytową określaną jako anhydryt środkowy (Kasprzyk i in., 1997). Są to jasnobezowe anhydryty, w spągu gruzłowe a wyżej o poziomych, falistych i silnie zabu-

rzonych, jaśniejszych smugach. Zbudowane są z mikrokryształicznego anhydrytu (najczęściej poniżej 0,01 mm) z domieszką nieoznaczalnego pelitu ilastego. Miejscami są silnie zaburzone. W ich obrębie widoczne są agregaty kryształów anhydrytowych różnej wielkości od 0,05 do 0,7 mm oraz pojedyncze kryształy do 5–6 mm długości. Są to prawdopodobnie pseudomorfozy po innych minerałach ewaporatowych.

Na podstawie tak skąpego materiału, można przypuszczać, że utwory soli najstarszej tworzyły się w obrębie laguny solnej z okresowym rozwojem lokalnych platform siarczanowych. Wkładki siarczanowe ze śladowymi domieszkami minerałów ilastych mogą świadczyć o niezbyt głębokim środowisku — być może płytszej części panwi solnej rozpoznanej w otworze Nieświń PIG 1.

Osady **anhydrytu górnego A1g** mają miąższość 76,3 m. Rdzeniowane były w niewielkim stopniu. Jeden odcinek rdzenia (1 skrzynka) pochodzi z niższej części wydzielenia, drugi ze stropu omawianego poziomu.

Dolna część wydzielenia to szaroniebieskie, oczkowe i gruzłowo-oczkowe, różnokryształiczne anhydryty. W masie ziarnistej (0,1–0,5 m tkwią większe kryształy od 1 do 2–3 mm wydłużone, lamelkowe często o wachlarzowym ułożeniu. Widoczna jest w nich niewielka ilość (ok. 3,5%) węglanów (tab. 1).

Stropowy odcinek obejmujący 2,3 m anhydrytów i dolomitów graniczących z poziomem dolomitu głównego (Ca2). Rozpoczyna go 0,5 m warstwa szarych i ciemnoszarych, masywnych anhydrytów z niewielką domieszką rozpoznanych węglanów. Są one zbudowane z drobnokryształicznego (ok. 0,2–0,3 mm) anhydrytu, w którym tkwią zrekrystalizowane do 1 mm lamelkowe kryształy, często o wachlarzowym i promienistym ułożeniu.

Leżący na nich o 0,9 m miąższości pakiet osadów to szare i beżowoszare dolomity z gniazdowo-soczewkowymi, nieregularnymi smugami anhydrytu. Są to drobnosparytowe dolomity z niewielką ilością (5 %) zailonego dolomikrytu i śladami substancji bitumicznej. W dolomikrytach widoczne są drobnokryształiczne anhydryty mozaikowe i lamelkowe.

Stropowy odcinek (0,9 m) to ponownie szaroniebieskie anhydryty masywne, przekrystalizowane. W drobnokryształicznym, mozaikowym anhydrylicie widoczne są w dużych ilościach zrekrystalizowane lamelkowe kryształy o wachlarzowych i promienistych teksturach. Niewielka ilość węglanów (2%) (tab.1) to dolosparyty układające się w faliste, nieciągłe, mikrolaminki. Skąpa ilość materiału rdzeniowego wskazuje, że osady te tworzyły się na obszarze płytkiej laguny.

Po osadzeniu się warstwy transgresywnej (Zp1) utwory węglanowe, łupka miedzionośnego i wapienia cechsztyńskiego (T1 i Ca1) pierwszego cyklotemu, tworzyły się na obszarze otwartego basenu o zmieniającej się głębokości. O wyraźnym spłyceciu pod koniec sedymentacji wapienia cechsztyńskiego świadczy tworzenie się wapieni grudkowych i częściowa dolomityzacja spotykana w górnej części osadów tego poziomu. Duża miąższość anhydrytu dolnego (A1d) wskazuje na utworzenie się na tym obszarze platformy anhydrytowej. O początkowo stosunkowo płytkim środowisku jego osadzania świadczą anhydryty gruzłowe z dużą domieszką węglanów. Występujące wyżej anhydryty gruzłowo soczewkowe powstały w nieco głębszym środowisku, prawdopodobnie na skłonie platformy, a wyraźne spłycecie w stropowej części anhydrytów manifestuje się utworami okrucowymi, w tym brekcji anhydrytowej, oraz wyraźnym podwyższeniem zawartości dolomitów i substancji ilastej. Wyżej leżące sole i anhydryty (Na1 i A1g) powstały w płytkich lagunach (panwiach) solnych i anhydrytowo-solnych.

Cyklotem drugi PZ2

Cyklotem drugi, podobnie jak w otworach Ostałów PIG 2 i Nieświń PIG 1 (Kowalczewski red., 1981, 1995), nie ma wykształconego pełnego cyklu sedymentacyjnego. Składa się z dobrze rozwiniętego członu węglanowego i małej miąższości poziomów siarczanowych. Osady cyklotemu (miąższość 43,3 m) były rdzeniowane w 100%.

Dolomit główny Ca2. Granica spągowa z anhydrytami jest ostra, pod kątem 16–18°. Cały poziom o miąższości 34,5 m wykształcony jest jako dolomity ze słabo czytelnymi bioklastami oraz rozproszonym anhydrytem. Rozpoczyna się cienkim 0,6 m pakietem beżowych i szarobeżowych plamistych dolomitów o niewyraźnych, kierunkowych, płasko-falistych strukturach. W dolomitach widoczne są liczne, drobne wprysnięcia siarczanów. Dolomity są przekrystalizowane i składają się z dolosparytów z pojedynczymi, drobnymi (do 0,5 mm), kryształami anhydrytu. Miejscami dość liczne, nitkowate, mikrofaliste laminki ilasto-bitumiczne zawierają blaszki muskowitu i drobne, poniżej 0,06 mm, ziarenka kwarcu. Zawartość części nierozpuszczalnych w części spągowej dochodzi do 6,4%, a anhydrytu 5% (tab. 1).

Ponad nimi leży bardzo cienki (0,15 m) pakiet beżowych dolomitów z makroskopowo widoczną drobną fauną i mikrofauną ale całkowicie nieczytelną w obrazie mikroskopowym. Wyżej przechodzą w beżowoszare dolomity jednorodne bez wyraźnych struktur sedymentacyjnych. Widoczne są tu tylko drobne (1–3 mm) wprysnięcia siarczanów, ciemne niewielkie gniazda oraz pojedyncze szwy stylolitowe. Są to przekrystalizowane drobne dolosparyty i dolomikryty, słabo zailone, z nieregularnymi gniazdami częściowo lub całkowicie wypełnionymi dolosparytem i anhydrytem oraz czarną substancją bitumiczną tworzącą cienkie smużki na granicach kryształów. Szwy stylolitowe zablżnione są czarną substancją bitumiczną ze śladami minerałów ilastych, pojedynczymi okrucami kwarcu i kryształkami anhydrytu. Zawartość części nierozpuszczalnych na tym odcinku waha się od 1 do 1,6% a siarczanów nie przekracza 3,5% (tab.1).

Następny dziesięciometrowy odcinek to ciemnoszare i czarne dolomity bitumiczne, masywne, jednorodne, początkowo z nieliczną, widoczną makroskopowo fauną (małże, ślimaki, ramienionogi). Bardzo charakterystyczne dla tego odcinka są

poziomy oddzielności pokryte warstewkami (grubości od 1 do 5 mm) czarnej substancji ilasto-bitumicznej. Na całym odcinku widoczne są różnokierunkowe żyły wypełnione solą kamienną (do 2 cm grubości), anhydrytem lub dolomitami (1–3 mm). W niższej części odcinka spotykane są pojedyncze gniazda i soczewki pirytu (do 5 mm), wprysnięcia (do 2 mm) i spirytyzowana fauna.

Zailone dolomikryty i drobne dolosparyty (do 0,05 mm) typu wakston lub madston/wakston zawierają praktycznie nieczytelne bioklasty i grudki mułowe. Substancja bitumiczna i ilasta występuje w formie bardziej lub mniej ciągłych (od 0,01 do 0,1 mm) nitkowatych smug, miejscami układających się w centymetrowe laminki. Spotykane są w nich niewielkie ilości drobnych (poniżej 0,06 mm) ziarn kwarcu i blaszki muskowitu. Zawartość części nierozpuszczalnych w tym odcinku jest duża i waha się od 3,2 do 8,5 % (tab. 1). Siarczany widoczne w tym pakiecie tworzą pojedyncze (0,2–0,4 mm) kryształy lub agregaty (do 0,5 mm) rozrastające się w dolomitach.

Wyżej leżący pięciometrowy pakiet to szare dolomity z liczną rozproszoną mikrofauną i wprysnięciami siarczanów. Wykazują niewielką, nieregularną porowatość. Nieliczne drobne spękania i szwy stylolitowe wypełnione są anhydrytem i substancją bitumiczną. Wykształcone są podobnie jak w poprzednim odcinku jako dolomikryty i dolosparyty, zwykle z bardzo słabo czytelnymi bioklastami. Różnią się większą ilością oraz wykształceniem siarczanów (lamelkowe i wachlarzowe). Nieco większa porowatość widoczna jest w stropowej części odcinka. Są to dość nieregularne pustki (do 1 mm) często całkowicie lub częściowo zabliznione anhydrytem. Dużą zawartość siarczanów w opisywanej skale potwierdzają badania chemiczne (11,68–28,45%; tab. 1). Niewielka ilość części nierozpuszczalnych (1,5%) to, podobnie jak w poprzednim odcinku, substancja ilasta i bitumiczna w formie krótkich kłaczkowatych i nitkowatych smug.

Pakiet ten w sposób ciągły przechodzi w następny odcinek o 5,3 m miąższości. Są to beżowoszare, masywne, jednorodne dolomity z licznymi szwami stylolitowymi i kostkowymi nieregularnymi spękaniem zabliznionymi solą kamienną. Wykształcone są jako drobne dolosparyty z gniazdami anhydrytu. Porowatość widoczna jest w postaci niewielkich (do 0,2 mm) izolowanych por częściowo zabliznionych anhydrytem oraz większych (do 1 mm), bardzo nieregularnych, często wydłużonych pustek.

Górny, o miąższości 11,2 m, pakiet to szare i beżowe, smugowo-plamiste dolomity o nieregularnej porowatości z pojedynczymi szwami stylolitowymi w spągu. Liczne, w niższej części, spękania zwykle są wypełnione przezroczystą solą kamienną. Widoczna w całym pakiecie niewielka porowatość, w stropowej części wyraźnie się nasila.

Dolomity typu wakstonów i pakstonów zbudowane są z dolomikrytów i dolomikrosparytów (wielkość kryształów do 0,06 mm) w dolnej części ze słabo czytelnymi bioklastami (otwornice, małżoraczki) wyżej z peloidami. Niewielka, ale podwyższona w stosunku do poprzedniego odcinka zawartość części nierozpuszczalnych (max. do 4%; tab. 1) to substancja bitumiczna i ilasta z pojedynczymi okruchami kwarcu i blaszkami muskowitu, tworząca nitkowate, nieciągłe smugi lub wypełnienia szwów stylolitowych. W stropowej części pojawiają się ponownie drobne okruchy kwarcu. Liczne siarczany, głównie anhydryt, to rozproszone kryształy (do 0,2 mm) lub większe lamelkowe i wachlarzowe nagromadzenia wielkości do 1 mm. W dolnej części pakietu duże zawartości siarczanów (18–49%; tab. 1) związane są z porami zabliznionymi anhydrytem. Ku górze część porów wypełniona jest solą kamienną z anhydrytem. W stropie większość porów wielkości od 0,1 do 2 mm jest otwarta. Są one zwykle zaokrąglone, ale także często nieregularne i powiązane ze sobą.

Poziom dolomitu głównego kończą cienkie (0,2 m), ciemnoszare dolomity masywne ze smugami białych anhydrytów. Zbudowane są z silnie zailonych dolomikrytów, mikro- i drobnokrystalicznych (do 0,2 mm) oraz często tworzących wachlarzowe i promieniste formy anhydrytów.

Osady dolomitu głównego tworzyły się na obszarze szeroko pojętej platformy węglanowej, prawdopodobnie o zmieniającej się głębokości morza. Widoczna, na ogół nieduża (2–5%) porowatość całkowita w stropowej części, przy granicy z anhydrytem podstawowym, rośnie do 10,3–11,3% przy przepuszczalności 4,7–35,0 mD (tab. 5), co wskazuje na jego dobre właściwości zbiornikowe. Szczegółowe badania diagenety skał dolomitu głównego (Wichrowska i in., 1998) nie potwierdziły ich przepuszczalności. Większe znaczenie dla migracji węglowodorów mogą mieć spękania i szczeliny.

Anhydryt podstawowy A2 o miąższości 6,0 m reprezentowany jest przez anhydryty warstwowe i gruzłowo-mozaikowe, w spągu z nieciągłymi laminami i smugami ilasto-dolomitycznymi. Zbudowane są one z wydłużonych kryształów, o wachlarzowej i promienistej budowie, tkwiących w drobnokrystalicznym (do 0,2 mm) anhydrycie. Widoczne są w nich faliste, nieciągłe smugi zailonych dolomikrytów i dolomikrosparytów z pojedynczymi okruchami (do 0,3 mm) kwarcu, dolosparytów i dolomikrytów. W stropie widoczne wyraźniejsze smugi mikrokrystalicznych (do 0,05 mm) anhydrytów, miejscami zailonych, z okruchami kwarcu. Ilości węglanów, oznaczone chemicznie, są niewielkie — 3,2%, tylko w spągu osiągają 14,2%. Zawartość części nierozpuszczalnych waha się od 1 w niższej części do 4,8% w stropie (tab. 1).

Wyżej na odcinku 2609,4–2612,2 m występuje **anhydryt kryjący A2r**. Są to białoszare anhydryty gruzłowe z licznymi nieregularnymi smugami, strzępami i intraklastami ilastymi. W dolnej części zbudowane z naprzemianległych warstw drobnoziarnistych (do 0,2 mm) anhydrytów z rozproszoną substancją ilastą, okruchami kwarcu i dolosparytów oraz anhydrytów gruboziarnistych o wydłużonych, dochodzących do 1 mm, kryształach ułożonych zgodnie z laminacją. Wyżej są to drobnokrystaliczne (do 0,5 mm) mozaikowe anhydryty. Wkładki nieanhydrytowe składają się z drobnoziarnistych dolomitycznych piaskowców. Materiał ziarnowy tych piaskowców poza kwarcem zawiera liczne blaszki muskowitu, a także pojedyncze plagioklasy i okruchy dolosparytu.

Po utworzeniu się dolomitu głównego Ca₂ morze zaczęło się stopniowo wycofywać. A po osadzeniu anhydrytu podstawowego A₂, w reliktovej płytkiej lagunie siarczanowej, nastąpiło wynurzenie rejonu Opoczna, Ostałowa i Nieświnia (Zbroja, 1991a, 1994, 1996). W tym czasie na północy, w strefie basenowej tworzyły się sole kamienne i potasowe, a na południu w utwory ilasto-mułowcowe serii T_{2r} (otw. Nieświń PIG 1). Transgresywny charakter leżącego powyżej poziomu anhydrytu kryjącego A_{2r} potwierdzają występujące w nim, określone przez A. Fijałkowską, pojedyncze acritarcha. Poziom ten może on być interpretowany jako osad inicjalnej transgresji cyklotemu PZ3 (Kasprzyk i in., 1997).

Cyklotem trzeci PZ3

Osady tego cyklotemu przewiercone zostały na odcinku 2382,9–2609,4 m. W jego obrębie, w solach na głębokości 2505,0–2479,5 m, występuje powtórzony tektonicznie spagowy odcinek czwartego cyklotemu (PZ4), a mianowicie czerwony il solny T_{4a}. Ponieważ trzeci cyklotem w przeważającej części wykształcony jest w facjach salinarnych, rdzeniowany był w niewielkim stopniu, głównie w dolnej części. Większość granic litologicznych wyznaczono na podstawie karotażu geofizycznego.

Szary il solny T₃ i dolomit płytowy Ca₃. Łączna miąższość obu poziomów oceniona została na 3,9 m. Rdzeniem wiertniczym uchwycono tylko 0,4 m spagowej części, łącznie z granicą z anhydrytem kryjącym (A_{2r}) cyklotemu PZ2.

Szary il solny reprezentowany jest przez szare ilowce o niewyraźnej laminacji z licznymi gruzłami i soczewkami szarych anhydrytów (wielkości 2 do 5 cm). Iłowce są impregnowane rozproszonym drobnym pirytem, tworzącym również gniazda i warstewki (2–3 mm) podkreślające laminację skały, a także obwódki wokół gruzłów anhydrytowych. Nawiercony odcinek rozpoczyna się dolomitem piaszczystym (dolomikryty zailone i dolosparyty z anhydrytem). Materiał ziarnowy składa się głównie z ostrokrawędzistych, drobnych do 0,06 mm ziarn kwarcu z domieszką muskowitu, hydromik, dolosparytów i pojedynczych okruchów ilowców (do 0,1 mm). Przechodzą one wyżej w ilowce dolomityczne z okruchami (do 3 mm) mułowców oraz pojedynczymi ziarnami kwarcu i muskowitu. Gruzły siarczanowe zbudowane są z drobnokrystalicznego (do 0,5 mm) mozaikowego i wachlarzowego anhydrytu. Oznaczone chemicznie zawartości siarczanów dochodzą do 21,5%, a węglanów wahają się od 10,2 do 15,4% (tab. 1). Materiał okruchowy z wyższej części szarego iltu solnego i dolomitu płytowego (odcinek nierdzeniowany) jest silnie rozdrobniony, wymieszany i niemiarodajny. Trudno coś więcej powiedzieć o jego wykształceniu, poza stwierdzeniem, że tworzył się w środowisku wodnym. Ale analizując wykształcenie dolomitu płytowego na szerszym tle wydaje się, że podobnie jak w Ostałowie (otw. Ostałów PIG 2), na obszarze płytkiej laguny osadzały się dolomity piaszczyste ku górze przechodzące w stromatolitowe (Zbroja, 1995, 1996; Wagner, Zbroja, 1996).

Anhydryt główny A₃ rozpoznano na głębokości 2586,0–2605,0 m. Obie granice wyznaczono na podstawie badań geofizycznych. Reprezentowany jest przez szare anhydryty warstwowo-gruzłowe przechodzące ku górze w gruzłowe. Zbudowane są one ze średniokrystalicznych (0,2–0,7 mm) mozaikowych i większych lamelkowych, o wachlarzowej i promienistej budowie, kryształów anhydrytowych. Są silnie przekrystalizowane o nieczytelnych pierwotnych teksturach, z dużymi (0,5–2 mm), pojedynczymi, wtórnymi kryształami węglanów. Niewielka, dochodząca do 3% zawartość części nierozpuszczalnych (tab. 1) to substancja bitumiczna, miejscami ilasta, występująca w formie falistych nitkowatych laminek.

Anhydryty te powstały na obszarze laguny siarczanowej.

Młodsza sól kamienna Na₃ występuje w profilu otworu Ostałów PIG 2 dwukrotnie — w przedziale głębokości 2505,0–2586,0 m i 2382,9–2479,5 m. Sumaryczna miąższość 177,6 m jest zwiększona tektonicznie. W dolnym odcinku (81 m), częściowo rdzeniowanym, na głębokości 2539,3 m widoczna jest płaszczyna uskokowa pod kątem około 40°.

Sole dolnego odcinka charakteryzują się dość dużym udziałem anhydrytów. Sól kamienna jest szara, białoszara i białoróżowa, witrażowa, średnio i grubokrystaliczna. Zbudowana jest z dużych (3–5 mm) izometrycznych kryształów halitu z drobnymi 0,05–2 mm igiełkowymi kryształkami anhydrytu. Ku górze w soli pojawia się najpierw niewielka domieszka anhydrytu, który następnie przechodzi w szare anhydryty smugowane i anhydryty z gniazdami soli. W następnych odcinkach rdzeniowych nadal występują szare anhydryty przeławiczone szarą i białoróżową solą kamienną, witrażową. Anhydryty smugowane składają się z dość nieregularnych lamin drobno i średniokrystalicznego (do 0,5 mm) i kryptokrystalicznego (zwykle poniżej 0,05 mm) często zailonego anhydrytu. W partiach anhydrytowo-solnych anhydryty są zwykle mozaikowe, średniokrystaliczne, o nieczytelnych pierwotnych strukturach, miejscami z przerostami kalcytu. Stwierdzone chemicznie zanieczyszczenia ilaste w anhydrytach wahają się tu od 5,22% w dolnej do 0,48% w wyższej części omawianego interwału (tab. 1).

Górny odcinek, o miąższości 96,6 m, leżący powyżej (tektonicznego) czerwonego iltu solnego (T_{4a}), rozpoznany jest praktycznie tylko na podstawie badań geofizycznych i materiału okruchowego. Są to białe i białoróżowe sole kamienne praktycznie bez wkładek anhydrytowych. Jedyny (6 m) odcinek rdzeniowany to strop utworów solnych, do granicy z czerwonym iltu solnym (T_{4a}) czwartego cyklotemu. Jest to szaroróżowa grubokrystaliczna, witrażowa sól kamienna (halit) o wydłużonych kryształach dł. 2–3 mm. W obrębie soli pojawiają się szare smugi ilasto-anhydrytowe o poziomej i lekko falistej milimetrowej laminacji. Składają się one z cienkich 0,5–1,0 mm laminek drobnokrystalicznego (do 0,3 mm) anhydrytu z wtórnymi sparytowymi kryształami dolomitu i 0,2–0,5 mm laminek mułowców dolomitycznych, ilowców anhydrytowych i soli kamiennej. Zawartość części nierozpuszczalnych w tych laminach dochodzi do 60% (tab. 1, 2A).

Na granicy soli i leżących wyżej iłowców czerwonego ilitu solnego (T4a) występuje 0,1 m warstewka szarych anhydrytów z beżowymi smugami ilastymi o silnie zaburzonych strukturach. Składają się one z laminek anhydrytu z dolosparytem, iłowca z igiełkowymi kryształami anhydrytu i dolosparytu, grubszych lamien anhydrytowo-dolomitycznych i ponownie iłowca z igiełkowymi kryształami anhydrytu.

Osady trzeciego cyklotemu tworzyły się w stosunkowo płytkim środowisku morskim od laguny węglanowej (szary ilit solny i dolomit płytowy) po płytką lagunę siarczanowo-solną.

Cyklotem czwarty PZ4

W facjach ilasto-solnych cyklotem PZ4 reprezentowany jest tylko przez subcyklotem PZ4a o miąższości 47,2 m. Rdzeniowany był w dużym stopniu. Rozpoczyna się czerwonym ilitem solnym (T4a), który przez sól podścielająca (Na4ao) i anhydryt pegmatytowy (A4a) przechodzi w najmłodszą sól kamienną (Na4). Cyklotem czwarty kończy się anhydrytem granicznym (A4g).

Czerwony ilit solny T4a ma miąższość 22,7 m. Reprezentowany jest przez brunatne iłowce i mułowce o teksturze łupkowej z wkładkami szarych piaskowców drobnoziarnistych o laminacji zmarszczkowej (przekątnej małej skali). Wyżej dominuje laminacja smużysta ze śladami równoległej i zmarszczkowej. Odcinkami laminacja zaburzona jest bioturbacjami oraz szczelinami z odwodnienia i wysychania. W całym odcinku widoczne są gruzełki i konkretje anhydrytowe wielkości od 2–3 mm do 2–3 cm, miejscami tworzące niewyraźne smugi. W górnej części spotykane są również poziome żyły (do 2 cm grubości) różowej soli.

W głównej masie zbudowane są z mułowców i mułowców dolomitycznych przechodzących w drobnoziarniste piaskowce typu wak litycznych i w niewielkim stopniu iłowce. Materiał okrucowy w piaskowcach i mułowcach jest bardzo podobny, różni się tylko ilością i wielkością (w piaskowcach do 0,2 mm). Są to głównie kwarcy, na ogół ostrokrawędziste, często o skorodowanych powierzchniach. Pozostałe składniki, w ilości dochodzącej do 30% składu ziarnowego, to na ogół dobrze obtoczone dolosparyty, anhydryty, drobno i kryptokrystaliczne skały krzemionkowe, muskowitz, hydromiki, łupki ilaste, pojedyncze glaukonity, chloryty i sole. Ziarna tkwią w ilastym i ilasto-dolomikrytowym, miejscami z kryptokrystalicznym anhydrytem, matriksie. Lokalnie w piaskowcach widoczny jest cement dolosparytowy. Spotykane w tym poziomie gruzły anhydrytowe zbudowane są z drobnokrystalicznego igiełkowego lub ziarnistego anhydrytu, z dużymi (do 1 mm) wtórnymi kryształami dolosparytu. Laminacja iłowców i mułowców, widoczna mikroskopowo, wyraża się zróżnicowaniem obecności wodorotlenków żelaza. Zawartość węglanów w tym poziomie jest dość duża i zmienia się od 5 do 22,7% (tab. 1).

Sól podścielająca Na4ao o miąższości 1,5 m rozpoczyna sedymentację chemiczną czwartego cyklotemu. Są to początkowo różowe, wyżej białoróżowe i białe sole kamienne budowane ze spłaszczonych kryształów wielkości od 2–3 mm do 10 mm z rozproszonymi drobnymi (0,05–0,2 mm) kryształami anhydrytu. W obrębie soli pojawiają się cienkie 1–3 cm wkładki szarych anhydrytów, szczególnie w spągowej i stropowej części.

Powyżej soli podścielającej występuje **anhydryt pegmatytowy A4a**. Jest to cienki (0,55 m) poziom ciemnoszarych, prawie czarnych anhydrytów szkieletowych, silnie porowatych, z rozproszonymi kryształkami soli o płaskiej, drobnofalistej laminacji, miejscami silnie zaburzonej rekrystalizacją siarczanów i soli. Anhydryty są drobnokrystaliczne (do 0,3 mm) często igiełkowe z gniazdami halitu, miejscami z dużymi (1–4 mm) wtórnymi kryształami dolosparytu.

Najmłodsza sól kamienna Na4a. Poziom ten o miąższości 22,25 m rdzeniowany był tylko niewielkimi odcinkami. W spągu jest to biała, krystaliczna sól kamienna, przeźroczysta z pojedynczymi, ciemnymi smugami ilasto-anhydrytowymi. Pomiędzy dużymi 2–5 mm kryształami halitu widoczne są smugi i gniazda zailonego drobnokrystalicznego (poniżej 0,2 mm) anhydrytu. Ze stropowego odcinka soli brak rdzenia.

Anhydryt graniczny A4g miąższości 0,3 m kończy sedymentację czwartego cyklotemu. Są to szare anhydryty drobnokrystaliczne i kryptokrystaliczne (0,05–0,2 mm) mozaikowe i igiełkowe z pojedynczymi drobnymi (do 0,2 mm) wtórnymi kryształkami dolosparytu.

Tworzenie się osadów czerwonego ilitu solnego na początku cyklotemu spowodowane zostało zmianą klimatu na bardziej wilgotny i dużą dostawą materiału terygenicznego z ładu. Następnie na krótko powróciły warunki salinarne i osadził się niezbyt gruby pakiet soli kamiennych z poziomami anhydrytowymi w ich spągu i stropie.

Stropowa seria terygeniczna PZt

Jako stropową serię terygeniczną określono utwory terygeniczne leżące na głębokości 2223,0–2335,7 m (granice stropu wyznaczono na podstawie badań geofizycznych). Stropowa seria terygeniczna rdzeniowana była w 50%. Pozwoliło to na stosunkowo dobre scharakteryzowanie wykształcenia litologicznego tych osadów. Niewykluczone, że niższa część tych osadów mogła powstać w okresie odpowiadającym osadzaniu się na północy subcyklotemów PZ4b–PZ4c w facjach zubrowych (Wagner, 1994; Zbroja, 2000a i b, Kuleta, Zbroja w druku).

W niższej części są to brunatne mułowce i iłowce wapniste, bezstrukturalne, odcinkami ze smużystą i równoległą laminacją miejscami zaburzoną bioturbacjami, pogrążami, szczelinami z odwodnienia i wysychania. Wyżej pojawiają się cienkie smugi piaszczyste lub piaskowce (waki). W górnej części występuje metrowa wkładka szarych piaskowców drobnoziarnistych o dość wyraźnej laminacji przekątnej. Materiał okruczowy tak w mułowcach jak i w piaskowcach jest podobny, różni się tylko wielkością (w mułowcach do 0,1 mm, w piaskowcach do 0,3 mm). Reprezentowany jest przez kwarc, muskowitz, hydromiki, plagioklasy i skalenie potasowe (często zsercytyzowane lub skalcytyzowane), dolosparyt, anhydryty, chalcedon, glaukonit. Mają one zmienne obtoczenie od bardzo dobrze obtoczonych do ostrokrawędzistych. Tkwią one w ilastym, ilasto-dolomitycznym, miejscami żelazistym matriksie, w górnej części — w piaskowcach, przechodzący w węglanowo-anhydrytowy cement (tab. 2A). Duża dochodząca do 20–30% zawartość okruczów węglanowych, skaleniowych i anhydrytowych kwalifikuje je do wak litycznych.

Mułowce i iłowce tworzą zwykle laminowaną skałę. Laminki o grubości od 0,2 do 1 mm nawzajem się przekładają, miejscami w spągu lamin mułowcowych występuje grubszy (0,1–2 mm) materiał ziarnowy. W całej serii widoczne są drobne 0,5–3 mm i większe do 5 cm gruzły i konkretacje siarczanowe, zbudowane z drobnolamelkowego i ziarnistego anhydrytu z pojedynczymi kryształami dolosparytu. Osady powstały prawdopodobnie w środowisku typu playa, w stropowej części, z przełwiczeniami o charakterze fluwialnym.

TRIAS

Maria KULETA¹

PSTRY PIASKOWIEC DOLNY I ŚRODKOWY

Osady dolnego i środkowego pstręgo piaskowca w otworze wiertniczym Opoczno PIG 2 zajmują ponad połowę profilu triasu. Zawarte są w interwale 1385,0–2223,0 m osiągając miąższość 879,0 m (w tym 30% rdzenia). Występują w ciągłym następstwie litostratygraficznym z utworami cechsztynu w spągu i retu w stropie.

Podziału osadów dokonano na podstawie kryteriów litostratygraficznych i biostratygraficznych. Badany profil dowiązано z jednej strony do nieformalnych wydzieleni zastosowanych przez Kuletę (Kuleta, 1992 ; Nawrocki 2000, 2002; Kuleta, Zbroja, 2006) w obrzeżeniu mezozoicznym Gór Świętokrzyskich, które skorelowano z jednostkami podziału litostratygraficznego dolnego triasu w Polsce centralnej opracowanego przez Szyperko-Teller (1997) (zał. [D](#)).

Pstry piaskowiec dolny

Profil osadów dolnego pstręgo piaskowca jest wyraźnie dwudzielny litologicznie i genetycznie. Niższą część o miąższości 41,0 m przypisano litofacjalnie do formacji z Opoczna, która odpowiada formacji bałtyckiej wg Szyperko-Teller (1997), wyższą, o miąższości 312,0 m, do formacji z Zagnańska paralelną formacji piaskowcowej.

Formacja z Opoczna (głęb. 2182,0–2223,0 m) wykształcona jest jako brunatnoszare i szare utwory mułowcowo-iłowcowe z licznymi przejściami do margli — ilastych madstonów — rzadziej piaszczystych czy mułkowych wapieni — madstonów i wakstonów z intraklastami, ooidami i bioklastami — drobno- i średnioziarnistych piaskowców wapnistych. Omawiany fragment profilu został rozpoznany dwoma odcinkami rdzenia o łącznej długości 20 m.

Osady w spągowym odcinku rdzenia wykształcone są w formie heterolitu tj. naprzemianległych warstewek zróżnicowanych składem, uziarnieniem, barwą i grubością. Poszczególne warstewki mają zróżnicowaną laminację. Najczęściej jest to laminacja pozioma przechodząca w falistą a partiami w soczewkowo-falistą i smużystą lub przekątną małoskalową. W całości notowane są nieliczne deformacje związane z pogrążami, spływami, bioturbacjami a także szczelinami synerezyjnymi. Najczęstsza grubość przewarstwień wynosi 1 do 3 cm, skrajna od 0,3 do 10 cm. W obrębie soczewkowo-falistych pakietów mułowcowych czy piaskowcowych obserwować można laminację przekątną, a w mikroskali zaznacza się w całości laminacja związana z selektywnym rozdziałem składu i wielkości komponentów.

Skład chemiczny kompleksu jako całości jest dość jednorodny. Zawartość części nierozpuszczalnych wynosi 68,9–69,8% przy sumarycznej zawartości węglanów 13–18% w tym dolomitu 3,2 do 10,5% i kalcytu 10,3 do 12,8%. Znacznie mniejsze ilości kalcytu — 4,7% przy braku lub minimalnej zawartości dolomitu i 78% części nierozpuszczalnych notowano tylko w najwyższych partiach wydzielenia (tab. 1). Skład ten kwalifikuje omawiane skały wg Czermińskiego (1957) do iłowców marglistych lub wapnisto-dolomitycznych. Skład chemiczny jak i mineralny poszczególnych warstewek jest bardziej zróżnicowany. Szczególnie wyraźnie jest to zaznaczone w wyższej partii formacji (do głęb. 2215,0 m) gdzie komponentem są

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

także wodorotlenki żelaza. Niżej barwy osadów są szare w różnym odcieniu, a żelazo zawarte w pirycie (do 1,5%) występuje w formie framboidalnych lub ziarnistych skupień. Największe ilości trójwartościowego żelaza stowarzyszone są z występowaniem i transformacją biotyту zawartego w ilościach nawet do 90% w poszczególnych laminach. Do wyróżniających się osadów należą warstewki dolomitycznych wakstonów, w których węglanowymi składnikami ziarnistymi są mikrytowe intraklasty i zmikrytyzowane ooidy, rzadko zidentyfikować można pokruszone fragmenty fauny. Ziarna węglanowe osiągają wielkość do 0,2 mm a udział ich dochodzi do 20%. Są nieregularnie rozproszone w tle skały, względnie skoncentrowane w najniższej części warstewki. Tło zbudowane jest z mikrytowego i sparytowego, blokowego kalcytu oraz dolomitu, a także arenitowego i pyłowego matriksu — kwarcu, okruchów skał ilasto-krzemionkowych bardzo rzadko skaleni oraz minerałów ilastych.

Drugi fragment rdzenia budują głównie litofacje piaskowcowe drobnoziarniste, rzadziej średnioziarniste różowoszare z wkładkami brunatnych mułowców i iłowców w środkowej partii rdzenia. Cechą charakterystyczną składu piaskowców są widoczne już makroskopowo, dzięki brunatnemu zabarwieniu, pojedyncze ooidy i intraklasty węglanowe. W przystropowej partii występuje ponadto duża ilość łyszczyków i drobnych intraklastów iłowcowych. Składniki te układają się w nieregularne laminy lub są równomiernie rozmieszczone w tle. Piaskowce w niższej części wyróżnia gęsta rytmiczna laminacja pozioma i w zestawach przekątnych dużej skali. Występujące w środkowej części pakietu brunatne iłowce margliste i mułowce łyszczykowe przewarstwiają się nieregularnie z drobnoziarnistymi piaskowcami. Grubość wkładek — od 5 do 20 cm. Przejścia między nimi są stopniowe lub erozyjne ze szczelinami synerezyjnymi i częstym udziałem różnej wielkości intraklastów iłowcowo-mułowcowych. Piaskowce są tu bardzo gęsto laminowane poziomo i przekątnie w niskokątowych zestawach dużej skali. W partiach mułkowych występuje laminacja przekątna, riplemarkowa, pozioma, falista i smużysta. Mikrolitofacjalnie skład piaskowców odpowiada arenitom sublitycznym bądź subarkozom. Przewaga skaleni nad litoklastami notowana jest częściej w odmianach relatywnie drobnoziarnistych. Godny podkreślenia jest stosunkowo niski stopień obtoczenia składników przy kształtach zarówno kulistych jak i wydłużonych. Wyszortowanie mierzone różnicą wielkości maksymalnego i najczęstszego ziarna kwarcu jest średnie. Wymiary ziarn w poszczególnych szlifach wynoszą odpowiednio: dmax 0,4 mm (1,32 phi), dmf 0,26 mm (1,96 phi), dmax 0,3 mm (1,75 phi), dmf 0,1 mm (3,34 phi), dmax 0,4 mm (1,32 phi), dmf 0,2 mm (2,35 phi). Średnice skaleni i okruchów skał mieszczą się w zakresie najczęstszych ziarn kwarcu, większe są łyszczyki do 1,0 mm. Skrajne zawartości głównych składników są następujące: kwarc 55–72%, skalenie 8–12%, okruchy skał 8–15%, łyszczyki 1–10%, spoiwo: kwarcowe 2–3%, matriksowe 18% i kalcytowe 3–10% (tab. 2B). Do akcesorycznych składników ale mających ważny aspekt genetyczny należą ooidy i intraklasty kalcytowe o wymiarach 0,1 i 0,3 mm. Ooidy są często zdeformowane, pokruszone bądź wchodzą w skład intraklastu. Cementowe spoiwo kalcytowe ma tu często charakter syntaksjalny.

Podobne znaczenie można przypisać udziałowi minerałów ciężkich. Występują one we wzbogaconych laminach podkreślając struktury depozycyjne osadu. Najwięcej jest nieprzeźroczystych w tym głównie grudki wodorotlenków żelaza a z przeźroczystych notowano powszechnie apatyt, cyrkon, turmalin i sfeleryt.

Formacja z Zagnańska (odpowiada fm. piaskowcowej; głęb. 1870,0–2182,0 m) obejmuje zasadniczy odcinek profilu dolnego pstrego piaskowca. W budowie formacji dominują litofacje piaskowcowe od drobno do gruboziarnistych, partiami zlepieńcowate, o barwach różowoczerwonych i różowoszarych. Nieliczny udział mają brunatne mułowce. Osady wykazują charakterystyczne dla osadów rzecznych cykliczne następstwo w profilu. Tworzą najczęściej mniej lub bardziej regularne niepełne, rzadko pełne, cykle proste. Poszczególne cykle oddzielone są granicami erozyjnymi. W niepełnych cyklach prostych rozpoczynających się piaskowcami o najgrubszym ziarnie, najczęściej z domieszką frakcji psefitowej, powszechny jest udział intraklastów iłowcowo-mułowcowych pochodzących z rozmycia górnych drobnoziarnistych członów.

Struktury depozycyjne w piaskowcach wykształcone są bardzo wyraźnie. Jest to głównie warstwowanie przekątne zarówno dużej jak i małej i średniej skali. Częste są wyraźne rynnowe zarysy granic zestawów. W piaskowcach drobnoziarnistych częściej niż w grubszych występuje laminacja pozioma i przekątna niskokątowa a także riplemarkowa. W mułowcach obserwowane są nieliczne struktury deformacyjne typu pogrązów a także szczeliny z wysychania.

Skład petrograficzny piaskowców grubszych frakcji odpowiada wg stosowanej klasyfikacji arenitom sublitycznym i rzadziej subarkozom. Odmiany drobnoziarniste są również wakami litycznymi (tab. 2B). Obtoczenie składników jest zróżnicowane. Lepsze – średnie — dotyczy ziarn większych, średnie i złe — ziarn drobnych. Zarysy ziarn są kuliste jak i wydłużone. Wyszortowanie jest słabe i średnie. Przykładowo wybrane średnice maksymalnego i najczęstszego ziarna kwarcu są następujące: dmax 0,5 (1,0 phi)–dmf 0,3 (1,75 phi); dmax 1,2 (0,26 phi)–dmf 0,5 (1,0 phi); dmax 0,6 (0,74 phi)–dmf 0,15 (2,75 phi); dmax 0,5 (1,0 phi)–dmf 0,22 (2,18 phi)

Jakościowy skład piaskowców jest w sumie mało zróżnicowany w obrębie profilu. Zauważa się tylko spadek zawartości skaleni i okruchów skał ku stropowi formacji — średnio z 10–12% do 6–8%. Największe różnice w zawartości wykazują łyszczyki od 0 do 30%. Ich największy udział notowany jest w drobnoziarnistych wakach i mułowcach (tab. 2B). Tekstury piaskowców grubszych frakcji są słabo widoczne w makroskali. Obserwować można tylko kierunkowe ułożenie wydłużonych ziarn. W piaskowcach drobnoziarnistych szczególnie z dużym udziałem łyszczyków zaznacza się wyraźnie selektywny, laminacyjny rozdział składników.

Cechy litologiczne i sedymentacyjne osadów najniższej części pstrego piaskowca tj. formacji z Opoczna wskazują, że ich geneza związana jest ze środowiskiem płytkiego zbiornika morskiego. Litofacje heterolitowe i iłowcowe dolnego odcinka profilu reprezentują strefę głębszego przybrzeża z przejściami do otwartego zbiornika. Stropowy, piaskowcowy, odcinek profilu odnieść można do strefy płytkiego przybrzeża i brzegu, co wskazuje wyraźnie na progradację lini brzegowej zbiornika u schyłku formacji.

Podobnie wykształconą sekwencję, uznaną za osady morskie najniższego pstrego piaskowca, udokumentowaną palinologicznie opisał po raz pierwszy Pieńkowski (1988, 1989, 1991) m.in. z otworu Mszczonów IG 1, gdzie dolnotriasowy wiek osadów został potwierdzony również wynikami badań magnetostratygraficznych (Nawrocki i in., 1993). G. Pieńkowski uważa, że powstanie na początku triasu na terenie Polski rozległego płytkiego zbiornika morskiego jest związane z rozwojem ogólnotriasowej transgresji, która nastąpiła na początku warstw otocerasowych dolnego griesbachianu. Autor ten zasugerował równocześnie, że w profilach położonych bliżej cokołu paleozoicznego izochroniczną do omawianej litofację stanowią mułowce z gruzłami kalcytowymi nazwane obecnie formacją z Siodeł (Kuleta, Nawrocki, 2000, 2002).

W latach następnich udokumentowany palinologicznie wiek osadów, wykształconych podobnie jak w otworze Opoczna PIG 2, stwierdzono w profilach innych głębokich otworów: Ostałów PIG 2 (Kowalczewki, 1995) oraz Studzianna IG 2 (Fijałkowska, 1994), a także płytszych, usytuowanych w bliskim mezozoicznym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich (Fijałkowska, 1992; Kuleta, Fijałkowska, 1994).

Wyższa część profilu dolnego pstrego piaskowca opisana jako formacja z Zagnańska ma typowe cechy litofacjalne dla środowiska piaszczystych rzek roztokowych. Śledząc uziarnienie osadów w profilu wyróżnić można co najmniej dwie fazy rozwoju systemu rzecznej, widoczne również na profilach geofizycznych. Pierwsza wyraża się powstaniem cyklotemu symetrycznego o dużej miąższości — okło 200 m, druga — powstaniem cyklotemu prostego, którego osady kontaktują się w stropie z morskimi utworami środkowego pstrego piaskowca. Podobne następstwo osadów obserwowane jest w wielu profilach otworów wiertniczych rozpoznających utwory formacji z Zagnańska występującej w całym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich (Kuleta, 1993, 1996; Kuleta, Zbroja, 1995 i 2006).

Pstry piaskowiec środkowy

Profil osadów środkowego pstrego piaskowca o miąższości 485,0 m jest, tak jak w przypadku dolnego, wyraźnie dwudzielny litologicznie, co związane jest z różnymi środowiskami depozycji. Niższą część profilu, reprezentującą osady powstałe w środowisku płytkiego zbiornika morskiego i jego strefy brzegowej, przypisano litostratygraficznie do wyróżnionych w regionie świętokrzyskim formacji z Goleniaw i ze Stachury (Kuleta, Nawrocki, 2000, 2002), którym odpowiada formacja pomorska (Szyperko Teller, 1987). Stropowa część profilu, zdeponowana w środowisku jeziornym i rzek meandrujących, odpowiada cechom formacji z Samsonowa i odpowiednio formacji połczyńskiej. Granica między dolnym a środkowym pstrym piaskowcem jest wyraźnie zaznaczona na krzywych geofizyki wiertniczej.

Formacja z Goleniaw (odpowiada niższej części fm. pomorskiej; głęb. 1810,0–1870,0 m) ma wyraźne cechy osadów morskich. Występują tu zarówno facje silikoklastyczne jak i węglanowe. Podstawową litofacją są szare i czerwonoszare piaskowce wapieniste, najczęściej drobnoziarniste ze zmienną zawartością allochemów, ooidów i bioklastów. Ilość allochemów rośnie stopniowo ku górze kompleksu dając w efekcie, w interwale 1822,0–1848,0 m, liczne wkładki ooidowych greistonów. Piaskowce i wapień tworzą pakiety kilkucentymetrowej i kilkudziesięciocentymetrowej grubości, przewarstwione podobnej lub większej miąższości wkładkami osadów typu heterolitu mułowcowo-piaskowcowo-iłowcowego.

Piaskowce i wapień są laminowane poziomo a także przekątnie w dużej i małej skali, często w górnych partiach wkładek również riplemarkowo. Wykazują ponadto normalne uziarnienie frakcjonalne. Spągowe granice tych pakietów są z reguły erozyjne, często z głębokimi rozmyciami, pograżami i innymi strukturami deformacyjnymi w leżących niżej osadach mułowcowych. W piaskowcach obecne są natomiast intraklasty podścielających utworów. W obrębie wkładek heterolitów powszechnie występują struktury falisto-smużysto-soczewkowe i poziome, często rozmywane lub deformowane pograżami i bioturbacjami.

Dominującym składnikiem ziarnowym osadów węglanowych są ooidy. Bioklasty występują w niewielkiej ilości, a ich udział w stosunku do ooidów spada ku stropowi kompleksu. Jako znikoma domieszka obecne są intraklasty węglanowe. Maksymalne zawartości ooidów sięgają do 80% masy skały w czystych greistonach przy około 5% ilości pokruszonych bioklastów i 25% udziale spoiwa sparytowego. Najczęściej jednak w oolitach obecna jest zmienna domieszka materiału terygenicznego powodująca przejścia do piaskowców, nawet w obrębie jednej kilkucentymetrowej warstwy, i mikrolaminacyjne rozdzielanie składników. Analiza chemiczna wykonana z pakietu o największej wapienistości wykazała 73% zawartość węglanów w tym 68,4% kalcytu i 4,6% dolomitu (tab. 1).

Ooidy tworzą kuliste, rzadziej elipsoidalne czy wielojądrowe, ziarna o średnicy 0,2 do 0,5 mm o strukturze koncentryczno-promienistej. Są czyste ale partiami także poszczególne laminy korteksu podkreślone są udziałem wodorotlenków żelaza. Bioklasty, to silnie pokruszone skorupki małży i liścionogów(?) często wyraźnie obrobione i pokryte otoczką żelazistą. Ich wymiary zawarte są w granicach 0,5–2 mm. Obok węglanowych obecne są nieliczne fosforanowe szczątki organiczne.

Skład piaskowców mimo widocznego zubożenia w okruchy skał i skalenie w stosunku do formacji z Zagnańska, przy prawie zupełnym braku łuszczyków, kwalifikuje je nadal do arenitów sublitycznych, a w obrębie heterolitów również do wak litycznych. Wzrasta jednak wyraźnie stopień obtoczenia i wysortowania ziarn kwarcu (tab. 2B).

Formacja ze Stachury (odpowiada górnej części fm. pomorskiej; głęb. 1712,0–1752,6 m). Do formacji tej zaliczono osady z interwału 1712,0–1752,6. Jest ona oddzielona od leżących niżej osadów formacji z Goleniaw pakietem utworów 1752,6–1810,0 charakterystycznych litofacjalnie dla formacji z Samsonowa, która obejmuje głównie osady wyższej części środkowego pstrego piaskowca. Takie następstwo w profilu znane jest już z innych otworów np. Stachura IG I i Cierchy IG 1, można więc wykluczyć tu powtórzenia tektoniczne (Kuleta, Zbroja, 2006).

Opisywana formacja budowana jest przez dość monotennie wykształcone szare utwory ilasto-marglisto-mułkowe z drobnymi wkładkami madstonów i wakstonów. Osady są gęsto laminowane poziomo z przejściami do struktur falistych i soczewkowych, które są dobrze widoczne na płaszczyznach oddzielności, gdzie również licznie gromadzą się zwęglone, pokruszone fragmenty flory i fosforanowe szczątki organiczne. Poszczególne laminy grubości 1–5 mm zróżnicowane są intensywnością szarej barwy, a także składem i uziarnieniem. Ciemniejsze laminy to ilowce marglistei, jasne — mułowce margliste lub margle ilaste. W przyspagowej części kompleksu występuje kilka lamin madstonów i wakstonów grubości 0,5–2 cm zanieczyszczonych materiałem piaszczysto-mułowym. Ziarna węglanowe w ilości około 10% reprezentowane są przez fragmenty pokruszonych skorup, zdeformowane ooidy i intraklasty. W niektórych laminach bardzo licznie występują fosforanowe fragmenty fauny średnicy kilku milimetrów. Analizy chemiczne omawianych osadów wykazują zawartość węglanów w granicach 8–28%, co plasuje je jako całość w obrębie ilowców marglistych (tab. 2B).

Formacja z Samsonowa (odpowiada fm. półczyńskiej; głęb. 1385,0–1712,0 m) obejmuje największą część profilu środkowego pstrego piaskowca. Litofacja charakterystyczna dla tej formacji występuje także, jak wcześniej wspomniano, na głębokości 1752,6–1810,0 rozdzielając osady formacji z Goleniaw i ze Stachury (łączna miąższość 434,6 m). Są to bardzo charakterystyczne dla tego zespołu litofacjalnego brunatno-pstre mułowce i ilowce z jasnymi gruzłami kalcytowymi i gipsowo-anhydrytowymi, przechodzące w piaskowce typu wak z wkładkami zlepieńców „pseudoolitowych”.

Mułowce i ilowce w których tkwią gruzły są skałami, które makroskopowo nie wykazują (czasami tylko szczątkowo zachowaną) struktury sedymentacyjnej. Budowane są z silnie żelazistej masy illitowej oraz materiału pyłowego a także psamitowego. Różne proporcje tych składników kwalifikują te skały do ilowców, mułowców bądź nawet do piaskowców drobnoziarnistych typu wak. Rozmieszczenie składników obserwowane w obrazie mikroskopowym jest najczęściej bezładne bądź smużyście-plamiste i grudkowe, ale występują również drobne odcinki o mikrolaminacyjnym rozdziale składników.

Gruzły siarczanowe gromadzą się w partiach bardziej ilastych, głównie w interwale 1390,0–1500,0 m. Iłowce i mułowce w których tkwią wykazują często bardzo charakterystyczną skorupową oddzielność. Rdzeń przy dotknięciu rozpada się i łuszczy na drobne okruszki co uniemożliwia wykonanie szlifów cienkich. Gruzelki siarczanowe osiągają wielkość 2 do 10 mm. Są luźno rozmieszczone w tle skały ale również występują grupowo, po kilka, tworząc groniaste formy. Obserwuje się także nieliczne, nieregularne użylenia siarczanowe grubości 3 do 10 mm. Zawartość siarczanów jest niewielka, szacowana na około 5%. Maksymalne wartości wyliczone z analiz chemicznych wynoszą 3,8% (tab. 1).

W pozostałej części profilu występują gruzły kalcytowe, sporadycznie mieszane — kalcytowo-anhydrytowe. Osady są tu bardziej mułkowe, spękane bryłowo, częściej przechodzą w mułowce piaszczyste wykazujące szczątkowo zachowane struktury depozycyjne. Gruzelki węglanowe mają podobne rozmiary, zawartość i sposób występowania jak gruzelki siarczanowe, ale tworzą również wydłużone horyzontalnie i pionowo formy w partiach silniej piaszczystych. Pierwsze wiązać można z masywnym poziomem *caliche*, drugie z wypełnieniem pustek po korzeniach roślin i tworzeniu ryzokonkrekcji.

Piaskowce występujące w obrębie kompleksu są najczęściej drobnoziarniste, sporadycznie średnioziarniste i zlepieńcowate. Wykształcone w nich struktury depozycyjne to laminacja pozioma, przekątna riplemarkowa, przekątna w zestawach małej skali, rynnowa rzadziej falista i smużyście. Bardzo częste są deformacje zarówno mechaniczne jak i biogeniczne. Do najciekawszych należą korzenie roślin, które partiami prowadzą do całkowitej homogenizacji osadu. Piaskowce drobnoziarniste odpowiadają wacom litycznym, arenitom sublitycznym i rzadziej kwarcowym przy zawartościach odpowiednio: kwarcu 45–70%, skaleni do 2–3%, okruchów skał 3–12%, łuszczyków 2–10%, spoiwa matriksowego 3–35%, węglanowego 2–15%. Ziarna kwarcu są słabo obtoczone, kuliste i wydłużone, średnio wysortowane (tab. 2B). Wyróżniające się pakiety piaskowców średnioziarnistych i zlepieńcowatych są arenitami kwarcowymi. W skład frakcji psefitowej (średnicy 3–8 mm) wchodzi litoklasty wapieni mikrytowych i mikrytowo-sparytowych, skał kwarcowych, kwarcu, mułowców i piaskowców a ponadto fosforanowe szczątki organiczne i zwęglone fragmenty flory.

Występujące w 5 cm wkładce (na głębokości 1466,05–1466,1 m) zlepieńce mają cechy tzw. „pseudoolitów” (Senkowiiczowa, 1970). Zlepieńce te budowane są z okruchów (wielkość 2 do 4 mm) skał węglanowych i węglanowo-ilowcowych w różnym stopniu zażelazionych tlenkami żelaza. Klasty węglanowe są fragmentami gruzłów węglanowych oraz zażelazionych pokryw *caliche* o nieregularnej mikrolaminacyjnej budowie. Spoiwem jest matriks ilasto-pyłowo-piaszczysty oraz kalcyt wykształcony w formie cementu blokowego i kolumnowego.

Na podstawie cech litofacjalnych utworów budujących profil środkowego pstrego piaskowca można sądzić, że powstanie niższej części jednostki — formacji z Goleniaw i ze Stachury — związane jest ze środowiskiem morskim, wyższa część — formacja z Samsonowa — ze środowiskiem lądowym. Osady piaskowcowe występujące w spągu formacji z Goleniaw moż-

na uznać za przybrzeżne, zazębające się z utworami równiny fluwialnej. Środkowa i górna część formacji z udziałem wapieni ooidowo-bioklastycznych powstała zapewne w obrębie płycizny/bariery piaszczysto-węglanowej zazębającej się obocznie ze strefą głębszo przybrzeża i laguny. Morską genezę tych osadów potwierdza obecność akritarchów stwierdzonych przez A. Fijałkowską (kolejny rozdział). Powstanie marglisto-iłowcowych osadów formacji ze Stachury powiązано ze środowiskiem lagunowym, a charakterystyczne mułowce z gruzłami siarczanowymi i kalcytowymi przewarstwiane piaskowcami formacji z Samsonowa — z systemem depozycyjnym jeziornym (okresowo typu playa) i rzek meandrujących z rozwijającymi się na równinach zalewowych węglanowymi poziomami glebowymi typu *caliche*. Obecność w profilu pakietu osadów lądowych rozdzielających utwory środowiska morskiego, świadczy o rozwoju transgresji morskiej środkowego pstrego piaskowca w dwóch fazach. Opisane następstwo osadów znane jest także z kilku innych profili otworów wiertniczych, zgłębnionych w bliższym mezozoicznym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich (Kuleta i in., 1995; Kuleta, Fijałkowska, 1995; Kuleta, Zbroja, 2006).

Marta ROMANEK¹

Pstry piaskowiec górny – ret

Osady retu w otworze Opoczno PIG 2 wydzielono w interwale 1221,5–1385,0 m. Osiągają one 163,5 m miąższości przy upadzie warstw wahającym się od 0° do 10°. Utwory retu leżą na wiśniowych mułowcach z pseudoolitami środkowego piaskowca pstrego, a przykryte są węglanowymi osadami wapienia muszlowego. Granica stropowa obserwowana była w rdzeniowanej części otworu, spągowa (próbki okrucowe) jest bardzo wyraźnie zarysowana na krzywych karotażu geofizycznego. Szczegółowy podział retu zgodny ze schematem litostratygraficznym Senkowiczowej (1966, 1970) jest znacznie utrudniony ze względu na odbiegające od typowego wykształcenie litologiczne osadu oraz niepełne rdzeniowanie otworu. Poziomy siarczanowe nie indywidualizują się, a szczególnie w wyższej części profil wykazuje znacznie większy udział osadów piaskowcowych. Omawiany profil najprawdopodobniej znajdował się w strefie zazębajania się dwóch regionów litofacjalnych: piaskowcowo-ilasto-marglistego i wapienno-marglisto-siarczanowego (Romanek 1993, 1995) (zał.

Ret dolny

Niższą część profilu opisano jako **warstwy z Wąchocka/warstwy z Radoszyc** (głęb. 1336,8–1385,0 m) — dokumentują ją dwa odcinki rdzenia o łącznej miąższości 9,0 m. Występujące tu osady mają litofacjalne cechy pośrednie obu wymienionych jednostek litostratygraficznych. Spągowy fragment budują drobnoziarniste brunatne piaskowce, partiami silnie zbioturbowane, przewarstwiane brunatnymi mułowcami, w których występują drobne skupienia różowych siarczanów. Zanotowano tu także obecność 20 cm wkładki drobnookrucowego zlepieńca. W jego skład wchodzi dobrze obtoczone fragmenty mikrytowych, zażelazionych skał węglanowych, kalcytowo-dolomitowych oraz litoklasty szarych i brunatnoszarych mułowców, a także okrucy złożone z tlenkowych związków żelaza, których obecność uznawana jest za jedno z litostratygraficznych kryteriów charakterystycznych dla retu. Zanotowano także obecność okruców anhydrytu. Najczęstsze wielkości składników zlepieńca wynoszą od 2 do 4 mm, występują również we frakcji grubopiaszczystej i grubszej zlepieńcowej do 1,5 cm. Spoiwem jest matriks ilasto-pyłowo-piaszczysta oraz cement kalcytowy. Skład petrograficzny występujących tu piaskowców odpowiada arenitom sublitycznym i kwarcowym przy zawartości: kwarcu 68–85 %, okruców skał 3–12 %, spoiwa matriksowego 2–8 % i cementu kwarcowego 5–8 %.

Podobnie wykształcony profil najniższej części retu stwierdzono również w otworze Ostałów PIG 2.

Warstwy z Radoszyc o typowym wykształceniu litologicznym wyróżniono na głębokości 1305,0–1336,8 m. Budowane są przez piaskowce różnoziarniste i gruboziarniste, skośnie i poziomo warstwowane, bezwapniste lub słabo wapniste, z wkładkami ciemnoszarych mułowców poziomo laminowanych, ze szczątkami flory na powierzchniach oddzielności. Wyżej, bliżej stropu wydzielenia, leżą piaskowce drobnoziarniste z laminami szarzielonych mułowców i wkładkami ciemnoszarych mułowców laminowane piaskowcami. W mułowcach obserwowano ślady działalności życiowej organizmów. Widoczne są nory o szerokości 1,5–2,0 cm i głębokości do 5 cm zasypane materiałem piaszczystym.

W składzie petrograficznym piaskowców dominują ziarna kwarcu (76%; tab. 2C), obecne są okrucy skał (8%) głównie kryptokrystalicznych krzemionkowych, metamorficznych oraz pojedyncze okrucy skał węglanowych. Ziarna kwarcu o średnicy około 0,24 mm (maksymalnie 0,7 mm) są najczęściej nieobtroczone lub częściowo obtroczone i często stykają się ze sobą. Spoiwem jest autigeniczna krzemionka (5,5%) lub jest węglanowo-ilaste (5%) z udziałem anhydrytu (1%) i domieszką minerałów ciężkich. Skład petrograficzny piaskowców odpowiada arenitom kwarcowym.

Biorąc pod uwagę skład mineralny oraz struktury sedymentacyjne można sądzić, że osadzały się one w zatokach połączonych z płytkim zbiornikiem morskim.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

Warstwy międzygipsowe i gipsowe I. Stropowy odcinek profilu retu dolnego zawarty w interwale 1250,0–1305,0 m zbudowany jest z wapieni mikrytowych, biomikrytowych, mikrytów marglistych, dolomikrytów i piaskowców. Udostępniony został dwoma odcinkami rdzenia. W dolnej części (1305,0–1299,0 m) są to mikryty, mikryty dolomityczne, mikryty margliste laminowane poziomo lub faliście ciemnoszarymi mułowcami, mułowcami z dużą ilością miki lub mułowcami wapienistymi (tab. 2C) z wkładkami biomikrytów wzajemnie się przeławicających. Osady te wykazują bardzo dużą zmienność, częstość przeławicień jest różna, a skała miejscami ma charakter wapienia falistego. Biomikryty i biosparyty zawierają muszle małżów, ślimaków, ramienionogów oraz zęby ryb. Mułowce wapieniste w obrazie mikroskopowym zbudowane są z kwarcu (38%), okruchów skał (1%), kryptokrystalicznych skał krzemionkowych, licznych blaszek muskowitu i ziarn fosforanowych. Spoiwo ilasto-węglanowe zawiera wprysnięcia anhydrytu (tab. 2C).

Wyższy odcinek rdzeniowany (1273,0–1278,0 m) zbudowany jest z dolomikrytów marglistych i mikrytów z licznymi wkładkami biomikrytów i biosparytów oraz ciemnoszarych mułowców i ilowców.

Biomikryty zawierają bioklasty (23%), kwarc (3%), bezpostaciową krzemionkę (1%) oraz grudki zailonego mikrytu (2%). Wśród bioklastów występują muszle małżów lub ich fragmenty, rozsiane pancerzyki małżoraczków oraz nieliczne skorupki ślimaków. Wnętrze skorupki najczęściej wypełnione jest mikrytem, a niektóre skorupki ślimaków obok mikrytu zawierają mikropsaryt lub ziarenka kwarcu. Obecne są żyłki kalcytowe i laminki wzbogacone w kwarc o średnicy ziarn 0,08 mm. Spoiwo jest mikrytowe (61%) z gipsem i anhydrytem (10%). Anhydryt niekiedy zastępuje sparyt w muszelkach małżów lub jest rozproszony w spoiwie. Obecna jest żyłka gipsowa z resztkami ksenomorficznego kryptokrystalicznego anhydrytu. Petrograficznie są to wakstony.

Wyższa część profilu zaliczona do retu dolnego (1250,0–1273,0 m) nie była rdzeniowana. Generalnie budują ją piaskowce szare i jasnoszare, drobnoziarniste, przeławicone ciemnoszarymi mułowcami lub marglami ilastymi.

Stanowisko litostratygraficzne opisanych osadów jest niepewne. Wydaje się, że są one ekwiwalentem warstw gipsowych I i międzygipsowych. Powstały one początkowo w płytkich lagunach połączonych z morzem a następnie w warunkach płytkiego zbiornika epikontynentalnego. Obecność wkładek śródformacyjnych oraz pokruszonych szczątków fauny wskazuje na działalność fal lub prądów związanych z czasowym obniżeniem się podstawy falowania, które wywołało erozję, przerobienie osadu i jego ponowną redepozycję.

Ret górny

Dolna granica jednostki nie jest pewna, została postawiona na podstawie zmiany litologicznej oraz analizy profili geofizycznych, górną uchwycono w obrębie rdzenia. Profil retu górnego (głęb. 1221,5–1250,0 m) rozpoznano w dwóch rdzeniowanych odcinkach.

Dolny odcinek (inter. 1241,0–1250,0 m) budują piaskowce drobnoziarniste lub różnoziarniste jasne, prawie białe z wkładkami szarych i szarozielonych mułowców oraz wapienie najczęściej zapiaszczone z fauną. Piaskowce są skośnie lub poziomo warstwowane czasem krzyżowo. Skład piaskowców określony w płycie cienkiej przedstawia się następująco (tab. 2C): kwarc — 66%, okruchy skał — 1%, skalenie — 2%, minerały ciężkie i blaszki łyszczyków — 1%. Spoiwa stanowi 30%. Ziarna kwarcu o wielkości około 0,18 mm (maksymalnie 0,28 mm), częściowo obtoczone lub nieobtoczone, często stykają się ze sobą. Wśród okruchów skał obecne są skały krzemionkowe oraz metamorficzne o teksturze kierunkowej (gnejsy). Spoiwo jest sparytowe — 25% z rozsianym anhydrytem — 3%, podrzędnie typu regeneracyjnego — 2%. Petrograficznie skały te odpowiadają arenitom kwarcowym drobnoziarnistym.

Mułowce na powierzchniach oddzielności wykazują duże nagromadzenie łyszczyków, fauny liścionogów i flory. W składzie petrograficznym mułowców dominuje kwarc — 43%, okruchy skał — 3%, skalenie — 2%, muskowit i hydromiki — 5%, minerały ciężkie — 2%. Spoiwo stanowi 35%. Ziarna kwarcu są nieobtoczone lub częściowo obtoczone o przeciętnych rozmiarach 0,02 mm. Wśród okruchów skał występują okruchy skał krzemionkowych i nieliczne okruchy węglanów. Składniki terygeniczne tkwią w ilasto-węglanowym matriksie (42%) z udziałem anhydrytu (3%).

Wyższy odcinek rdzeniowany (inter. 1221,5–1238,0 m) to wzajemnie się przeławicające margle, piaskowce, mułowce, wapienie i margle dolomityczne.

Mułowce zapiaszczone z laminami ilowca zbudowane są z ziarn kwarcu (31%) o wielkości ziarn — 0,04 mm i różnym stopniu obtoczenia, z bardzo licznych blaszek muskowitu ułożonych zgodnie z laminacją (5%) i plagioklazów (1%). Matriks jest ilasty z mikrytem, rozproszonym pirytem oraz nielicznymi bioklastami małżoraczków i smugami ilastymi.

Piaskowce kwarcowe średnioziarniste lub różnoziarniste (tab. 2C) zbudowane są w przewodzie z kwarcu o rozmiarach 0,42 mm (maksymalnie 0,9 mm), okruchów kryptokrystalicznych skał krzemionkowych i metamorficznych o teksturze kierunkowej, skał ilastych, okruchów węglanowych zbudowanych z drobnokrystalicznego sparytu. Spotykane są klasty fosforanowe. Spoiwo jest węglanowo-ilaste (40–48%) lub krzemionkowe regeneracyjne (głęb. 1231,6 m). Skład piaskowców petrograficznie odpowiada arenitom kwarcowym średnioziarnistym lub wace kwarcowej. Niekiedy piaskowce stanowią nieregularne okruchy w obrębie mikrytów, na kontakcie z którymi obserwowano obwódki ilaste. Mikryty (88%) laminowane, nieco zailone, w składzie materiału ziarnistego bioklasty stanowią 10%, kwarc 0,5%. Bioklasty złożone są z rozproszonych lub ułożonych laminarnie pancerzyków małżoraczków (10%). Skała ta odpowiada madstonom z bioklastami.

W stropowej części osadów retu występują wapienie detrytyczne (tab. 2C). W mikrytowym tle skalnym (62,5–67%) tkwią bioklasty — 23%, kwarc 10–12%. Szczątki fauny zgrupowane są w laminach zapiaszczonych. Ziarna kwarcu o rozmiarach od 0,8–1,4 mm często są skorodowane przez węglany. Wśród bioklastów liczne są skorupki otwornic, ślimaków, fragmenty muszli małżów cienkoskorupowych, pancerzyki małżoraczków i szczątki fosforanowe. Skład petrograficzny tych wapieni odpowiada wakstonom.

Najwyższą część profilu stanowią dolomikryty. Zbudowane są z dolomikrytu laminowanego dolomikrytem detrytycznym. W laminach detrytycznych obecne są pokruszone skorupki fauny (12%), drobne żyłki sparytowe (10%) oraz kwarc (5%) o wielkości ziarn około 0,06 mm.

Osady zaliczane do retu górnego w otworze Opoczno PIG 2 różnią się zdecydowanie od ich odpowiedników w otworze Radoszyce 3 (Dembowska, 1957) znacznie częstszym występowaniem osadów piaszczystych oraz brakiem poziomów siarczanych uniemożliwiających wydzielenie warstw gipsowych II, a zbliżone są do analogicznych osadów z otworu Stuzianna IG 2 (Jurkiewicz, 1988).

Opisane osady początkowo powstawały w brzeżnej części płytkiego zbiornika morskiego ze znacznym dopływem materiału terygenicznego. Obecność pokruszonych szczątków organicznych świadczy o silnym wpływie falowania i zmianach linii brzegowej zbiornika.

WAPIEŃ MUSZLOWY

Jednostkę tę wyróżniono go na głębokości 1074,5–1221,5 m na podstawie wykształcenia litologicznego osadu, występowania fauny oraz analizy profili geofizycznych. Stwierdzono obecność pełnego profilu wapienia muszlowego. Rdzeniowany był głównie dolny wapień muszlowy i niezbyt duża część środkowego wapienia muszlowego.

Wapień muszlowy dolny

Wydzielenie to leży zgodnie na dolomikrytowych utworach retu górnego a pod marglisto-dolomitycznymi osadami wapienia muszlowego środkowego (głęb. 1143,0–1221,5 m). Dolna granica obserwowana w rdzeniu lokuje się w miejscu pojawienia się wapieni z liczną fauną małżów i członami łodyg liliowców. Górna granica wyznaczona została w obrębie próbek okrucowych na podstawie wykształcenia osadu i analizy profili geofizycznych.

Utwory wapienia muszlowego dolnego wykształcone są w facjach wapiennych gdzie wapienie różnych typów wzajemnie się przeławicają. Najniższe 10 m profilu budują wapienie mikrytowe, biomikrytowe i biosparytowe. Spągowa część profilu wykazuje zapiaszczenie osadu natomiast w stropowej występują laminowane faliście wkładki margliste z intraklastami. Tło skalne w przeważającej części stanowi mikryt (50–77%) w niewielkiej ilości ze sparytem (2–10%) lub mikrosparytem (tab. 2C). Dominującym składnikiem ziarnistym są bioklasty (17–40%), wśród których liczne są pokruszone, rzadziej całe, skorupki małżów, ułożone bezładnie lub czasami zgodnie z laminacją osadu oraz członami łodyg liliowców o średnicy do 0,54 mm. Na głębokości 1219,4–1221,5 m występują skorupki otwornic, ślimaków i pancerzyki małżoraczków. Partiami skorupki są gęsto upakowane i stykają się ze sobą. Lamininy zawierające mikrofaunę wykazują wzbogacenie w kwarc (5%). Ziarna kwarcu o średnicy 0,04–0,06 mm są częściowo obtoczone czasem towarzyszą im grudki mikrytowe. Wypełnienia skorupki są najczęściej mikrytowe, miejscami zailone, czasem mikrosparytowe. W niektórych skorupkach sparyt zastąpiony jest przez gips. Petrograficznie osady te odpowiadają wakstonom, wakstonom zapiaszczonym i pakstonom. Nad tymi utworami (głęb. 1209,0–1219,0 m) leżą mikryty poziomo lub faliście laminowane z przeławiczeniami biomikrytów krynoidowych, małżowokrynoidowych i mułowców wapiennych z cienkimi wkładkami zlepieńców śródformacyjnych. Skład petrograficzny tych skał jest zbliżony do niżej leżących lecz jakościowo zmienia się skład bioklastów oraz mniejsza jest zawartość kwarcu. Uśredniony skład petrograficzny tych osadów przedstawiono w tabeli 2C i przedstawia się następująco: mikryt 69–74%, bioklasty 23–28%, kwarc 1%. Odpowiadają one wakstonom i wakstonom krynoidowym.

Wyżej leżą szare i ciemnoszare mikryty poziomo laminowane. Skała pocięta jest szwami stylolitowymi. W obrębie mikrytów wkładki z fauną są rzadsze i cieńsze. Fauna najczęściej zgrupowana jest w laminach, w których udział jej dochodzi do 20–30%. Część laminek detrytycznych zawiera kwarc detrytyczny. Niekiedy obserwuje się w tle nieco pirytu i spirytizowane skorupki fauny. Udział ziarnistych składników ku górze profilu maleje na korzyść mikrytów szarych z wkładkami mikrytów marglistych, poziomo lub faliście laminowanych ciemnoszarymi iłowcami lub mułowcami. Strop budują margle dolomityczne, mikryty margliste, margle i ciemnoszare mułowce (tab. 2C).

Osady dolnego wapienia muszlowego powstawały w płytkim epikontynentalnym morzu otwartym. Wapienie wykazujące laminację poziomą powstawały w wodach spokojnych poniżej normalnej podstawy falowania. Częste obniżanie się podstawy falowania powodowało erozję osadu, przerabianie go i redepozycję. Działalność fal i prądów doprowadziła do powstania zlepieńców śródformacyjnych oraz niszczenia elementów szkieletowych mikro- i makrofauny.

Wapień muszlowy środkowy

Utwory środkowego wapienia muszlowego (głęb. 1100,5–1143,0 m) reprezentują mikryty, mikryty margliste poziomo lub faliście laminowane oraz dolomikryty i dolosparyty z anhydrytami, laminowane iłowcami. Rdzeniem został rozpoznany tylko 6 m odcinek profilu na głębokości 1130,0–1136,0 m. Płytkami cienkimi rozpoznano dolomity na głębokości 1130,7–1133,8 m. Obserwowano tu dolomikryty poziomo laminowane dolomikrytem nieco zailonym, z domieszką ziarn kwarcu o średnicy <0,06 mm (pył gruboziarnisty) i mikrytowych pancrzyków małżoraczków lub kuleczek pirytu o średnicy 0,001 mm. Skład petrograficzny tych osadów przedstawia się następująco: dolomikryt 98,0%, kwarc 0,5%, bioklasty 1% i piryt 0,5%. Odpowiadają one madstonom dolomitowym.

Na głębokości 1130,4 m obserwowano muł dolomitowy miejscami przechodzący w mikrosparyt poprzetykany ułożonymi smużycie igiełkami anhydrytu. Igiełki generalnie ułożone są zgodnie z laminacją, ale obecne są również ułożone bezładnie. W smużkach anhydrytowi towarzyszy szary gips i drobne, rozproszone ziarna siarczków. Skład petrograficzny tych skał przedstawia się następująco: dolomikryt — 69%, siarczany — 30% i kwarc — 1%.

Osady dolomitowo-anhydrytowe sedymentowały w płytkiej strefie sublitoralnej z wpływami silnie zasolonej laguny, w której nastąpiło osadzanie siarczanów (Gradziński i in., 1986). Wapień mikrytowe margliste i dolomityczne leżące powyżej dolomitów powstawały w głębszej strefie sublitoralnej.

Wapień muszlowy górny

Osady tego wydzielenia przewiercono bezrdzeniowo (głęb. 1074,5–1100,5 m). Zarówno jego dolna jak i górna granica została wyznaczona w obrębie próbek okrucowych oraz w oparciu o badania geofizyczne i wykształcenie osadu. W budowie profilu utworów górnego wapienia muszlowego udział biorą wapień mikrytowe, wapień sparytowe, mułowce i iłowce wzajemnie się przeławicające.

Osady te wykształceniem litologicznym są zbliżone do utworów analogicznego wieku z otworu Nieświń PIG 1 (Kowalczewski, 1991) i Studzianna IG 2 (Jurkiewicz, 1988).

Maria KULETA¹, Andrzej IWANOW²

KAJPER I „RETYK”

Osady kajpru i „retyku” w otworze Opoczno PIG 2 występują na głębokości 560,5–1074,5 m, a retyku na odcinku 535,0–560,5 m. Rdzeniowane były w minimalnym zakresie — 38 m rdzenia na 514 m kajpru i „retyku”, a retyk przewiercono bezrdzeniowo. Mało zróżnicowane wykształcenie litologiczne profilu, niewielki stopień rdzeniowania i silne spękanie rdzenia nastęrczało wiele trudności w wyróżnianiu jednostek niższego rzędu i wyznaczaniu ich granic, które określono przede wszystkim na podstawie krzywych karotażu geofizycznego.

We wcześniejszej wersji opracowania zastosowano podział kajpru według obowiązującego wówczas schematu litostratigraficznego (Iwanow, 1998) wyróżniając kajper dolny, środkowy, górny i retyk. Obecnie zastosowano podział na podstawie nowej standardowej tabeli stratygraficznej Polski, w której kajper (ladyn i karnik) kończą warstwy gipsowe górne. Powyżej występują osady „retyku” zaliczane do noryku i najwyższa części osadów zaliczana do piętra retyk.

Kajper

Wydzielenie to (głęb. 782,0–1074,5 m) w niższej części (933,0–1074,5 m) wykształcone jest głównie w facji szarych mułowców i iłowców marglistych lekko dolomitycznych. W badanym 7 m odcinku rdzenia w obrębie mułowców występują przerosty piaskowców drobnoziarnistych oraz pojedyncza, cienka (5 cm) warstewka wapienia okrucowego.

Mułowce i iłowce są bryłowo spękanе. Odcinkami, tylko w partiach piaszczystych, widoczna jest słabo zachowana subtelną laminacją deformowaną bioturbacjami, korzeniami roślin, pogrążami i rozmyciami. W całości powszechny jest udział substancji węglistej stowarzyszonej z pirytem, rozproszonych bądź skupionych w drobnych laminach. Notowane są również odciski pokruszonych skorupki i drobny detrytus fosforanowy. W najniższej części rdzeniowanego odcinka występują pojedyncze gruzły węglanowe.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

² Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Skład jakościowy mułowców, iłowców i piaskowców jest stały w profilu, zmieniają się tylko proporcje i wymiary składników (tab. 2B). Piaskowce odpowiadają składem wakom sublitycznym przy zawartości kwarcu — 33%, skaleni — 3%, okrucuchów skał — 20%, łyszczyków — 2% i 40% illitowo-chlorytowego spoiwa z domieszką materiału pyłowego. Zarówno ziarna kwarcu jak i większości pozostałych składników są ostrokrawędziste o zarysach kulistych i wydłużonych. Złe jest także wysortowanie mierzone różnicą maksymalnego 0,45 mm (1,17 phi) i najczęstsze 0,15 mm (2,75 phi) wymiaru ziarna kwarcu. Skład litoklastów jest bardzo urozmaicony. Obok skał kwarcowych mikro- i drobnoziarnistych występują kwarcowo-illitowe, kwarcowo-chlorytowe, ilaste, ilasto-krzemionkowe, skaleniowo-kwarcowe oraz węglanowe mikrytowo-sparytowe. Rozmieszczenie składników jest bezładne. Illitowo-chlorytowe tło zawiera liczne skupienia pirytu i rozproszoną substancję węglistą.

Występującą na głębokości 1032,3 m 5 cm warstwę wapienia okrucuchowego określono jako rudston intraklastowo-onkoidowy. Składnikami ziarnistymi o wymiarach 3–5 mm są intraklasty madstonów i pakstonów bioklastycznych oraz onkoidy. Spoiwem jest sparytowy kalcyt oraz zailony mikryt z domieszką pyłowych ziarn kwarcu. W obrębie wapienia występuje dość dużo pirytu zgromadzonego głównie w zewnętrznych częściach porów wypełnionych kalcytem.

Stropowa część profilu niższego kajpru wykształcona jest w typowych dla tej części jednostki litofacjach. Są to szaro-brunatno-oliwkowe, pstre, mułowce ilaste miejscami piaszczyste o zdeformowanych bądź niewykształconych strukturach depozycyjnych, najczęściej skruszone, o oddzielności skorupowej. Zawierają gruzłowe i żyłkowe skupienia kalcytu o wielkości do 1,5 cm. Występują również pakiety zbudowane z naprzemianległych warstewek pyłowców i iłowców gdzie zachowały się ślady struktur poziomych i falistych zniekształconych przez korzenie roślin, bioturbacje, spływy, rozmycia i pograży.

W pyłowcach obok ziarn kwarcu — 45% występują znaczne ilości okrucuchów skał ilasto-krzemionkowych — 25% oraz nieliczne skaleni — 3% i łyszczyki — 2%. Spoiwo stanowi matriks ilasty silnie przepojony wodorotlenkami żelaza. Towarzące pyłowcom iłowce zawierają zmienną domieszkę materiału pyłowego.

Osady bez widocznych struktur sedimentacyjnych są mułowcami o równoważnych ilościach materiału pyłowego do ilastego i składzie jak w wyżej opisanych pyłowcach. Składniki rozmieszczone są nierównomiernie, bezładnie, lub tworzą smugi, gniazda, zdeformowane laminy. Podobnie nieregularnie rozmieszczony jest pigment żelazisty. Występujące w ich obrębie nodule węglanowe zbudowane są z kalcytu mikrytowego, sparytowego bądź włóknistego. Wewnętrzna struktura gruzłów jest bezładna, a czasem nieregularnie, koncentrycznie podkreślana wodorotlenkami żelaza. Wnętrza niektórych zawierają „septariowe” spękania wypełnione kolumnowym bądź blokowym kalcytem lub gipsem.

W środkowej części omawianej jednostki wyróżniono **dolomit graniczny i piaskowiec spągowy** (inter. 908,0–933,0 m), przewiercone bezrdzeniowo, wykształcone jako mułowce i piaskowce z wkładkami iłowców dolomitycznych.

Występujące wyżej osady zaliczono do **warstw gipsowych dolnych** (głęb. 856,0–908,0 m). Budują je osady marglisto-ilaste, dolomityczne, szaroczarne, drobno poziomo laminowane, z nielicznymi kilkucentymetrowymi wkładkami wapieni dolomitycznych, bioklastycznych — rudstonów, pakstonów i mikrytowych — madstonów ilastych (rozpoznane 6 m odcinkiem rdzenia). Poszczególne laminy różni udział węglanów i materiału ilastego z domieszką pyłu kwarcowego, pirytu i substancji organicznej. Intensywność laminacji jest zmienna w profilu, a grubość lamin wynosi 0,2–0,5 cm jasnoszarych i 0,5–2 cm ciemnoszarych. Zawartość węglanów określona w analizach chemicznych wynosi średnio 28% przy równych proporcjach kalcytu i dolomitu (tab. 1) co kwalifikuje omawiane skały do margli ilastych i dolomitycznych.

Wapienie bioklastyczne odpowiadające mikrolitofacjalnie madstonom i pakstonom bioklastycznym zostały stwierdzone w dwu, mocno odgraniczonych od reszty skały, wkładkach grubości 5 i 3 cm. Materiał szkieletowy stanowią pokruszone (1–5 mm) wypełnione sparytem skorupki mięczaków, ułożone horyzontalnie i gęsto upakowane (do 90%) (tab. 2B). Zarysy ich podkreślone są cienką otoczką mikrytową i pirytem. Spoiwem jest masa ilasto-mikrytowa z domieszką pyłu kwarcowego, pirytu i substancji organicznej. W najniższych partiach wkładek wapieni występują intraklasty iłowców.

Piaskowiec trzciniowy (głęb. 842,0–856,0 m) wykształcony jako piaskowce i mułowce szarzielone i **warstwy gipsowe górne** (głęb. 782,0–842,0 m) reprezentowane przez iłowce oraz mułowce marglisto-dolomityczne szare i brązowoszare, rzadziej margle dolomityczne, przewiercono bezrdzeniowo.

„Retyk”

W profilu tego wydzielenia (głęb. 560,5–782,0 m) wyróżniono: **anhydryt stropowy** (głęb. 771,0–782,0 m) i **część główną** (głęb. 560,5–771,0 m).

Anhydryt stropowy wykształcony jest jako szare iłowce i mułowce margliste miejscami lekko dolomityczne z nieregularną zdeformowaną lub niewykształconą laminacją, spękanie o oddzielności skorupowej (rozpoznany w 6 m fragmencie rdzenia). W ich obrębie występuje kilka wkładek margli ilasto-piaszczystych z bioklastami i intraklastami. Na głębokości 744,0–744,4 m obecne są gniazdowo-gruzłowe skupienia anhydrytu o średnicy do 0,5 cm.

Poszczególne odmiany litologiczne różnią proporcje składników przy niezmiennym ich składzie jakościowym. Tło skały stanowi masa mikrytowo-ilasta (40–68%), w której występują bezładnie rozmieszczone lub zgrupowane w smugach składniki detrytyczne. Terygeniczne reprezentowane są przez kwarc (10–45%), okrucuchy skał kwarcowo-ilastych oraz mikryto-

wo-spartytowe wapienie (2–15%), a allochemiczne przez drobny detrytus węglanowej fauny, większe okruchy fosforanowe oraz intraklasty mikrytowe (2–20%) (tab. 2B). Ziarna kwarcu są kanciaste i słabo wysortowane, przy kształtach kulistych i wydłużonych często mają nieostre zarysy. Lepsze nieco obtoczenie obserwuje się we frakcjach drobniejszych — pyłowych. Tło impregnowane jest drobnymi skupieniami pirytu, miejscami wodorotlenkami żelaza. W smugach z większym nagromadzeniem kwarcu występuje również spoiwo spartytowe.

Część główną w dolnej części stanowią szare i szaro-brunatne mułowce ilaste i mułowce z nielicznymi wkładkami margli, ze zdeformowaną laminacją poziomą lub bezstrukturalne, spękane bryłowo, w górnej części — piaskowce drobnoziarniste szare i szarozielone z brunatnymi plamkami oraz mułowce piaszczyste brunatnoszare, miejscami wapieniste (dwa rdzeniowane odcinki o łącznej długości 11,3 m). Notowane są tu pojedyncze cienkie (ok. 1 cm) wkładki brekcji sedimentacyjnej złożonej z okruchów mułowców i ilowców. Prawie w całym profilu stwierdzono zawartość drobnego, rozproszonego detrytusu zwęglonej flory. W piaskowcach występuje dobrze wykształcona laminacja pozioma, falista i przekątna małoskalowa typu zmarszczkowego. Mułowce są bezstrukturalne i spękane. Piaskowce składem odpowiadają wakom sublitycznym przy zawartości kwarcu 40–50%, skaleni 3%, okruchów skał ilastych i ilasto-krzemionkowych 15–16%, łyszczyków 1–2% i spoiwa matriksowego 30–40% (tab. 2B). W spoiwie występuje również domieszka mikrytu. Rozmieszczenie składników jest bezładne lub laminacyjne. Ziarna kwarcu wykazują niewielki stopień obtoczenia. Są kanciaste i półobtoczony, kuliste w przewodzie nad wydłużonymi, nieźle wysortowane (np. d_{max} . kwarcu 0,15 mm (2,75 phi), d_{mf} 0,1 mm (3,34 phi).

RETYK

Profil piętra retyk wyróżniony na głęb. 535,0–560,5 m reprezentowany przez jasnoszare piaskowce drobnoziarniste oraz szare i brunatne ilowce przewiercono bezrdzeniowo.

Niewielka ilość informacji sedimentologicznych pozwala tylko na ogólne wnioski o środowisku powstania badanych osadów kajpru i „retyku”, które potwierdzają istniejące poglądy o rozwoju basenów sedimentacyjnych w badanej jednostce (Gajewska 1997; Deczkowski, 1997; Iwanow 1996, 1998). Za miejsce depozycji osadów niższego kajpru uznać można reliktowy zbiornik wycofującego się morza wapienia muszlowego, które przekształca się w bagniste jezioro. Świadczą o tym liczne ślady korzeni roślin zachowane w osadach i duże nagromadzenie zwęglonej flory. Zmiana barwy osadów z szarej na brunatnooliwkową i obecność gruzłów kalcytowych wskazują na wynurzenia i rozwój węglanowych poziomów glebowych typu *caliche*, a tym samym na zmianę klimatu wilgotnego na okresowo suchy.

Powstanie osadów dolnych warstw gipsowych można odnieść do środowiska morskiego — lagunowego. Wkładki muszlowca, występujące w obrębie osadów marglistych, mają typowe cechy utworów związanych ze sztormami, podczas których materiał detrytyczny z płytszych części zbiornika transportowany był w głębsze jego partie.

Charakter litologiczny piaskowca trzciniowego i górnych warstw gipsowych może wskazywać na wycofanie się zbiornika lagunowego i rozwój osadów w środowisku jeziornym i rzek meandrujących przechodzącym ku górze w strefę laguny.

Wykształcenie litologiczne dolnej części „retyku” (anhydryt stropowy) jest partiami zbliżone do warstw gipsowych dolnych. Można zatem przyjąć, że i te osady powstawały w obrębie laguny, jednak w płytszej jej części. Cechy osadów wyższej części „retyku” wskazują na lądowe, fluwialne środowisko ich powstania.

Zbigniew ZŁONKIEWICZ¹

JURA DOLNA

Profil utworów jury dolnej budują piaskowce, mułowce i ilowce. Wobec braku przesłanek paleontologicznych kompleksy litologiczne, odpowiadające formacjom (seriom) wydzielanym w obrębie Gór Świętokrzyskich (Pieńkowski, 1997, 2004), wyróżniono na podstawie danych z profilowania geofizycznego (fig. 4). Informacje pochodzące z próbek okrucowych, wzbogaconych w piaskowce, często nie odpowiadają rzeczywistemu wykształceniu litologicznemu i mogą mieć ewentualnie znaczenie uzupełniające. Wykorzystanie metod stratygrafii sekwencyjnej pozwoliło na analizę badanego profilu w aspekcie rozwoju sedimentacji w dolnojurańskim basenie Polski Centralnej (Feldman-Olszewska, 1997; Pieńkowski, 1997, 2004). Uzupełnieniem były informacje o litostratygrafii jury dolnej pochodzące z otworów: Studzianna IG 1 i Ostałów PIG 1 (Karaszewski, 1962), Brody-Lubienia (Kozydra, 1962; Pieńkowski, 1997), Eugeniów (Pieńkowski, 1983, 2004) oraz

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

Profil jury dolnej w otworze Opoczno PIG-2

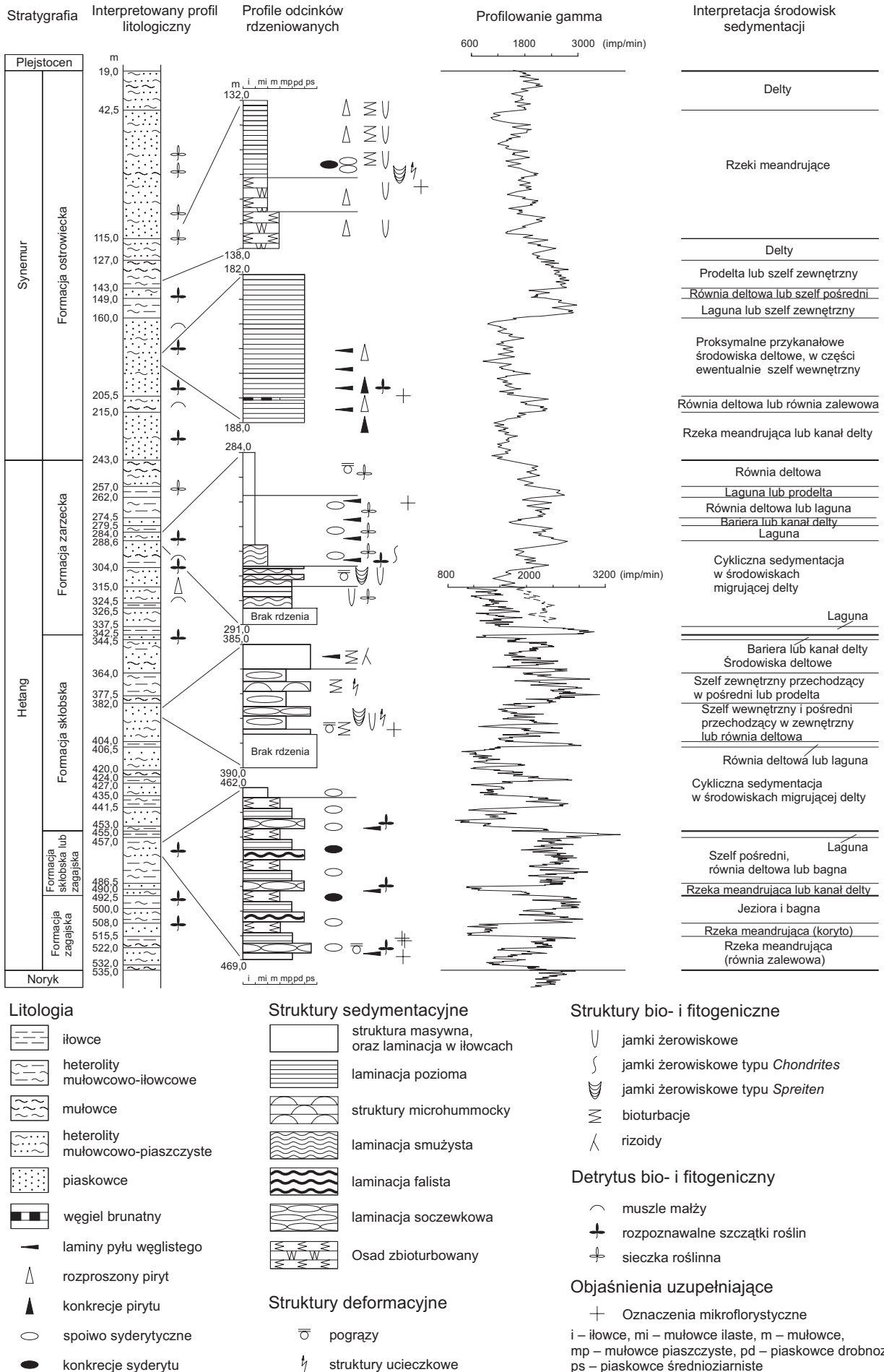


Fig. 4. Profil jury dolnej w otworze Opoczno PIG 2

Nieświń PIG 1 (Złankiewicz, 1991) i Ostałów PIG 2 (Złankiewicz, 1995, 2007). Prezentowany podział litostratygraficzny profilu, oparty na niejednoznacznych kryteriach, uzależniony jest od koncepcji rozwoju regionalnego.

W profilu otworu Opoczno PIG 2 wyróżniono formacje odpowiadających dotychczasowym seriom litostratygraficznym liasu świętokrzyskiego: zagajskiej, skłobskiej (gromadzickiej), zarzeckiej (rudonośnej) i ostrowieckiej. Reprezentują one przedział wiekowy: hetang–synemur, a ich powstanie związane jest z cyklami sedymentacyjnymi od T-4 III do J-1 III. Ich wykształcenie litologiczne zasadniczo nie odbiega od typowego wykształcenia północno-zachodniej części obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich. Charakter zgromadzonych informacji i nieznaczny stopień rdzeniowania otworu nie pozwalają jednak na istotne w badaniach, bardziej szczegółowe obserwacje sedymentologiczne, co w niektórych przypadkach zmusza do przyjęcia alternatywnych interpretacji paleośrodowiskowych i stratygraficznych.

HETANG

Do **formacji zagajskiej** (głęb. 492,5–535,0 m) zaliczono trójdzielny pakiet osadów, leżący na utworach retyku. W partii przyspagowej (głęb. 515,5–535,0 m) nad pakietem mułowcowym znajdują się osady, należące do trzech cykli piaskowco-mułowcowych, o rosnącym ku górze udziale frakcji ilastej, z ilowcami w stropie najmłodszego cyklu. Wyżej (inter. 508,0–515,5 m) leżą piaskowce z rzadkimi przewarstwieniami mułowców. W części najwyższej (głęb. 492,5–508,0 m) stwierdzono przewarstwiający się mułowce i ilowce, z nielicznymi wkładkami piaskowców i laminami węgla. W próbkach okruchowych w profilu formacji zagajskiej stwierdza się jasnoszare drobnoziarniste piaskowce, sporadycznie ze średnim ziarnem oraz jasno i ciemnoszare mułowce, często o oddzielności łupkowej, z wkładkami łupków ilastych, a miejscami także okruchy węgla.

Trudną do uchwycenia w profilu otworu dolną granicę serii zagajskiej wyznacza charakterystyczny dla retyku wzrost udziału skał ilastych, odnotowany przez krzywe geofizyczne. Istnienie granicy z retykiem na głębokości 535,0 m potwierdzają cechy charakterystyczne dla najwyższego triasu; wapniistość — obserwowana w próbkach okruchowych, poczynając od głębokości 540,0 m oraz obecność okruchów szarobrazowych mułowców, bądź ilowców, których udział wzrasta w interwale 544,0–572,0 m. Tkwią one wśród szarych mułowców, ilowców. Do głębokości 556,0 m towarzyszą im okruchy białoszarych piaskowców drobnoziarnistych, z których przynajmniej część pochodzi z osypujących się w trakcie wiercenia jurajskich partii profilu. Górną granicę serii przyjęto w spągu pakietu piaskowcowego, być może należącego już do formacji skłobskiej.

Profil poniżej głębokości 508,0 m budują aluwia rzek meandrujących, w części niższej reprezentujące osady równi zalewowych, a pakiet piaskowców jest osadem korytowym, wieńczącym kompleks osadów związanych z cyklem sedymentacyjnym T-4 III. Powyżej głębokości 508,0 m występują osady bagien i jezior przybrzeżnych, związane z początkiem transgresji cyklu sedymentacyjnego J-1 I. Osady te powstały zatem w typowych środowiskach sedymentacyjnych najniższego hetangu.

Problematyczny zespół litofacjalny, należący do **formacji zagajskiej lub skłobskiej** (455,0–492,5 m), rozpoczynają przy spągu mułowce piaszczyste, przechodzące ku górze w piaskowce z laminami węgla lub fragmentami zwęglonego drewna (do głęb. 486,5 m). W próbkach dominują okruchy jasnoszarych drobnoziarnistych piaskowców, podrzędnie występują jasnoszare mułowce i ilowce, sporadycznie węgiel. Powyżej rozpoznano mułowce i ilowce (w próbkach okruchowych jasno- i ciemnoszare) z rzadkimi wkładkami piaskowców.

W rdzeniu obejmującym interwał 462,0–469,0 m (7,0 m rdzenia) uzyskano szare mułowce i mułowce piaszczyste, z wkładkami (5–10 cm) jasnoszarych piaskowców drobnoziarnistych, a nawet średnioziarnistych. Dominują różnoziarniste mułowce kwarcowe o spoiwie mikrytowo-ilastym, syderyticznym, którego udział sięga ponad 50%, z licznym pelitem kwarcowym. Spagową i stropową część rdzenia tworzą mułowce i mułowce ilaste syderytyczne. Obserwuje się przeważnie gęstą laminację smużystą i falistą, rzadziej poziomą, złożoną z jasno- i ciemnoszarych warstewek. Zauważalne są cykle sedymentacyjne o miąższości kilkudziesięciu centymetrów, z granicami erozyjnymi. Obecne są pogrzy, ukośne jamki mieszkalne i poziomy zbioturbowane, zwykle pojawiające się ponad osadem ilastym laminowanym poziomo. W piaskowcach spotyka się smużki nagromadzonego pyłu węglatego oraz zwęglone fragmenty liści i łodyg sagowców. Oznaczenia palinologiczne próbek z głębokości 468,0–468,9 m wykonane przez A. Fijałkowską (zespół XIII) nie sprecyzowały wieku osadów. W partiach ilastych powstały gruzłowe skupiska mikrytu syderytowego, pozbawione materiału detrytycznego. W płycie cienkiej z głębokości 468,95 m stwierdzono mułowiec o spoiwie syderyticzno-ilastym ze skupiskami spoiwa mikrytowego i licznymi hydromikami (ok. 40%). Zawartość FeCO₃ wynosi 25,06% (tab. 1). Materiał detrytyczny (ok. 30 %) zwykle reprezentowany jest przez słaboobtoczony średnioziarnisty pył kwarcowy. W piaskowcu drobnoziarnistym z głębokości 468,6 m materiał detrytyczny reprezentowany jest niemal wyłącznie przez kwarc słaboobtoczony, rzadko przez kwarcyty (tab. 2D). Spoiwo, którego udział sięga niemal 50%, tworzy mikryt, prawdopodobnie syderytowy, z rozproszonym drobnoziarnistym pyłem kwarcowym. Obecne są smugi nieprzeźroczystego spoiwa żelazistego.

Dolną granicę opisanego odcinka profilu, z utworami bezdyskusyjnie należącymi do formacji zagajskiej, przyjęto w stropie kompleksu mułowcowo-ilowcowego na głębokości 492,5 m. Jest to granica ustalona na podstawie interpretacji paleośrodowiskowych. Leżącemu ponad nią pakietowi piaskowców można przypisać genezę aluwialną, a kompleks mułowco-

wo-iłowcowy z wkładkami piaskowców przykrywający pakiet piaskowców, można uznać za osad jezioro-bagienny. Taka interpretacja skłania ku zaliczeniu omawianego odcinka profilu do formacji zagajskiej. Uznanie pakietu piaskowców za osad kanału deltowego lub szelfu bliskiego, a nadległych mułowców i iłowców z piaskowcami za osad równi deltowej lub szelfu pośredniego, sugeruje przynależność do formacji skłobskiej. Za pierwszą interpretacją przemawiają kryteria miąższościowe („seria zagajska” w Studziannej IG 1 liczy 137,0 m; w Ostałowie PIG 1 — 140,0 m). Za drugą — analogie z profilem z Eugeniowa (formacja zagajska — 66,0 m) oraz Ostałowa PIG 2, w którym około 73 m nad spągami jury dolnej utwory mułowcowe rozdzielone są parometrowym pakietem piaskowcowym, powstałym najprawdopodobniej w strefie pływów, a więc związanym z transgresją zbiornika cyklu sedymentacyjnego J-1 I, czyli należącym już do formacji skłobskiej.

Górną granicę przyjęto w spągu piaskowcowo-mułowcowych osadów bezsprzecznie należących do formacji skłobskiej.

Formacja skłobska (głęb. 342,5–455,0 m) jest dwudzielna. W części dolnej (poniżej głęb. 406,5 m) stwierdzono przede wszystkim utwory piaszczyste, przewarstwiane mułowcami i iłowcami, należące do odwróconych, rzadziej symetrycznych, cykli sedymentacyjnych. W interwałach 406,5–420,0 m i 427,0–435,0 m zdecydowanie dominują piaskowce. Górną część profilu tej formacji, powyżej głębokości 406,5 m tworzą przewarstwiane się mułowce, iłowce i podrzędnie piaskowce. Początkowo obserwuje się ku górze profilu stopniowy wzrost udziału facji ilastej, którego maksimum przypada na interwał 376,5–377,5 m. Wyżej, aż do stropu formacji, zaznacza się stopniowo wzrastający udział wkładek piaskowcowych. Obserwuje się tu proste, rzadziej odwrócone, cykle sedymentacyjne. Przy stropie odnotowano obecność lamin węgla.

Dolną granicę formacji wyznacza strop iłowców należących do utworów wyodrębnionych jako formacja zagajska lub skłobska. Górną granicę formacji przyjęto w spągu pakietu iłowców zaliczonych do formacji zarzeckiej.

Interwał 385,0–390,0 m objęto rdzeniowaniem (4,0 m rdzenia). Najniższą jego część (ok. 389,0–390,0 m) reprezentują mułowce ciemnoszare i szare w gęstej laminacji soczewkowej i falistej, o przewodzie lamin ciemnych (ok. 70%). Widoczne są ślady erozji lamin. Grubszym laminom jasnym towarzyszą poziome kanały bioturbacyjne, jamki ukośne oraz jamki żerowiskowe typu *Spreiten*, struktury ucieczkowe gazów, pograży i uskoki wczesno diagenetyczne. W płycie cienkiej z głęb. 389,4 m stwierdzono laminowany mułowiec o spoiwie ilasto-węglanowym, mikrytowym, najprawdopodobniej syderytycznym. Laminacja jest związana ze zróżnicowanym udziałem spoiwa i klastów, poziomami nagromadzenia związków żelaza i zwęglonych szczątków roślinnych. Detrytyt reprezentuje drobny i średnioziarnisty pył kwarcowy, bardzo słabo obtoczony. Spotyka się ziarna zwietrzałych mik. W laminach mułowców o większej zawartości spoiwa węglanowego udział ziaren kwarcu drobnoaleurytowego sięga około 40%. Obecne są liczne agregaty mikrytowe i rozproszone liczne miki, częściowo wchodzące w skład spoiwa. Miejscami mikryt rekrytalizuje w mikrosparyt. W laminach pyłowców udział klastów przekracza 90%. Dominuje spoiwo rekrytalizacyjne krzemionkowe, podrzędnie występuje ilasto-krzemionkowe, wypełniające pory, miejscami wypierane przez mikryt.

Część środkową odcinka rdzeniowanego (int. 386,0–389,0 m) budują szare mułowce piaszczyste (około 70%), laminowane jasnoszarymi piaskowcami. Widoczne są laminacje soczewkowe, smużyste i faliste oraz mikrohummocky. Licznie zaobserwowano poziomy zbioturbowane, obejmujące poszczególne laminy lub ich całe pakiety. Rzadziej widoczne są kanały i jamki żerowiskowe m.in. typu *Spreiten*. Obecne są struktury ucieczkowe gazów. Na głębokości 387,5 m stwierdzono warstwki szarobiałego piaskowca liczące 10 cm miąższości. Tworzy je materiał ziarnowy należący do drobnej, rzadziej średniej frakcji piaszczystej, reprezentowany przez dobrze i słabo obtoczony kwarc, rzadziej kwarcyty i okruchy skał ilasto-krzemionkowych, chalcedonitów, pojedyncze okruchy mik i minerały żelaziste (tab. 2D). Typ i udział spoiwa zmienia się w poszczególnych laminach. Dominuje spoiwo wypełniające pory między ziarnami, złożone z okruchów drobnego i średniego aleurytu kwarcowego, rozproszonego w tle ilasto-krzemionkowym. Spotyka się laminy o przewodzie spoiwa mułowcowego nad detrytem psamitowym, podrzędnie również laminy psamitowe, gdzie ziarna spojone są rekrytalizacyjnie. Na głębokości 386,6 m stwierdzono porowaty mułowiec kwarcowy średnioziarnisty. Obok aleurytowego kwarcu występują pojedyncze okruchy mik, tlenków żelaza i drobne szczątki roślinne. Ziarno spojone jest rekrytalizacyjnie, partiami spoiwem ilastym.

Najwyższą część rdzenia (385,0–386,0 m) budują twarde jasnoszare piaskowce kwarcowe, drobnoziarniste, rzadziej różnoziarniste o drobnym i średnim ziarnie. Obok rzadkich „czystych” piaskowców, w skale zazwyczaj obserwuje się gęstą sieć nieregularnych nagromadzeń pyłu węglatego, związaną ze strukturami fitogenicznymi, ewentualnie zaburzoną bioturbacjami.

W próbcie z głębokości 388,3–388,4 m A. Fijałkowska oznaczyła zespół mikroflorystyczny, podobny do opisanego powyżej, w problematycznych utworach zaliczonych do formacji zagajskiej lub skłobskiej, zawierający m. in. *Aratrisporites minimus* Schulz charakterystyczny dla hetangu.

Utwory formacji skłobskiej leżące poniżej głębokości 406,5 m reprezentują cykliczne osady środowisk deltowych, bliskie migrującym korytom rozprowadzającym. Powstały one we wczesnym etapie transgresji zbiornika brachicznego w cyklu sedymentacyjnym J-1 I. Powyżej, tj. do głębokości 382,0 m występują osady cykliczne, powstałe w coraz bardziej dystalnych rejonach środowisk deltowych lub na równi zalewowej. Interwał 364,0–382,0 m tworzą utwory szelfu zewnętrznego i szelfu pośredniego, miejscami z zaznaczającymi się wpływami falowania podczas sztormów. Ewentualnie mogą to być osady równi deltowej lub prodelty, odpowiadające etapowi maksymalnego zalewu. Powyżej głębokości 364,0 m obserwuje się najprawdopodobniej powrót środowisk deltowych, związany ze stabilizacją poziomu morza.

Do **formacji zarzeckiej** (głęb. 243,0–342,5 m) zaliczono zróżnicowany odcinek profilu złożony z utworów w przewadze mułowcowych, rozdzielających formację skłobską i ostrowiecką, w budowie których ma znaczny udział facja piaszczysta. W profilu otworu granicę dolną formacji zarzeckiej wyznacza 5-metrowej miąższości pakiet iłowcowy. Granicę górną przyjęto w miejscu zmiany litologii z mułowców na piaskowce.

Profilowanie geofizyczne pozwoliło na wyodrębnienie pomniejszych kompleksów litologicznych. Ponad spągowym pakietem iłowcowym (337,5–342,5 m) z laminką węgla tuż przy dolnej granicy, stwierdzono kompleks mułowcowy (315,0–337,5 m) zaczynający się mułowcem ilastym. Wkładowki ilaste odnotowano także w interwale 324,5–326,5 m, jednak ku stropowi kompleksu zaznacza się coraz intensywniej wpływ facji piaszczystej. W próbkach okruchowych pochodzących z głębokości 322,0 m i 324,0 m stwierdzono pojedyncze fragmenty muszli małżów. Interwał 304,0–315,0 m tworzą piaskowce z nielicznymi wkładkami mułowcowymi, laminami węgla i łupkami mułowcowo-węglistymi. Znalezione także okruchy mułowca brunatnego z rozproszonym pirytem. Powyżej wyodrębniono kolejny kompleks mułowcowy (279,5–304,0 m), budowany głównie przez mułowce piaszczyste lub gęsto laminowane piaskowcami. Stwierdzono w nim warstwę iłowca w interwale 301,0–302,5 m oraz w odcinku objętym rdzeniem. W najwyższej partii tego kompleksu w próbkach okruchowych stwierdzono łupki mułowcowo-węgliste, zaś na głębokości 298,0 m fragmenty skorup małżowych. Powyżej odcinka rdzeniowanego obserwuje się ponownie pakiet piaskowców (274,5–279,5 m) nad którym znajdują się dwa pakiety mułowcowe (262,0–274,5 i 243,0–257,0 m), utworzone przez mułowce na przemian ilaste i piaszczyste, z laminami węglistymi. Rozdziela je pakiet iłowców (257,0–262,0 m).

W obrębie formacji objęto rdzeniem interwał 284,0–291,0 m (6,2 m rdzenia). Najniższą jego część (inter. 289,4–291,0 m) tworzą ciemnoszare, niemal czarne mułowce z poziomami cienkich soczewek białoszarego piaskowca. Przy większym udziale piaskowca pojawiają się kanały żerowiskowe, przy mniejszym poziomy z nagromadzeniem siewki roślinnej. W płycie cienkiej na głębokości 289,75 m stwierdzono mułowiec gęsto laminowany różnym udziałem piasku i pyłu kwarcowego, ze smużkami pyłu węglatego i nieprzeźroczystych związków żelaza. W porowatym tle ilasto-krzemionkowym tkwi rozproszony, różnoziarnisty, słabo obtoczony detryt kwarcowy. Ziarno kwarcu, od drobnego pelitu po bardzo drobnoziarnisty piasek, stanowi 80–90%.

Interwał 288,6–289,4 m budują laminowane smużycie i faliście drobnoziarniste piaskowce, gęsto przekładane niemal czarnymi zapiaszczonymi mułowcami, na przemian z szarymi mułowcami zailonymi. Obserwuje się nieznaczne pogrąży, pionowe i ukośne jamki żerowiskowe, także typu *Spreiten*. W stropie tego pakietu leży 10 cm miąższości ławica twardego jasnoszarego piaskowca o bardzo drobnym ziarnie, spoiwie rekrytalizacyjnym, podrzędnie ilasto-żelazisto-krzemionkowym oraz węglanowym, prawdopodobnie syderyticznym. Materiał ziarnowy reprezentowany jest niemal wyłącznie przez słabo obtoczony kwarc (tab. 2D).

W interwale 285,7–288,6 m opisywanego rdzenia dominują syderyticzne iłowce oliwkowe o gęstej laminacji poziomej i soczewkowej, z podrzędnymi szarymi mułowcami lub iłowcami oraz z soczewkami jasnoszarych mułowców o podrzędnej laminacji przekątnej. Spotyka się również laminy (do 1 mm miąższości) nagromadzonych zwęglonych szczątków roślinnych, zaś na powierzchniach oddzielności w całym interwale występują rozproszone okruchy zwęglonych liści i łodyg najprawdopodobniej sagowców. Oznaczony przez A. Fijałkowską zespół pyłków (zespół XIV) nie precyzował wieku osadów. Ku spągowi pakietu wzrasta udział wkładek ciemnoszarych mułowców ilastych, a przy dolnej granicy pojawiają się drobne smużki piaskowca z pogrążami i kanałami żerowiskowymi typu *Chondrites*. W płycie cienkiej z głębokości 286,6 m stwierdzono lekko skrzemionkowany syderyt ilasty z laminami o zróżnicowanym udziale rozproszonych ziaren średniego i drobnego pelitu kwarcowego oraz z rzadkimi fragmentami zwierzęcych mik.

Stropowy interwał 284,0–285,7 m opisywanego rdzenia tworzą oliwkowozielone iłowce bryłowe, masywne, miejscami o słabo wyrazistej gęstej laminacji smużystej i soczewkowej, częściowo zaburzonej pogrążami. Na powierzchniach oddzielności występuje rzadka siewka roślinna.

Wykształcenie litologiczne wskazuje, że utwory formacji zarzeckiej powstawały w środowiskach deltowych oraz lagunowo-barierowych podczas stabilizacji poziomu morza, a następnie podczas regresji zbiornika, podczas cyklu sedymentacyjnego J-1 II.

SYNEMUR

W profilu **formacji ostrowieckiej** (głęb. 19,0–243,0 m) — rozumianej tu jako odpowiednik „serii ostrowieckiej” i „serii koszorzowskiej” łącznie — zauważa się wyraźny podział na trzy części. Poniżej jej spągu pojawiają się utwory mułowcowe i ilaste, należące do formacji zarzeckiej. Strop niepełnego profilu formacji ostrowieckiej, a zarazem jury dolnej w tym otworze wyznaczają utwory czwartorzędowe.

Dolną część formacji, poniżej głębokości 160,0 m, tworzą niemal wyłącznie piaskowce. Dość monotonną sedymentację piaszczystą, ewentualnie z rzadkimi wkładkami mułowcowymi, rozdziela pakiet mułowców (205,5–215,0 m). Próbkę okruchową obok dominujących jasnoszarych piaskowców ewentualnie laminowanych, zawierają jasno- i ciemnoszare mułowce

sporadycznie skrzemionkowane, a miejscami bardzo drobnoziarniste piaskowce żelaziste, brunatne i rdzawe oraz mułowce węgliste ze szczątkami roślinnymi. Na głębokościach 212,0 m, 196,0 m i 178,0 m stwierdzono szczątki skorup małży.

Rdzeniowaniem w tej części formacji objęto interwał 182,0–188,0 m (6,0 m rdzenia). Tworzą go jasnoszare, ewentualnie żółtawe, rdzawe i różowawe piaskowce, przeważnie drobnoziarniste, partiami zawierające ziarna piasku średniego. Obserwuje się poziomą laminację związaną z udziałem poszczególnych frakcji piasku.

Na głębokości 184,6 m stwierdzono piaskowiec kwarcowy różnoziarnisty, od średniego psamitu po średni aleuryt. Ziarna są słabo obtoczone, spojone rekrystalizacyjnie, rzadziej spoiwem żelazisto-krzemionkowo-ilastym. Obok kwarcu występują pojedyncze okruchy kwarcytów, zwietrzałych mik, miejscami intraklasty białego mułowca, należące do frakcji psamitowej (tab. 2D).

Na powierzchniach oddzielności zauważa się sporadyczne prostolinijne biohieroglify. Partiami (int. 185,0–188,0 m) występuje rozproszony piryt, miejscami utleniony, z poziomami koncentracji, co nadaje skale odcień niebieskawy, a na głębokości 188,0 m rdzawy. Na głębokości 186,5 m powstało konkrecyjne skupisko drobnych kryształków pirytu. W tym samym interwale (185,0–187,5 m) stwierdzono laminki z bardzo drobnym detrytytem i pyłem węglistym, a na głębokości 187,1 m nieciągłą laminę węgla o miąższości do 4 mm w otoczeniu okruchów łodyg i liści. Oznaczono tu pyłki (zespół XIV), należące do długowiecznych taksonów.

Część środkowa formacji ostrowieckiej (115,0–160,0 m) wyraźnie odróżnia się od leżących powyżej i poniżej miąższych osadów piaskowcowych. W przeważającej części tworzą ją heterolity mułowcowo-ilaste. Próbkami okruczowe zawierają niemal wyłącznie jasnoszare piaskowce drobnoziarniste, co jednak nie wydaje się reprezentatywne. Znacznie rzadziej znajduje się w nich ciemnoszare mułowce, pojedyncze piaskowce brunatne oraz łupki mułowcowo-węgliste. Profilowanie geofizyczne ujawnia zmienność litologiczną w profilu formacji, co pozwala na wyodrębnienie pomniejszych kompleksów. Najniższy kompleks (149,0–160,0 m) budują iłowce z podrzędnymi wkładkami mułowcowymi. Powyżej zaznacza się silniejszy wpływ facji piaszczystej, w postaci pakietu mułowców piaszczystych lub gęsto laminowanych piaskowcem (143,0–149,0 m). Wyższa część formacji (115,0–143,0 m) budowana jest początkowo przez iłowce, które ku górze stopniowo zastępowane są przez mułowce, a przy stropie mułowce piaszczyste.

Interwał 132,0–138,0 m objęty został rdzeniem (6,0 m rdzenia). Tworzą go mułowce i pyłowce głównie jasnoszare. Pierwotnie były one gęsto laminowane poziomo, w części być może była to laminacja soczewkowa. Laminacja powszechnie zaburzona jest w różnym stopniu bioturbacjami, prowadzącymi do przerwania ciągłości lamin, a często całkowitego zatarcia struktury sedymentacyjnej. Obserwuje się ponadto ukośne i pionowe kanały żerowiskowe i jamki mieszkalne oraz żerowiskowe typu *Spreiten* i liczne struktury ucieczkowe gazów. W laminach i soczewkach grubszych od 1 cm widoczne jest podrzędne przekątne warstwowanie riplemarkowe. Obserwuje się rozproszony drobnokrystaliczny piryt i zwietrzały muskowitz.

W płytkach cienkich z dolnej części rdzenia, poniżej głębokości 136,5 m, ujawnia się dominacja pyłowców kwarcowych, drobnoziarnistych, porowatych, dobrze wysortowanych. Udział spoiwa ilastego nie przekracza 10%. W wyższej części rdzenia zauważa się wyraźny wzrost udziału facji ilastej. W mułowcu z głębokości 132,2 m materiał klastyczny (do 10–20%) zbudowany jest niemal wyłącznie z kwarcu 0,008 mm spojonego spoiwem rekrystalizacyjnym, a częściowo ilastym. Towarzyszą mu okruchy zwietrzałych mik, minerały nieprzeźroczyste i pył węglisty. Interwał 134,5–134,75 m budują szarozielonkawe mułowce sydereityczne. W nich, na głębokości 134,6 m, stwierdzono zielonkawą kulistą konkrekcję sydereytową (FeCO_3 — 34,05%) o średnicy 4 cm, o nieostrych granicach (tab. 2D).

Datowanie palinologiczne zespołu XVI oznaczonego przez A. Fijałkowską na dolny toark określa przynależność środkowej części formacji do formacji ciechocińskiej. Jednak wydaje się, że decydujące znaczenie powinno mieć tu wykształcenie litologiczne utworów, odbiegające od zielonych iłowców charakterystycznych dla formacji ciechocińskiej. Pozycja w profilu i obserwowana litologia odpowiadają raczej osadom starszego cyklu sedymentacyjnego J-1 III, czyli formacji ostrowieckiej. Sugeruje to zarazem nieco większy od dotąd przyjmowanego zasięg miospor, uważanych za wskaźnikowe dla dolnego toarku. Nie jest też wykluczone, że ta część profilu reprezentuje formację borucicką górnego toarku, leżącą na granicy erozyjnej i utworach hetangu.

Górna część formacji ostrowieckiej (int. 19,0–115,0 m) w próbkach okruczowych reprezentowana jest niemal wyłącznie przez jasnoszare piaskowce drobnoziarniste, ewentualnie ze zwęglonymi szczątkami roślin. Podrzednie towarzyszą im ciemnoszare mułowce i łupki mułowcowo-węgliste. Profilowanie geofizyczne wykazało, że w interwale 42,5–115,0 m są to niemal wyłącznie piaskowce, a wkładki mułowcowe zaznaczają się w interwale 77,0–81,0 m, 93,0–96,0 m i 102,0–107,0 m. Najwyższą część profilu (19,0–42,5 m) budują mułowce i mułowce piaszczyste, bądź też gęsto laminowane piaskowcami.

Niższa część formacji ostrowieckiej osadzała się w warunkach powolnej transgresji. Kompleksy piaskowca poniżej głębokości 215,0 m powstały w środowiskach rzek meandrujących lub są osadami korytowymi delt. Pakiet mułowców (215,0–205,0 m) osadzał się na obszarze rzecznej równi zalewowej lub równi deltowej. Piaskowce z interwale 160,0–205,0 m mogą być kopalnymi osadami szelfu wewnętrznego lub przykanałowych środowisk deltowych, a w części prawdopodobnie także plaż wybrzeża brackiczno-morskiego. Większość utworów środkowej części formacji powstała w końcowym etapie transgresji i podczas stabilizacji zbiornika brackiczno-morskiego. Są to następujące po sobie osady środowisk lagunowych lub szelfu zewnętrznego, następnie równi deltowej lub szelfu pośredniego, wyżej szelfu zewnętrznego, ewentualnie dystalnych środowisk deltowych. Ponad nimi osadziły się utwory deltowe świadczące o większej dynamice środowi-

ska, związane z regresją zbiornika u schyłku dolnego synemuru. Wyższa część formacji ostrowieckiej w większości jest prawdopodobnie osadem rzek meandrujących. Stropowa część profilu powstawała ponownie w środowiskach deltowych, podczas transgresji w górnym synemurze i prawdopodobnie może odpowiadać „serii koszorowskiej”. Oznacza to, że otwór przewiercił niemal pełen profil formacji ostrowieckiej. Utwory te w całości należą do cyklu sedymentacyjnego J-1 III.

Ze względu na charakter monotonicznych utworów dolnojurajskich, erozję znacznych części profilu i brak jednoznacznych wskazań wieku, powyższa interpretacja musi być traktowana jako hipotetyczna. Możliwe, że do formacji ostrowieckiej należy jedynie część profilu wydzielona tu jako niższa część formacji ostrowieckiej (83 m). Natomiast jej środkowa część może ewentualnie być odpowiednikiem formacji gielniewskiej, zaś część wyższa — formacji drzewickiej. Przeciwno temu świadczą jednak dane z sąsiednich otworów, gdzie łączne profile „serii ostrowieckiej” i „serii koszorowskiej” liczą 160–180 m w Studziannej IG 1 i Studziannej IG 2 oraz 269 m w Ostalowie PIG 2.

WYNIKI BADAŃ BIOSTRATYGRAFICZNYCH

Halina ŻAKOWA

BADANIA MAKRO- I MIKROFLORY KARBOŃSKIEJ

Szczałki makroflory występujące w obrębie utworów karbonu są z reguły słabo zachowane, zwęglone, rozproszone lub nagromadzone warstewkowo. Lepiej zachowane okazy udostępnił dr T. Migierowej z Oddziału Górnośląskiego Państwowego Instytutu Geologicznego w Sosnowcu. Wyniki jej badań zostały uwzględnione w poniższym, zbiorczym zestawieniu występowania i charakterystyki makroflory.

- 2984,3–2984,5 m — nieoznaczalne, pojedyncze okazy łądyg w łupkach ilastych;
- 3016,9–3016,5 m — liczne nagromadzenia zwęglonego detrytusu nieoznaczalnej flory na płaszczyznach oddzielności łupków ilastych, sporadycznie duże odciski łądyg paprociolistnych? bliżej nieoznaczalnych;
- 3018,3–3019,0 m — miejscami w łupkach ilastych (także na ślizgach tektonicznych) ślady zwęglonego nieoznaczalnego i rozartego detrytusu flory, często w formie nagromadzeń warstewkowych;
- 3021,3–3021,4 m — w przerostach łupków ilastych liczne nagromadzenia (warstewki) zwęglonego i nieoznaczalnego detrytusu flory z fragmentami zwęglonych odcisków widłaków — niektóre reprezentują *Ulodendron* cf. *minus* Lindley et Hutton;
- 3023,2–3023,4 m — w łupkach ilastych gniazda zwęglonego, nieoznaczalnego detrytusu flory z pojedynczymi, źle zachowanymi, dużymi, zwęglonymi i bliżej nieoznaczalnymi odciskami łądyg paprociolistnych?;
- 3025,2–3025,4 m — w łupkach sporadyczne nagromadzenia zwęglonego, nieoznaczalnego detrytusu flory;
- 3044,3–3044,7 m — w łupkach ilastych gniazda zwęglonego, nieoznaczalnego detrytusu flory;
- 3045,2–3045,3 m — powierzchnie oddzielności łupków ilastych z nagromadzeniami zwęglonego, nieoznaczalnego detrytusu flory; miejscami pojedyncze, zwęglone odciski fragmentów łądyg widłakowych — w tym *Ulodendron* cf. *minus* Lindley et Hutton;
- 3045,7–3045,8 m — jw.;
- 3051,0–3051,5 m — w laminach ilastych nagromadzenia nieoznaczalnego, zwęglonego detrytusu flory.

Przedstawiona charakterystyka makroflory dowodzi, że dla analizy wieku badanych osadów jedyną wskazówką jest obecność widłakowatych oznaczonych z przybliżeniem do gatunku *Ulodendron minus* Lindley et Hutton. Takson znany jest z osadów westfalu co może, z koniecznym zastrzeżeniem, sugerować zaliczenie karbonu z otworu Opoczno PIG 2 do tejże jednostki chronostratygraficznej.

Z utworów karbonu występujących na głębokości 2984,3–3055,0 m oznaczono tylko dwa gatunki spor karbońskich tzn. *Chaetosphaerites pollenisimilis* (Horst) Butterworth et Williams oraz *Lycospora pellucida* (Wicher) Schopf, Wilson et Benthall. Według orzeczenia H. Kmieciak pierwszy gatunek znany jest z osadów przedziału: górny wizen–dolny namur. Drugi takson jest gatunkiem długowiecznym występującym już w wizenie po najwyższą część karbonu górnego lecz maksymalny rozwój zaznacza się w westfalu. Wymienione z innych prób spory, oznaczalne do rangi rodzajów lub z przybliżeniem do rodzajów, nie mają znaczenia stratygraficznego. Nikłe dane o mikroflorze mogą sugerować, z wszelkimi zastrzeżeniami wynikającymi ze złego stanu zachowania spor, że badane utwory karbonu reprezentują dolny westfal. H. Kmieciak zwraca uwagę na możliwość występowania *Chaetosphaerites pollenisimilis* (Horst) Butterworth et Williams na złożu wtórnym oraz na obecność w preparatach zniszczonych, czarnych, często nieprzeźroczystych egzyn sporowych bliżej nieoznaczalnych. Spowodowane to jest znacznym uwęgleniem substancji organicznej lecz możliwe do stwierdzenia elementy budowy wskazują, że są to egzemplarze spor nieznanymi w osadach młodszych od dewonu.

Elżbieta TURNAU¹

BADANIA PALINOSTRATYGRAFICZNE OSADÓW KARBONU

Z profilu Opoczno PIG 2 pobrano do badań palinologicznych 16 próbek z głębokości 2978,0–3052,0 m. Materiał palinologiczny był termicznie przejrzysty. Wszystkie próbki zawierały obfite czarne szczątki tkanek roślinnych i, niezbyt liczne, prawie zawsze czarne i nieprzeświecające spory. Przy takim stanie zachowania można było oznaczyć do gatunku tylko bardzo nieliczne formy. Tym nie mniej stwierdzono na pewno występowanie *Prolycospora claytonii* Turnau i *Anaplanisporites baccatus* Hoffmaister Staplin et Malloy w próbach z górnej części tego profilu (2995,7 i 2999,8 m). Zbadane osady z otworu Opoczno PIG 2 są wiekowym odpowiednikiem osadów z otworu Ostałów PIG 2. Zespoły sporowe z karbonu obu otworów są charakterystyczne dla poziomu *Prolycospora claytonii* – Cl. Nie można wykluczyć jednak, że możemy mieć tu do czynienia także z najniższą częścią poziomu *Lycospora pusilla* – Pu. A zatem, utwory karbońskie z otworów Opoczno PIG 2 i Ostałów PIG 2 reprezentują wyższy turnej lub, być może, najniższy wizen.

Dolny podpoziom zony Cl karbonu dolnego wyróżniony na Pomorzu Zachodnim zawiera szrogłazy i waki lityczne o zbliżonej litologii do tych z otworów Ostałów PIG 2 i Opoczno PIG 2.

Duże podobieństwo litologiczne opisywanych skał detrytycznych do piaskowców wulkanoklastycznych formacji Gozdu ze strefy Koszalin–Chojnice skłoniło również Krzemińskiego (1999) do opowiedzenia się za ich turnejskim wiekiem.

Z uwagi na większą wiarygodność dopełniających się opinii E. Turnau i L. Krzemińskiego w tym opracowaniu przyjęto, że opisywane osady karbońskie reprezentują górny turnej–dolny wizen(?)

Anna FIJAŁKOWSKA²

BADANIA PALINOSTRATYGRAFICZNE UTWORÓW PERMU, TRIASU I JURY

Do badań mikroflorystycznych pobrano 101 próbek z głębokości 468,3–2984,3 m, z utworów permu, triasu, i jury. Materiał skalny, po rozdrobnieniu został zmacerowany metodą HF na zimno. Jako utleniacza materii organicznej stosowano kwas azotowy. Z uzyskanych maceratów wykonano 223 stałych preparatów glicerynowo-żelatynowych.

W badanym materiale pobranym z osadów permsko-triasowych wyróżniono 13 zespołów sporowo-pyłkowych.

Z e s p ó ł I występuje na głębokości 2972,9–2983,6 m w obrębie spągowej części wapienia cechsztyńskiego (Ca) i osadach odpowiadających łupkowi miedzionośnemu (T1). Utworzony jest z pojedynczych, silnie uwęglonych i zniszczonych, trudnych do oznaczenia sporomorf. Zawiera jednoworkowe ziarna pyłku, głównie z rodzaju *Nuskoisporites* oraz ziarna dwuworkowe reprezentujące rodzaje *Lunatisporites* i *Limitisporites*. Ponadto występują tu okazy *Cycadopites*.

Acritarcha stanowią 10% zespołu i reprezentowane są głównie przez rodzaje *Baltisphaeridium* i *Michrystridium*.

Pomimo, że autorka nie stwierdziła w tym zespole obecności przewodniego dla górnego permu gatunku *Lueckisporites virkkiae*, zalicza go do podzony *L. virkkiae* Ab i acritarcha zony *L. virkkiae* Ab, wyróżnianej przez nią w osadach korelowanych z łupkiem miedzionośnym i w wapieniu cechsztyńskim na obszarze Gór Świętokrzyskich.

Pojedyncze, silnie zniszczone sporomorfy stwierdzono na głębokości 2618,9 m oraz 2638,4–2654,5 m w obrębie osadów dolomitu głównego (Ca2). Występuje wśród nich gatunek *L. virkkiae*, ale dokładniejsze określenie ich wieku, zdaniem autorki, jest niemożliwe.

Z e s p ó ł II zidentyfikowano na głębokości 2609,2–2611,2 m w stropie anhydrytu kryjącego (A2) i prawdopodobnie w spągu szarego iłu solnego (T3). Ziarna pyłku stanowią tu 92,9% a spory — 7,1%. Tylko w próbce z głębokości 2610,6 m (anhydryt kryjący) stwierdzono acritarcha w ilości 4% zespołu.

Wśród ziarn pyłku dominują formy dwuworkowe (84,7% spektrum) reprezentowane głównie przez gatunek *Lueckisporites virkkiae* (18,0% zespołu), w obrębie którego najliczniej występują normy Aa, Ab (8,1% spektrum) oraz Ba, Bb (6,3%). Okazy z wyższą normą Ac stanowią 2,6%, z Bc — 0,4% a forma „z ciemnym ciałkiem“ — 0,9% zespołu. Drugim, pod względem liczebności, jest rodzaj *Klausipollenites* (12,7% spektrum) z gatunkami: *K. schaubergeri*, *K. staplinii* i *K. minimus*. Równie licznie występują przedstawiciele rodzaju *Lunatisporites* (12,8%) z gatunkami: *L. noviaulensis*, *L. labdacus* i *L. alatus*. Stosunkowo wysoki jest udział prążkowanych ziarn pyłku z rodzajów *Protohaploxypinus* (7,1% zespołu), reprezentowanego przez rodzaje: *P. samoilovichii*, *P. sewardii*, *P. jacobii* i *P. pantii*, oraz *Strotersporites* (3,9%) z gatunkami *S. wilsonii* i *S. richteri*. Licznie występują okazy z rodzaju *Jugasporites* (5,6%). Pozostałe Disaccites spotykane są pojedynczo.

¹ Polska Akademia Nauk Instytut Nauk Geologicznych, ul. Senacka1, 31-002 Kraków

² Hebdelstrasse 12, D – 69190 Walldorf Baden, Deutschland

Jednoworkowe ziarna pyłku stanowią 2,3% zespołu i reprezentowane są głównie przez rodzaje: *Trizonaesporites*, *Perisaccus* i *Nuskoisporites*.

Wśród Praecolpates (6,4% zespół) dominuje rodzaj *Cycadopites*.

Acritarcha reprezentowane są głównie przez rodzaj *Leiosphaeridia*.

Zespół ten można korelować z podzoną *L. virkkiae* Ac i acritarcha zony *L. virkkiae* Ac, wyróżnianą dotychczas przez autorkę w osadach korelowanych z szarym iłem solnym (T3) i dolomitem płytowym (Ca3) na obszarze Gór Świętokrzyskich.

Pojedyncze Disaccites z gatunkiem *L. virkkiae* stwierdzono na głębokości 2385,4–2387,15 m w mułowcach ze stropu młodszej soli kamiennej Na3.

Z e s p ó ł I I I występuje na głębokości 1820,2–1822,3 m w spągu środkowego pstręgo piaskowca. Spory stanowią 18,0% spektrum, ziarna pyłku — 46,0% a udział acritarcha dochodzi do 36%.

Wśród spor najliczniej reprezentowany jest rodzaj *Densoisporites* (6,9% zespołu) z przewodnim gatunkiem *D. nejburgii*. Mniej licznie występują okazy z rodzajów: *Cyclotriletes* (*C. microgranifer*, *C. oligogranifer*) oraz *Lundbladispora*.

W obrębie ziarn pyłku formy jednoworkowe stanowią 10,0% zespołu, dwuworkowe — 6,4% a Praecolpates — 25,6%. Monosaccites reprezentowane są prawie wyłącznie przez gatunek *Endosporites papillatus*, Disaccites — przez dwa rodzaje: *Lunatisporites* i *Klausipollenites*, a Praecolpates — przez rodzaj *Cycadopites* z gatunkami: *C. coxii* i *C. follicularis*.

W obrębie acritarcha naliczniej występują okazy z rodzaju *Veryhachium* (do 40% form mikropłanktonicznych), głównie *V. trispinosoides* i *V. irregularae*. Mniej licznie spotykane są okazy *Baltisphaeridium* (20% acritarcha) i *Wilsonastrum* (15% acritarcha) z gatunkiem *W. colonicum*. Pojedynczo występują taksony z rodzajów *Leiosphaeridia* i *Leiofusa*.

Zespół ten reprezentuje podzonę *Densoisporites nejburgii* i acritarcha zony *D. nejburgii*, wyróżnianą w dolnej części środkowego pstręgo piaskowca na Niziu Polski. W otworze Opoczno PIG 2 zespół ten po raz pierwszy został stwierdzony na obszarze Gór Świętokrzyskich.

Z e s p ó ł I V zidentyfikowano na głębokości 1735,3–1752,5 m w wyższej części środkowego pstręgo piaskowca. Spory stanowią 45,0% spektrum, ziarna pyłku — 53,7%, a udział zarodników grzybów wynosi 2,3%. Wśród spor wyraźnie dominuje rodzaj *Densoisporites* (15,4% zespołu) z gatunkami *D. nejburgii* i *D. playfordii*. Mniej licznie reprezentowane są rodzaje *Cyclotriletes* (4,1% spektrum) oraz *Lundbladispora* (2,1%). Pozostałe spory występują pojedynczo.

W obrębie ziarn pyłku przeważają Disaccites (35,1% zespołu), Monosaccites stanowią 2,7% a Praecolpates — 12,2%. Ziarna dwuworkowe reprezentowane są głównie przez trzy rodzaje: *Klausipollenites* (8,4% zespołu) z gatunkami: *K. staplinii* i *K. decipiens*, *Lunatisporites* (6,2%) z gatunkiem *L. noviaulensis* oraz *Angustisulcites* (6,1%) z gatunkami: *A. klausii*, *A. gorpjii* i *A. grandis*. Praecolpates reprezentowane są prawie wyłącznie przez rodzaj *Cycadopites*.

Zespół ten należy do podzony *D. nejburgii* zony *D. nejburgii* wyróżnianej w środkowej części środkowego pstręgo piaskowca na obszarze Gór Świętokrzyskich i na Niziu Polski.

Z e s p ó ł V występuje na głębokości 1527,3–1591,6 m w górnym środkowym pstrym piaskowcu. Udział spor w zespole wynosi 42,2% a ziarn pyłku — 57,8%. Wśród spor naliczniej reprezentowany jest rodzaj *Cyclotriletes* (8,6% spektrum) z gatunkami: *C. microgranifer*, *C. oligogranifer* i *C. triassicus*. Rzadziej spotyka się okazy *Densoisporites* (5,5%) z gatunkami *D. nejburgii* i *D. playfordii*, *Punctatisporites* (5,2%) oraz *Dulhuntyispora* (4,7%) z gatunkiem *D. minuta*. Udział przewodniego taksonu *Cycloverrutriletes presselensis* wynosi 3,1% spektrum. W obrębie pozostałych spór licznie występują okazy *Kraeuselisporites* (2,5%).

Wśród ziarn pyłku formy jednoworkowe stanowią 3,3% zespołu, dwuworkowe — 45,3%, a Praecolpates — 7,8%. Disaccites reprezentowane są głównie przez następujące rodzaje: *Brachysaccus* (6,9% zespołu) z gatunkiem *B. ovalis*, *Lunatisporites* (5,2%), *Alisporites* (5,0%) i *Angustisulcites* (4,4%). Mniej licznie występują okazy z rodzajów: *Platysaccus*, *Klausipollenites*, *Cedripites* i *Striatoabietites*. Praecolpates reprezentowane są wyłącznie przez rodzaj *Cycadopites*.

Zespół ten należy do podzony *Cycloverrutriletes presselensis* zony *D. nejburgii* wyróżnianej w górnym środkowym pstrym piaskowcu na obszarze Gór Świętokrzyskich i na Niziu Polski.

Z e s p ó ł V I stwierdzono na głębokości 1236,5–1244,3 oraz 1336,4 m w osadach retu. Jest on zdominowany przez dwuworkowe ziarna pyłku (64,2% spektrum) zawierające przewodni gatunek *Voltziacaesporites heteromorphus*. Wśród pozostałych Disaccites najliczniej reprezentowany jest rodzaj *Angustisulcites* (13,2% zespołu). Mniej licznie występują okazy z rodzaju *Microcahyridites* (8,5%) z gatunkami: *M. sittleri*, *M. fastidiosus* i *M. doubingeri*. W mniejszej ilości spotykane są ziarna *Succinctisporites* (6,4%), głównie *S. grandior*. Udział rodzaju *Triadispora* wynosi 5,6% spektrum, *Alisporites* — 5,5% i *Striatoabietites* — 4,6%. Pozostałe Disaccites występują pojedynczo. Praecolpates (3,6% zespołu) reprezentowane są wyłącznie przez rodzaj *Cycadopites*.

Spory stanowią 29,9% zespołu, wśród nich najliczniej występują okazy *Aratrisporites* (5,7% spektrum) z gatunkami: *A. granulatus*, *A. coryliseminis*, *A. crassitectatus*. Rzadziej spotykane są spory *Cyclotriletes* (5,0%), *Verrucosisporites* (4,3%) i *Kraeuselisporites* (2,6%).

Zespół ten należy do zony *Voltziacaesporites heteromorphus* wyróżnianej w recie na obszarze Gór Świętokrzyskich i Niziu Polski.

Na głębokości 1230,3 m, w spągu wapienia muszlowego, występują pojedyncze miospory zdominowane przez rodzaj *Microcahyridites* (18,7% spektrum). Licznie reprezentowane są także rodzaje *Angustisulcites* (16,5%) i *Triadispora* (16,5%). Mogą one należeć do podzony *Microcahyridites fastidiosus* zony wyróżnianej w dolnym wapieniu muszlowym.

Z e s p ó ł V I I zidentyfikowano na głębokości 1030,3 m w osadach kajpru. Spory dominują tu nad ziarnami pyłku i stanowią 63,5 % spektrum. Wśród nich prawie połowę (30,0% zespołu) stanowią przedstawiciele rodzaju *Todisporites* z gatunkami *T. cinctus* i *T. minor*. Mniej licznie występują okazy z rodzaju *Aratrisporites* (8,0% zespół) i *Calamospora* (5,0%). Pojedynczo spotykane są spory *Apiculatisporites*, *Leschikisporis* i *Verrucosisporites*.

Wśród ziarn pyłku (36,5% zespołu) formy jednoworkowe stanowią 2,5%, dwuworkowe — 23,5% a Praecoplates — 10,0% spektrum. W obrębie Monosaccites występuje przewodni gatunek *Heliosaccus dimorphus*, któremu towarzyszą ziarna z rodzaju *Accinctisporites*. Disaccites reprezentowane są głównie przez trzy rodzaje: *Brachysaccus*, *Platysaccus* i *Lunatisporites*. Wśród Praecoplates przeważają okazy *Monosulcites* (8,0% zespołu) z gatunkami: *M. minimus* i *M. perforatus*.

Zespół ten reprezentuje zonę *Heliosaccus dimorphus* wyróżnianą w dolnej części kajpru na obszarze Gór Świętokrzyskich i na Niżu Polski (warstwy sulechowskie).

Z e s p ó ł V I I I stwierdzono na głębokości 939,8–9 m. Spory stanowią w nim 56,5%, ziarna pyłku 33,5% a acritarcha 10,0%. Wśród spor najliczniej reprezentowane są rodzaje *Todisporites* (15,0% zespołu) i *Aratrisporites* (8,0%). Mniej licznie występują okazy *Leschikisporis aduncus* (6,0%). Pozostałe spory spotykane są pojedynczo.

W obrębie ziarn pyłku formy jednoworkowe stanowią 0,5%, dwuworkowe — 27,5% a Praecolpates, głównie z rodzaju *Monosulcites*, — 2,0%. Wśród Disaccites najliczniej spotykane są ziarna *Brachysaccus* (6,0% zespołu) i *Protodiploxypinus* (4,5%) z gatunkami: *P. gracilis*, *P. potoniei* i *P. schizeatus*. Pojedynczo występują okazy *Triadispora*, *Lunatisporites*, *Infernopolenites*, *Succinctisporites* i *Alisporites*.

Acritarcha reprezentowane są głównie przez rodzaj *Michrystidium* (6,6% zespołu, 70% form mikroplanktonicznych) oraz *Veryhachium*.

Określenie wieku tego zespołu jest trudne, gdyż nie zawiera on taksonów przewodnich, ani *Heliosaccus dimorphus*, występującego w niższym kajprze, ani *Porcellispora longdonensis* obecnego w wyżej ległym dolomicie granicznym i dolnych warstwach gipsowych. Nie mniej, występowanie acritarcha może sugerować, zdaniem autorki, przynależność tego zespołu do dolnej części zony *Porcellispora longdonensis*, stwierdzonej w dolomicie granicznym. Podobnie wykształcony zespół autorka zidentyfikowała w otworze Eugeniów-Korytków IG 1 na głębokości 318,2 m (Fijałkowska, 1990).

Z e s p ó ł I X występuje na głębokości 879,5–884,6 m. Spory stanowią w nim 24,9% a ziarna pyłku — 85,1%. Wśród spór dominuje przewodni gatunek *Porcellispora longdonensis* (6,7% spektrum). Rzadziej spotykane są okazy *Aratrisporites* (5,0%) i *Leschikisporis* (4,6%). Pojedynczo występują okazy drugiego, przewodniego gatunku *Echinisporites iliacooides*.

W obrębie ziarn pyłku Monosaccites, z rodzajów *Enzonalsporites* i *Accinctisporites*, stanowią 3,0% zespołu, Disaccites — 64,4% a Praecolpates — 3,8%. Wśród ziarn dwuworkowych najliczniej reprezentowane są rodzaje: *Ovalipollis* (15,0% spektrum) z gatunkiem *O. pseudolatus*, *Triadispora* (12,7%) z gatunkami: *T. crassa*, *T. polonica*, *T. plicata* oraz *Protodiploxypinus* (11,0%). Rzadziej spotykane są okazy z rodzajów: *Brachysaccus*, *Infernopolenites*, *Succinctisporites* i *Cedripites*. *Praecolpates* reprezentowane są przez dwa rodzaje: *Monosulcites* i *Eucommiidites* z gatunkiem *E. microgranulatus*.

Zespół ten należy do podzony *Echinisporites iliacooides* zony *Porcellispora longdonensis* wyróżnianej w dolomicie granicznym i w dolnej części dolnych warstw gipsowych. Ze względu na brak form mikroplanktonicznych oraz na podobieństwo do innych zespołów znanych z otworów: Eugeniów-Korytków IG 1, Nieświń PIG 1, Studzianna IG 2, autorka jest skłonna zaliczyć osady zawierające ten zespół do dolnych warstw gipsowych.

Z e s p ó ł X stwierdzono na głębokości 775,5 m. Jest on ubogi, zdominowany przez ziarna Monosulcites (50% spektrum) oraz *Disaccites* z rodzaju *Ovalipollis* (20%). W znacznie mniejszej ilości występują okazy z rodzaju *Granuloperculatipollis* (6,5% spektrum) z gatunkiem *G. rudis*, *Corollina* (5,0%) z gatunkami: *C. meyeriana* i *C. zwolinskai* oraz *Eucommiidites* (4,0%).

Zespół ten prawdopodobnie reprezentuje niższą część zony *Corollina meyeriana* (podzona a) wyróżnianej w górnych warstwach gipsowych na obszarze Gór Świętokrzyskich i na Niżu Polski.

Z e s p ó ł X I występuje na głębokości 671,2 m. Jest zdominowany przez ziarna pyłku, których udział wynosi 81,7%. Spory stanowią 18,3%. Wśród ziarn pyłku najliczniej spotykane są okazy *Corollina* (9,8% spektrum). Rzadziej występują przedstawiciele rodzajów *Partitisporites* i *Cedripites* (7,0%), *Monosulcites* (5,6%) i *Ovalipollis* (4,2%). Spory reprezentowane są przez pojedyncze formy z rodzajów: *Deltoispora*, *Gleicheniidites*, *Lycopodiumsporites* i *Verrucosisporites*.

Zespół ten należy do wyższej części zony *C. meyeriana* (podzona b) wyróżnianej w dolnym „retyku“ na obszarze Gór Świętokrzyskich i na Niżu Polski (warstwy drzewinieńskie i jarkowskie).

Zespół XII stwierdzono na głębokości 578,8 m. Również tu dominują ziarna pyłku (83,8% spektrum), a wśród nich Disaccites z rodzaju *Cedripites* (25,0% zespołu). Mniej liczne są okazy *Brachysaccus* (10,0%) i *Ovalipollis* (5,0%). Udział ziarn *Corollina* zmalał do 3,0%. W tej samej ilości występują przedstawiciele Monosulcites. Spory są bardziej zróżnicowane pod względem taksonomicznym. Zidentyfikowano pojedyncze okazy z rodzajów: *Todisporites*, *Calamospora*, *Aratrisporites*, *Corrugatisporites*, *Verrucosisporites* i in.

Zespól ten najprawdopodobniej reprezentuje najwyższą część zony *C. meyeriana* (podzona c) wyróżnianą w wyższej części „retyku“ na obszarze Gór Świętokrzyskich i na Niżu Polski (warstwy gorzowskie). W Górach Świętokrzyskich byłby on stwierdzony po raz pierwszy. Pojedyncze spory dolnojurajskie stwierdzono na głębokości 468,8–9 m.

Z e s p ó ł X I I I występuje na głębokości 468,0–468,2 i 468,8–468,9 m. Dominują w nim ziarna pyłku (60,0% spektrum) z rodzajów *Monosulcites* (20,0%) i *Chasmatosporites* (12,0%) z gatunkami: *C. apertus* i *C. rimatulus*. Rzadziej spotykane są okazy *Pinuspollenites* (*P. minimus*), *Eucommiidites* i *Granuloperculatipollis*. Wśród spor dominują przedstawiciele rodzaju *Deltoispora* (10,0% zespołu) z gatunkami: *D. australis* i *D. minima*. Mniej licznie występują spory z rodzajów: *Dicthyophyllidites* z gatunkiem *D. mertonii*, *Todisporites*, *Corrugatisporites* (*C. scanicus*) oraz *Aratrisporites* z przewodnim gatunkiem *A. minimus*.

Jest to zespól dolnoliasowy znany z dalszego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich i z Niżu Polski.

Z e s p ó ł X I V oznaczono na głębokości 286,0–286,2 m. Tworzą go pojedyncze: *Cedripites* sp., *Cycadopites* sp., *Deltoispora* sp., *Gleicheniidites* sp., *Piceapollenites* sp., *Sphagnumsporites* sp. Formy te nie precyzują wieku osadów.

Z e s p ó ł X V, oznaczony na głębokości 186,8 m, reprezentowany jest przez pojedyncze formy nieoznaczalne, a ponadto przez długowieczne: *Cycadopites* sp. i *Pinuspollenites* sp.

Z e s p ó ł X V I oznaczono na głębokości 135,5 m. Zawiera liczne taksony wskaźnikowe dla dolnego toarku: *Gleicheniidites carinatus*, *Leiotriletes mecklenburgensis*, *Foraminisporis dailyi*. Ponadto oznaczono *Lycopodiumsporites clavatoides*, *L. carolinum* i spory z rodzajów: *Deltoispora*, *Uvaesporites*. Ziarna pyłku reprezentowane są głównie przez rodzaje: *Cedripites*, *Gingko*, *Cycadopites*, *Chasmatosporites* oraz *Applanopsipollenites dampieri*.

Marta ROMANEK¹

BADANIA MAKRO- I MIKROFAUNY RETU I WAPIENIA MUSZLOWEGO

Badania faunistyczne wykonano dla utworów retu i wapienia muszlowego. Wyeksploatowano i oznaczono makroszczątki oraz wykonano 22 analizy mikrofaunistyczne i oznaczono uzyskaną w nich mikrofaunę. Ponadto oznaczono w płytkach cienkich otwornice.

Piaskowiec pstry górny — ret

W osadach retu (głęb. 1336,8–1221,5 m) stwierdzono obecność małżów, ślimaków, ramienionogów, liścionogów, małżoraczków oraz łuski i zęby ryb. Małże i ślimaki są niezbyt dobrze zachowane, najczęściej w postaci niekompletnych ośródek. Liścionogi i ramienionogi występują w nagromadzeniach na powierzchniach ławic. Znaczenie stratygraficzne ma małż *Costatoria costata* (Zenker) znaleziony na głębokości 1236,6–1236,9 m — przewodnia forma dla retu (Romanek, 1993). Ślimaki *Neritaria comersis subincisa* Kittl znalezione na głębokości 1224,5 m oraz małżoraczki z głębokości 1227,4 m wskazują na recki wiek zawierających je osadów. Pozostałe formy występujące w osadach retu mają szerokie zasięgi pionowe.

Wśród osadów wapienia muszlowego dokumentację paleontologiczną mają osady dolnego wapienia muszlowego (głęb. 1221,5–1143,0 m). W osadach środkowego i górnego wapienia muszlowego przewierconych bezrdzeniowo lub tylko w minimalnym stopniu rdzeniowanych nie uzyskano szczątków organicznych. Utwory dolnego wapienia muszlowego zawierają bardzo bogaty zespól fauny, lecz najczęściej skorupki są przekryształizowane i pokruszone. Zły stan zachowania uniemożliwia oznaczenie szczątków. Dla wapienia muszlowego charakterystyczne jest masowe występowanie ławicowo nagromadzonych członów łodyg liliowców oraz małżów *Plagiostoma* sp. Znaczenie stratygraficzne mają konodonty *Gondolella momburgensis* Tatge i *Neohindeodella aequiramosa* Kozur et Mostler. Skolekodont *Delosites raridentatus* Kozur znany z dolnego i niższej części środkowego wapienia muszlowego również potwierdza wiek osadów.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

UWAGI TEKTONICZNE

Głęboki otwór badawczy Opoczno PIG 2 odwiercono na dalekim, północno-zachodnim, permsko-mezozoicznym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Zlokalizowano go na zachodnim skrzydle — wielkiej, regionalnej, szerokopromiennej, dobrze czytelnej w planie powierzchniowym jednostki tektonicznej — antykliny gielniowskiej. Odwiert dostarczył wielu cennych informacji geologicznych także o tektonice badanego obszaru.

W spągu otworu Opoczno PIG 2 nawiercono osady karbońskie (70,7 m). Dominują wśród nich szarogłazy arkozowo-lityczne szare i brunatnoszare od drobno- do gruboziarnistych i zlepieńcowatych, miejscami z okruchami łupków ilastych i szarogłazów, przewarstwione ciemnymi mułowcami i iłowcami łupkowymi. Są to utwory dolnokarbońskie — zdaniem Krzemińskiego (1999) i Turnau w: Kowalczewski (2000) najprawdopodobniej górnoturnejskie i ewentualnie dolnowizeńskie. Skały te należą do starszych spośród osadów karbońskich rozpoznanych dotychczas w regionie świętokrzyskim. Są one bardzo silnie zdeformowane plastycznie i dysjunktywnie. Pomierzone upady warstw zmieniają się w granicach 15–90°. Rdzeń tną liczne spękania i żyły kalcytowe oraz kalcytowo-hematytowe. W stropie dominują upady przeciętne 20–30°, które niżej wzrastają do 55–90°, natomiast w spągu nawierconego odcinka karbońskiego wynoszą 20–35°.

Krzemiński (1999) stwierdził, że piaskowce karbońskie z Opoczna i Ostałowa mają charakter wulkanoklastyczny. Ich skałami źródłowymi były trachity i ryolity alkaliczne związane z ryftem kontynentalnym. Studia sedymentologiczne Jaworowskiego (2000) pozwalają uznać dyskusyjne osady za pseudoflisz powstały w zbiorniku perykratonicznym na jego skłonie i częściowo w obszarze równi basenowej, w znacznej odległości od frontu waryscyjskich eksternidów. Jego zdaniem, źródłem detrytus w piaskowcach typu debrytów i turbidytów było wyniesienie peryferyczne powstałe w marginalnej strefie kratonu wschodnioeuropejskiego na skutek nasunięcia się na niego waryscyjskiej przyzmy akrecyjnej. Wzmiankowany zbiornik perykratoniczny, rozwinięty na podłożu złożonym ze skorupowego kolażu wieku przedwaryscyjskiego, mógł być według cytowanego badacza powiązany genetycznie z zapadliskiem przedgórskim waryscyjdów prakarpacko-dobrudzkich. Przeprowadzone dotychczas badania osadów karbońskich w omawianym obszarze dokumentują pośrednio — poprzez swój skład mineralny, a także bezpośrednio — poprzez charakter facjalny dwa niezwykle ważne okresy w rozwoju waryscyjskiego cyklu sedymentacyjno-diastrficznego. Są one związane: starszy — z zamierającym ryftem kontynentalnym położonym w niezbyt dużej odległości na E czy NE i młodszy — z rozwojem pseudofliszu w zapadlisku perykratonicznym o charakterze przedgórskim.

Na wcześniej odkształconych tektonicznie i nieco zerodowanych warstwach dolnokarbońskich leżą bezpośrednio szare piaskowce różnoziarniste, w tym także gruboziarniste, morskiej genezy, reprezentujące poziom transgresywny Zp1 permu górnego. Trudno czytelny upad warstw dochodzi do 24°. Miąższość tych piaskowców wynosi zaledwie 0,7 m. Rozproszone są w nich okruchy znacznych rozmiarów czarnych łupków karbońskich, a w spągu również szczątki zwęglonej flory. Niezgodność kątowna na ostro zaznaczającym się w litologii kontakcie jest tu jednak słabo czytelna, nie przekracza 5–10°.

Osady permu górnego — cechsztynu — mają miąższość 761,3 m. Reprezentują cztery cykle sedymentacyjne rozwinięte w wyższych odcinkach swoich profilów w facjach basenowych, najpełniej w cyklotemie PZ1, w pozostałych zaś są mniej kompletnie; cyklotem PZ2 wykształcony jest głównie w facji węglanowej i siarczanowej. Profil permu dopełniają osady detrytyczne stropowej serii terygeniczej PZt.

Kompletnie wykształcony cyklotem PZ1, o miąższości 331,6 m, ma w spągu poziom transgresywny 2p1 (0,7 m), łupek miedzionośny T1 (1,3 m) i wapień cechsztyński Ca1 (11,3 m). Ten trzeci poziom tworzą w spągu wapień zapiaszczone i zailone a w stropie dolomity ze wzrastającą ku górze zawartością anhydrytu. Serie ewaporatowe cyklu PZ1 (miąższość 318,3 m) tworzą: anhydryt dolny A1d (miąższość 167,1 m), najstarsza sól kamienna Na1 (miąższość 75,0 m) i anhydryt górny A1g

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

(miąższość 76,3 m). Ciągłość sedymentacyjna osadów cyklotemu PZ1 nie wzbudza wątpliwości. Upady warstw w seriach terygenicznych i węglanowych oscylują w granicach 15–30°, w ewaporatach zaś, dotkniętych procesami halokinezy, zmieniają się w zakresie 0–60°.

Cyklotem PZ2 o ogólnej miąższości 43,3 m reprezentują przede wszystkim osady węglanowe — dolosparyty i dolomikryty dolomitu głównego Ca2 (miąższość 34,5 m) przykryte anhydrytami masywnymi i gruzłowymi anhydrytu podstawowego A2 (miąższość 6,0 m) oraz anhydryty gruzłowe anhydrytu kryjącego (A2r). Upad przeciętny warstw wynosi 5–8°. Złuznienia tektoniczne występują w spągu opisywanej serii, w strefie kontaktowej Ca2 z A1g. Tam też upad wzrasta do 18°.

Osady cyklotemów PZ4 i PZ3 w profilu otworu Opoczno PIG 2 pojawiają się dwukrotnie — za sprawą dyslokacji nasuwczej. Skały z cyklotemu PZ3 rozpoznano na głębokości: 2382,9–2479,5 m (osady poziome Na3) oraz 2505,0–2609,4 m (skały poziomów: Na3, A3, Ca3 i T3). Osady cyklotemu PZ4 stwierdzono w interwale 2479,5–2505,0 m (skały poziomów: A4a, Na4ao i T4a) a także 2335,7–2382,9 m (osady poziomów A4g, Na4a, A4a, Na4ao i T4a). Kompleks wyższy nasunięty na niższy, wzdłuż uskoku odwróconego (stromo nachylona płaszczyzna dyslokacji) warunkuje na głębokości 2479,5 m anormalny kontakt nasuniętej młodszej soli kamiennej Na3 z anhydrytem pegmatytowym A4a ze skrzydła zrzuconego. Upady warstw w opisywanych skałach permu górnego zmieniają się od 0–8° do 40–50°. Ewaporaty — sole i anhydryty są szczególnie silnie zdeformowane, także zbrekcjowane i spękane w strefie przydyslokacyjnej. W rdzeniu z głębokości około 2539,0 m obserwowano podrzędne łuskowe zaburzenia warstw anhydrytowych.

Cyklotem PZ3 tworzą osady o miąższości 96,6 i 104,4 m. Mają one w spągu detrytyczne analogi szarego iltu solnego T3 a wyżej dolomity margliste dolomitu płytowego Ca3. Oba te ogniwa razem osiągają zaledwie 3,9 m miąższości. Leżący wyżej anhydryt główny A3 mierzy 19,3 m a młodsza sól kamienna Na3 około 81,0–98,1 m.

Osady cyklotemu PZ4 pod Opoczniem mają 47,2 m i 25,5 m miąższości. W pełniejszym jego profilu, w skrzydle nasuniętym, czerwony ilt solny T4a osiąga 22,6 m, sól podścielająca Na4ao — 1,5 m, anhydryt pegmatytowy A4a tylko 0,55 m, najmłodsza sól kamienna Na4a — 22,25 m oraz anhydryt graniczny A4g — 0,3 m.

Mułowce i piaskowce wapieniste z gruzłami anhydrytu, brunatne, z bioturbacjami oraz ze szczelinami z wysychania, reprezentują stropową serię terygeniczną PZt (112,7 m) zamykającą profil osadów permskich. W stosunku do starszych warstw cechsztyńskich leżą tektonicznie spokojnie. Mierzone w nich upady zmieniają się w przedziale 0–5°.

Kontakt triasu z permem, aczkolwiek nie został bezpośrednio rozpoznany (brak rdzenia), był według pośrednich danych tektonicznie zgodny i prawdopodobnie sedymentacyjnie ciągły.

Trias dolny reprezentuje kompleks skał o miąższości 1001,5 m, z czego na dolny pstry piaskowiec przypada 353,0 m, na środkowy pstry piaskowiec 485,0 m, a na ret — 163,5 m. W spągu pstrego piaskowca dolnego znajdują się szare i brunatne osady mułowcowo-iłowcowe z przejściami do marglistych, płytkomorskie oraz ze strefy playa, a wyżej leżą czerwone piaskowce o zróżnicowanym uziarnieniu, także zlepieńcowate, z intraklastami iłowców i mułowców pochodzenia rzeczno-egipskiego. Pstry piaskowiec środkowy budują czerwobrunatne osady piaszczysto-mułowcowo-iłowcowe miejscami z wkładkami i gruzłami wapieni, także ooidowych, oraz skupieniami i okruchami siarczanowymi. W ich stropie pojawiają się wkładki zlepieńcowo-pseudoolitowe. Opisywane osady, na przemian genezy płytkomorskiej i lądowej, przechodzą sedymentacyjnie w sposób ciągły w utwory retu. W spągu profilu retu znajdują się piaskowce białe i mułowce margliste ciemnoszare, które w środkowej partii są zastępowane przez wapienie, margle i mułowce dolomityczne z wkładkami dolomitów i zlepieńców śródformacyjnych. Piaskowce kwarcowe różnoziarniste, białe i seledynowe oraz margle i wapienie kończą profil górnego pstrego piaskowca. Upady warstw mierzone w skałach dolnego triasu zmieniają się w granicach 0–20°, dominują upady o wartości 3–9°. W profilu opisywanej serii nie obserwuje się niezgodności tektonicznych. Zwraca uwagę wielka subsydencja badanego obszaru w środkowym pstrym piaskowcu związana z intensyfikacją tektonicznych ruchów obniżających. W reie tracą one natężenie.

Osady triasu środkowego mają miąższość 288,5 m, z czego na wapień muszłowy dolny przypada 78,5 m, na wapień muszłowy środkowy — 42,5 m, wapień muszłowy górny — 26,0 m i kajper niższy — 141,5 m. W dwóch starszych jednostkach stratygraficznych dominują różnego typu wapienie i dolomity z wkładkami margli, a także zlepieńców śródformacyjnych. Tych ostatnich w całym dolnym i niższym środkowym wapieniu muszłowym. W dolnym wapieniu muszłowym profil majoryzują biomikryty i biosparyty z detrytusem liliowców, małży, małżoraczków, ślimaków i zębami ryb. W środkowym wapieniu muszłowym, gdzie sporo jest też dolomitów, pojawia się również anhydryt. Sekwencja osadów triasu środkowego świadczy o postępującym spłycaaniu się zbiornika płytkomorskiego. Związane było to zapewne z narastającym pulsacyjnie niepokojem tektonicznym odczuwalnym w charakterze litologii osadów, także niższego wapienia muszłowego. Tendencje tektoniczne do dźwignia się badanego obszaru obrzeżenia permsko-mezozoicznego Gór Świętokrzyskich nasiliły się pod koniec triasu środkowego, warunkując spadek miąższości osadów górnego wapienia muszłowego i ich regresywny charakter. W stropie triasu środkowego obok skał węglanowo-iłastych dużo jest mułowców marglistych i iłowców mulastych. Upady warstw w skałach wapienia muszłowego zmieniają się w granicach 0–10°, przeciętnie wynoszą 3–7°.

W otworze Opoczno PIG 2 osady kajpru, mułowcowo-iłowcowo-piaskowcowe z wkładkami wapieni i margli, mają miąższość 372,5 m; z czego na kajper niższy przypada 141,5 m, kajper wyższy 151,0 m (warstwy gipsowe dolne wraz z dolomitami granicznymi i piaskowcem spagowym — 77,0 m i warstwy gipsowe górne ze skupieniami gniazdowo-gruzłowymi anhydrytu — 60,0 m i rozdzielaający je piaskowiec trzciny 14,0 m), zaś na „retyk“ — 221,5 m. Skały kajpru niższego są

miejscami mocno spękane i zlustrowane (głęb. 1030,4–1033,5 m). W warstwach kajpru dominują upady 1–3°. Kontaktów bezpośrednich z wapieniem muszlowym i z retykiem nie przerzedziowano. Dane pośrednie pozwalają sądzić, że są to kontakty tektonicznie zgodne. Utwory retyku, szare mułowce ilaste i piaskowce, mają miąższość 25,5 m.

Otwór Opoczno PIG 2 przebił skały kolejnych jednostek litostratygraficznych liasu świętokrzyskiego; od warstw formacji zagajskiej do osadów formacji ostrowieckiej włącznie. Miąższość tych osadów wynosi łącznie 516,0 m. Piaskowce, mułowce i iłowce liasu, sporadycznie z wkładkami i konkrecjami syderytów oraz wkładkami węglistymi (także z laminami węgla), to osady rzeczne, bagienne, niekiedy też lagunowe, deltowe i brakiczno-morskie. Są nieznacznie odkształcone tektonicznie, leżą połogo — upady warstw rzadko przekraczają 3–5°. Kontakt jury z triasem może jednak kryć w sobie lukę stratygraficzną — w otworze uzyskano bowiem bardzo małą miąższość retyku (25,5 m). Utwory te mogły zostać zerodowane na przełomie liasu i retyku podczas ruchów starokimeryjskich dźwigających północne obrzeżenie Gór Świętokrzyskich.

Obserwacje i badania profilu otworu Opoczno PIG 2 pozwalają sądzić, że badany obszar podlegał po dolnym wizenie a przed cechsztyńskim, a więc w epoce górotwórczości waryscyjskiej, intensywnym ruchom tektonicznym. Doprowadziły one do sfałdowania i nieciągłego zdyslokowania osadów karbońskich. Obraz strukturalny deformacji przed cechsztyńskich skał paleozoicznych rysuje się jako zdecydowanie inny aniżeli młodszych kompleksów permsko–triasowo–jurajskich. Ruchy późniejsze, z alpejskiej epoki górotwórczej, zwolna dźwigające bądź obniżające teren były słabe i tylko w niewielkim stopniu szerokokopiecznie odkształciły warstwy permsko-mezozoiczne. Tektoniczny gmach badanego obszaru modelowały wówczas, jak się wydaje, w większym stopniu dyslokacje nieciągłe, które miały tu także charakter nasuwczy. Na podstawie obserwacji profilu otworu Opoczno PIG 2 nie sposób określić wieku tych ruchów. Wnosząc jednak z rysującego się wyraźnie podobieństwa tektonicznego planu strukturalnego — wspólnego dla całej pokrywy permsko–triasowo–jurajskiej na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich — można sądzić, że miały one miejsce po jurze, zapewne w ruchach laramijskich.

BADANIA GEOCHEMICZNE

METODYKA BADAŃ LABORATORYJNYCH I SPOSÓB INTERPRETACJI WYNIKÓW

Przedstawione poniżej badania geochemiczne są kontynuacją analogicznych prac zmierzających do ustalenia facji geochemicznych opartych na obserwacji prawidłowości rozmieszczenia pierwiastków chemicznych, głównie metali, w różnych litologicznie i wiekowo kompleksach skalnych. Powyższe badania od szeregu lat prowadzone są w różnych rejonach regionu świętokrzyskiego (Lenartowicz, 1991, 1993, 1994 i 1996). Tak sprecyzowane zadanie obok aspektu badań podstawowych uwzględnia potrzeby geologów złożowych prowadzących poszukiwania rud cynkowo-ołowiowych i miedziowych w osadach dolnego cechsztynu, retu i wapienia muszlowego jak również mineralizacji uranowej, miedziowej, cynkowo-ołowiowej, barowej i wanadowej w klastycznych utworach świętokrzyskiego permu i pstręgo piaskowca.

Prace przygotowawczo-laboratoryjne oraz sposób omawiania wyników badań uzyskanych w trakcie wiercenia otworu Opoczno PIG 2 są analogiczne do stosowanych w innych opracowaniach dotyczących regionu świętokrzyskiego. Próbkę do badań laboratoryjnych pobierano punktowo zagęszczając miejsca ich pobrania w partiach bardziej zróżnicowanych litologicznie i interesujących z punktu widzenia geologii złożowej. Próbkę po rozdrobnieniu i zmieleniu w agatowym młynie kulowym poddano spektralnej analizie emisyjnej uzyskując wykrywalność 10 g/t dla Zn, Ba i Sr oraz 1 g/t dla Cu, Pb, Ag, Ni, Co, V, Cr, Mo i Sn (tab. 3A). W niektórych próbkach molibden oznaczono metodą półilościową. Zawartość poszczególnych pierwiastków wykorzystano do wyliczeń zawartości przeciętnych, współczynników korelacji oraz konstrukcji histogramów. Wartość przeciętną pierwiastków śladowych w osadach permu i triasu wyliczono oddzielnie dla każdego cyklu i poziomu oraz w zależności od wykształcenia litologicznego (tab. 3B). W celu wykrycia współzależności występowania między analizowanymi pierwiastkami i określenia ich tendencji geochemicznych poddano je analizie korelacyjnej. Współczynniki korelacji liniowej par pierwiastków chemicznych wyliczono dla Cu, Zn, Pb, Ag, Ni, Co, V, Cr, Ba i Sr na poziomie istotności 0,05 wykorzystując komputer ABM-AT i odpowiedni program.

Również przy użyciu powyższego komputera i programu sporządzono histogramy w celu określenia rozkładów badanych pierwiastków w poszczególnych cyklach sedymentacyjnych i niektórych poziomach cechsztynu i triasu. Przyjmuje się, że rozkład geochemiczny pierwiastka lub zespołu pierwiastków pozwala wyciągnąć wnioski odnośnie m.in. perspektywiczności złożowej danej serii osadów lub rejonu. Wielomodalność rozkładu dowodzi wpływu kilku głównych czynników mających wpływ na akumulację i rozmieszczenie danego pierwiastka. Rozkłady jednomodalne symetrycznie zbliżone do normalnego interpretowane są jako rezultat działania dużej liczby drobnych czynników, z których żaden rozpatrywany oddzielnie nie posiada istotnego znaczenia dla wielkości koncentracji. Rozkłady jednomodalne asymetryczne typu logarytmiczno-normalnego powstają w wyniku działania jednego, dominującego czynnika. Jest to najczęściej spotykany rozkład charakteryzujący naturalne warunki geologiczne. Do opracowania nie dołączono zestawienia uzyskanych rozkładów ponieważ niewielka liczba obserwacji (próbek) reprezentujących poszczególne wydzielienia spowodowała, że uzyskane histogramy były niekompletne a rozkłady nieczytelne. W zdecydowanej większości były one jednomodalne typu logarytmiczno-normalnego.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

PIERWIASTKI ŚLADOWE

KARBON DOLNY

Seria piaskowców karbońskich nawiercona w interwale 2984,3–3055,0 m charakteryzuje się niewielkimi koncentracjami badanych pierwiastków oraz stosunkowo dużą stabilnością. Wielkość koncentracji pierwiastków z grupy metali kolorowych oscyluje wokół zawartości przeciętnych. Nagromadzenia miedzi mieszczą się w granicach między 5 a 50 g/t; cynku 40 a 110 g/t natomiast ołowiu 1 a 30 g/t. Srebro tworzy nagromadzenia nieprzekraczające 1 g/t i jest przyporządkowane odcinkom rdzenia charakteryzującym się podwyższoną zawartością miedzi i ołowiu. Również nagromadzenia pierwiastków z grupy żelaza są niższe od koncentracji standardowych typowych dla skał piaszczystych. Nikiel najczęściej występuje w ilościach zawartych między 10 a 20 g/t, kobalt w niższej części nawierconego profilu notowany jest w granicach 10–15 g/t a w wyższej części jego zawartości spadają do 1 g/t. Zawartości przeciętne chromu, molibdenu i cyny (tabela 3B) są niższe od najczęściej notowanych a ich dyspersja jest niewielka. Jedynie zawartość wanadu (45–190 g/t) jest zbliżona do koncentracji standardowej w skałach okruchowych. Za cechę charakterystyczną utworów karbońskich należy uznać nagromadzenia strontu zmieniające się w granicach od 1200 do 5900 g/t i osiągającego jedną z wyższych wartości średnich w otworze Opczno PIG 2.

CECHSZTYN

Cyklotem PZ1

Piaskowce, rozpoczynające osady cechsztynu (warstwa transgresywna Zp1) o miąższości 70 cm (głęb. 2983,6–2984,3 m) pod względem geochemicznym są kontynuacją warunków panujących w środowisku osadów karbońskich. Jak widać w tabeli 3A wielkość koncentracji i zawartości średnie prawie wszystkich badanych pierwiastków w obydwu wydzieleniach stratygraficznych są zbliżone. Jedyną istotną cechą odróżniającą je od siebie jest brak cyny w osadach dolnego cechsztynu.

Niewielkiej miąższości (1,3 m) utwory odpowiadające poziomowi **łupka miedzionośnego T1** charakteryzują się dużą zmiennością zawartości badanych pierwiastków w profilu pionowym — tabela 3A. Najwyższe koncentracje wszystkich mikroelementów stwierdzono w spągu wydzielenia. Maksymalne zawartości cynku i ołowiu odpowiednio wynoszą 4650 g/t i 2750 g/t. Również nagromadzenia miedzi (270 g/t), srebra (7 g/t) i wanadu (3900 g/t) należą do najwyższych w profilu otworu a także do jednych z rzadziej notowanych w NW obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Niewielkie zawartości, niższe od standardowych, tworzą kobalt, chrom, molibden natomiast cyny w ogóle nie stwierdzono.

W nadległym poziomie **wapienia cechsztyńskiego Ca1** podwyższone zawartości tworzy jedynie cynk. Notowany jest w szerokich granicach od 10 do 1830 g/t a jego koncentracja średnia wynosi 869 g/t. Nagromadzenia nieznacznie wyższe od standardowych — typowych dla osadów węglanowych — tworzy ołów. Wykryto go w całym profilu pionowym w ilościach od 10 do 110 g/t. Również w całym profilu notowana jest miedź ale jej maksymalne nagromadzenia osiągają jedynie trzydzieści kilka g/t. Niewielkie zawartości srebra (<1 g/t) wykazują wyraźne związki korelacyjne z ołowiem i miedzią. Również istotne zależności w tym poziomie stwierdzono pomiędzy Pb i Cu. Nie ma miejsca natomiast współzależność występowania pomiędzy Zn i Pb. Analogiczne powiązania korelacyjne ale o niższych wartościach stwierdzono także w utworach karbońskich. W ilościach niższych od przeciętnych występuje także nikiel, kobalt i chrom, w zbliżonych do niej — wanad, natomiast żadnej z badanych próbek nie stwierdzono obecności molibdenu i cyny. Nagromadzenia baru i strontu zmieniają się w szerokich granicach a ich zawartości przeciętne są zbliżone do standardowych.

Nadległe poziomy **A1d, Na1 i A1g** dzięki dobremu rdzeniowaniu należą do najlepiej rozpoznanych utworów ewaporato-solnych spośród nawierconych w północno-zachodnim obrzeżeniu paleozoiku świętokrzyskiego. Analiza zawartości poszczególnych pierwiastków w porównaniu z innymi wydzieleniami litologicznymi cechsztynu w omawianym otworze wskazuje na ich wielkie ubóstwo zarówno pod względem ilościowym jak i jakościowym. Z grupy pierwiastków kolorowych w całym profilu notowana jest jedynie miedź w ilościach kilku g/t (sporadycznie kilkunastu g/t). Cynk występuje w spągu poziomu A1d oraz w całym poziomie Na1 i A1g w granicach wykrywalności metody spektralnej tj. około 10 g/t. W sporadycznych przypadkach notowany jest ołów (1–5 g/t) i srebro (0,1 g/t). Również w niewielkich ilościach występują pierwiastki z grupy żelaza. Prawie w całym profilu obecny jest wanad w granicach od 0 do 100 g/t. Nagromadzenia niklu i kobaltu nie przekraczają 10 g/t a ich obecność w badanych próbkach jest dość przypadkowa. W sposób podobny występuje chrom. W kilku próbkach napotkano molibden i cynę. Ciągłe profile pionowe tworzy natomiast bar i stront. Koncentracje pierwszego z nich zawarte są pomiędzy 10 a 280 g/t natomiast drugiego pomiędzy 1000 a 10 000 g/t. Koncentracje przeciętne odpowiednio wynoszą kilkadziesiąt g/t dla baru i kilka tysięcy g/t dla strontu (tab. 3B).

Cyklotem PZ2

Osady cyklotemu PZ2 reprezentowane są przez poziom dolomitu głównego Ca2, anhydrytu podstawowego A2 i anhydrytu kryjącego A2r.

Profile geochemiczne badanych mikroskładników w poziomie **dolomitu głównego Ca2**, reprezentowanego przez dolomity zbite, charakteryzują się niezbyt wysokimi koncentracjami i znaczną stabilnością. Z pierwiastków reprezentujących grupę metali kolorowych profile ciągłe tworzy tylko miedź i ołów. Ich obecność odnotowano w większości przebadanych próbek. Miedź występuje w ilości od 10 do 100 g/t (średnia 29 g/t) natomiast ołów od 0 do 40 g/t (średnia 9 g/t). W obydwu przypadkach zawartości średnie są niższe od najczęściej notowanych w osadach węglanowych. Cynk i srebro w tym poziomie występuje przypadkowo a ich koncentracje są niewielkie — **tabela 3B**. Współzależność występowania par pierwiastków określona dodatnią wartością współczynnika korelacji zaznacza się tylko między Cu i Pb. Na podkreślenie zasługuje brak jakichkolwiek zależności występowania pomiędzy Ag i Cu, Zn i Pb. W sposób zbliżony do miedzi i ołowiu występują żelazowce. Ich nagromadzenia są niższe od przeciętnych i charakteryzują się niewielką dyspersją, a wysokie dodatnie wartości współczynników korelacji wskazują na ich duże powinowactwo geochemiczne w tym wydzieleniu litologiczno-stratygraficznym. Również koncentracje baru i strontu w poziomie dolomitu głównego uległy zasadniczej zmianie. Bar w spągu i stropie wydzielenia tworzy nagromadzenie rzędu kilkuset g/t (w jednym przypadku 6700 g/t) natomiast w części środkowej spadają one poniżej 50 g/t. Stront w całym poziomie występuje w ilościach niższych od obserwowanej w niższej i wyżej leżących poziomach cechsztyńskich.

Koncentracje pierwiastków śladowych w poziomach: **anhydrytu podstawowego A2** i **anhydrytu kryjącego A2r** w sposób znaczący odbiegają od wyżej omówionego poziomu Ca2 i osadów ewaporatowo-solnych cyklu PZ1. W większości przypadków są one zdecydowanie wyższe. Odnosi to się to zwłaszcza do cynku i ołowiu, baru i strontu a także innych pierwiastków. Powyższy fakt w powiązaniu z obecnością cyny w tym wydzieleniu wskazuje na zasadniczą zmianę warunków sedymentacji wywołanych bliskim sąsiedztwem łądu.

Cyklotem PZ3

Osady cyklotemu PZ3 w otworze Opoczno PIG 2 reprezentowane są przez niewielkiej miąższości pakiet iłowców stanowiących początek nierozdzielonego poziomu szarego iłu solnego T3 i dolomitu płytowego Ca3 ponad którymi zalega poziom anhydrytu głównego A3 i reprezentowany przez sole, anhydryty i mułowce poziom młodszej soli kamiennej Na3.

Íłowce poziomu **T3** pod względem zawartości badanych pierwiastków są kontynuacją warunków panujących w osadach cyklotemu PZ2. Koncentracje poszczególnych pierwiastków są zbliżone lub nieznacznie wzrastają. Sytuacja ponownie zmienia się w nadległych poziomach ewaporatowo-solnych. W poziomie **anhydrytu głównego A3** powszechnie występuje miedź, cynk, wanad oraz bar i stront. Zawartości miedzi i cynku nie przekraczają 10 g/t natomiast wanadu i baru maksymalnie osiągają 30 g/t. Typowe dla osadów ewaporatowych są natomiast nagromadzenia strontu zawartego w granicach od 1000 do 5000 g/t. W żadnej z badanych próbek nie stwierdzono obecności Pb, Ag, Ni, Co, Mo i Sn. Warunki zbliżone do w/w utrzymują się w nadległym poziomie **młodszej soli kamiennej Na3** przy czym zaznacza się wyraźne zróżnicowanie zawartości w zależności od litologii osadów. Najwyższe koncentracje związane są z mułowcami, niższe z anhydrytami natomiast minimalne z solami — **tabela 3B**. Ciągłe profile geochemiczne tworzy miedź, wanad, bar i stront, sporadycznie pojawia się (głównie w mułowcach) cynk, srebro, nikiel i kobalt natomiast w żadnej próbce (anhydrytu i soli) nie wykryto ołowiu, molibdenu i cyny. Analiza współczynników korelacji wskazuje, że bardzo wysokie, dodatnie wartości istnieją pomiędzy wszystkimi pierwiastkami z grupy metali kolorowych, żelaza i baru, natomiast zależność odwrotnie proporcjonalna (ujemna wartość współczynnika korelacji) istnieje pomiędzy nimi a srebrem oraz częściowo strontem.

Cyklotem PZ4 i stropowa seria terygeniczna PZt

Osady cyklotemu PZ4 w omawianym otworze reprezentowane są przez iłowce i mułowce, miejscami piaszczyste i z koncentracjami anhydrytu, poziomu czerwonego iłu solnego T4a oraz sole i anhydryty poziomu najmłodszej soli kamiennej Na4a. Wyraźna zmiana charakteru litologicznego na początku tego cyklotemu zaznacza się także w jego charakterze geochemicznym. Badane pierwiastki z wyjątkiem srebra i cyny obecne są we wszystkich próbkach w ilościach zbliżonych do koncentracji standardowych (**tab. 3B**). Ich nagromadzenia wyraźnie maleją w nadległym poziomie najmłodszej soli kamiennej Na4a. Podobnie jak w młodszej soli kamiennej profile ciągłe tworzy jedynie miedź, bar i stront natomiast nieobecny jest ołów, molibden i cyna. Warunki geochemiczne stabilizują się w zamykających profil cechsztynu mułowcach wapiennych z wkładkami piaskowcowymi **stropowej serii terygenicznej PZt**. Pierwiastki reprezentujące regionalną mineralizację kruszcową — miedź, cynk, ołów — występują w ilościach oscylujących wokół koncentracji typowych dla osadów mułowcowych. Średnia zawartość miedzi wynosi 27 g/t, cynku 58 g/t i ołowiu 10 g/t. Z wyjątkiem jednej próbki nie stwierdzono w nich obecności srebra. Współczynniki korelacji wskazują na silną zależność istniejącą pomiędzy Pb a Zn i Cu; nie istnieje ona natomiast pomiędzy

dzy Ag a Cu, Zn i Pb. W sposób analogiczny do w/w pierwiastków występują pozostałe mikroelementy. Cechą charakterystyczną pierwiastków z grupy żelaza jest ich bardzo mała dyspersja oraz wysokie dodatnie współczynniki korelacji. Koncentracje przeciętne baru są niższe natomiast strontu kilkakrotnie wyższe od nagromadzeń standardowych. Molibden i cyna występują w granicach kilku g/t.

TRIAS

Pstry piaskowiec

Profile geochemiczne poszczególnych pierwiastków w osadach pstrego piaskowca są monotonne, ich koncentracje charakteryzują się niewielką dyspersją a zawartości przeciętne w większości z nich są zbliżone do nagromadzeń klarkowych w odpowiednich typach litologicznych. Pewne urozmaicenie w profilu pionowym wywołują zmiany litologiczne. Zalegające w spągu dolnego pstrego piaskowca mułowce węglanowe (głęb. 2215,0–2218,0 m) cechuje podwyższona zawartość miedzi (160–260 g/t), ołowiu (100–120 g/t) i wanadu (390–4900 g/t) oraz niklu (48–85 g/t). W osadach tych zmalała natomiast zawartość baru i strontu. Również w pstrym piaskowcu środkowym osady margliste występujące na głębokości 1736,0–1753,0 m są wzbogacone w ołów (60–350 g/t) i wanad (450–520 g/t) oraz podobnie jak w dolnym pstrym piaskowcu zubożone w bar i stront. W marglach tych częściej pojawia się srebro w ilości od 0,1 do 0,5 g/t. Również wkładka wapienna w obrębie iłowcowo-piaskowcowych osadów górnego pstrego piaskowca zawiera podwyższoną ilość cynku (380–830 g/t) i ołowiu (45–840 g/t). Powyższe tendencje dokumentuje [tabela 3B](#). Wynika z niej, że pierwiastki z grupy metali kolorowych i żelaza (z wyjątkiem Cr) bardziej preferują osady margliste niż mułowcowo-piaskowcowe. Wyniki badań wskazują, że zawartości przeciętne badanych pierwiastków stopniowo wzrastają od spągu ku stropowi omawianego wydzielenia stratygraficznego. Wyliczone współczynniki korelacji oddzielnie dla osadów dolnego, środkowego i górnego pstrego piaskowca są trudne do interpretacji ze względu na bardzo dużą ich różnorodność. Bardziej interesująca jest natomiast analiza związków korelacyjnych w obrębie wydzieleni litologicznych. Spośród pierwiastków zaliczanych do grupy metali kolorowych wyraźne związki korelacyjne występują między Zn a Pb w osadach marglistych i piaskowcowych oraz pomiędzy Ag a Cu, Zn i Pb w marglach. Pozostałe zależności są mało istotne lub wręcz odwrotnie proporcjonalne. Bardzo wysokie, dodatnie wartości, przyjmują współczynniki pomiędzy pierwiastkami z grupy żelaza w osadach marglistych i piaskowcach.

Wapień muszlowy

Piętro to przy znaczącej ilości osadów wapiennych charakteryzuje się nieznacznie podwyższonymi zawartościami pierwiastków z grupy metali kolorowych. Miedź notowana jest w granicach od 10 do 350 g/t, cynk od 0 do 1850 g/t i ołów od 5 do 1250 g/t. Zawartości maksymalne tych pierwiastków mają charakter przypadkowy, rozrzucone są po całym profilu pionowym i nie korelują się ze sobą, natomiast zawartości średnie (Cu — 81 g/t; Zn — 186 g/t i Pb — 120 g/t) są kilkakrotnie wyższe od nagromadzeń standardowych. Pozostałe składniki występują w sposób zbliżony do obserwowanego w niżej ległych osadach dolnego pstrego piaskowca ([tab. 3B](#)). W opisywanym wydzieleniu stwierdzono wyraźną współzależność w występowaniu pomiędzy Cu a Pb i Ag, Pb i Ag oraz pomiędzy pierwiastkami z grupy żelaza.

Kajper i „retyk“

Profile geochemiczne badanych pierwiastków nie ulegają również istotnym zmianom w nadległych mułowcowo-iłastych osadach kajpru i retyku. Akumulacje nieznacznie podwyższone w utworach kajpru tworzy jedynie miedź. Jej średnia zawartość wynosi 75 g/t (przy dyspersji 15–190 g/t) i jest zbliżona do koncentracji w osadach wapienia muszlowego. Podobnie jak w utworach triasu dolnego i środkowego również w triasie górnym zaznacza się niewielkie zróżnicowanie zawartości pierwiastków w zależności od litologii osadów ([tab. 3B](#)). Pierwiastki z grupy żelaza i metali kolorowych dzięki dużym zdolnościom sorpcyjnym minerałów iłastych występują w większych ilościach w iłowcach niż w mułowcach. Generalnie są to jednak koncentracje zbliżone do nagromadzeń klarkowych.

DOLNA JURA

Próbki skał reprezentujące profil dolnej jury nie odbiegają litologicznie od skał triasowych a wielkość koncentracji badanych pierwiastków jest typowa dla poszczególnych odmian litologicznych ([tab. 3A i B](#)).

PRZEJAWY MINERALIZACJI KRUSZCOWEJ

Badania mineralizacji w osadach z otworu Opoczno PIG 2 oparto na makroskopowym opisie skał, mikroskopowych obserwacjach szlifów polerowanych i zawartościach pierwiastków określanych metodą spektralną. Przejawy mineralizacji kruszcowej stwierdzono w większości osadów o genezie morskiej. Największa i najciekawsza mineralizacja związana jest ze spagowym odcinkiem osadów cechsztynu tj. łupkiem miedzionośnym (T1) i wapieniem cechsztyńskim (Ca1). Duże zawartości pirytu występują również poniżej tych osadów w warstwie transgresywnej (Zp1) i w stropie karbonu.

Mineralizacja pirytowa widoczna w stropowej (5–10 cm) warstwie szarych mułowców karbonu związana jest z cienkimi szczelinami. Piryt w formie drobnych (0,01–0,05 mm) kryształków występuje wspólnie ze sparytowanym kalcytem i hematytem zblizniającym mikroszczelinki (pionowe i poziome) oraz w większych ilościach rozproszony w skale podkreślając mikrolaminację mułowców. Określona metodą chemiczną zawartość pirytu osiąga tutaj 4,5 % (tab. 1), natomiast oznaczone spektralnie zawartości pierwiastków (Cu, Pb i Zn) nie przekraczają zawartości klarkowych około 50 ppm (tab. 3A). W przewierconym odcinku karbonu widoczne są liczne żyłki kalcytu i hematytu o grubości do 2 cm.

W cienkim, 0,7 m miąższości, pakiecie szarych piaskowców warstwy transgresywnej (Zp1) widoczna jest niewielka mineralizacja pirytowa. Większe, widoczne makroskopowo, nagromadzenia koncentrują się w stropowej części. Piryt występuje w spoiwie w formie pojedynczych, rozproszonych kryształków wielkości 0,01–0,05 mm, rzadko tworzy 2–3 mm gniazda, w których częściowo lub całkowicie zastępuje sparytowe spoiwo. Zawartość pirytu jest tu dość wysoka, dochodzi do 2% (tab. 1). Zawartości pierwiastków (Cu, Pb i Zn) są podobnie jak w karbonie, niewielkie — maksymalnie 100 ppm (tab. 3A).

Podobnie jak w innych otworach z obrzeżenia permomezozoicznego Gór Świętokrzyskich (Zbroja, 1999; Zbroja, Kuleta, 1998) największa mineralizacja w profilu otworu Opoczno PIG 2 związana jest z łupkiem miedzionośnym i wapieniem cechsztyńskim.

Łupek miedzionośny (T1) o miąższości 1,3 m wykształcony jest jako czarny wapieni bitumiczny o poziomej, milimetrowej laminacji, zawierający w spągu zwęglone szczątki flory. Widoczna makroskopowo drobna mineralizacja pirytowo-sfalerytowa jest rozproszona, miejscami delikatnie podkreśla laminację skały. Kryształy siarczko wielkości od 0,01 mm (piryt) do 0,1 mm (sfaleryt i chalkopiryt) występują częściej w bitumicznych laminkach. W części stropowej, gdzie laminek bitumicznych jest mniej, siarczki mineralizują również szczątki organiczne (otwornice, małżoraczki). W części spagowej przeważa sfaleryt, który ku górze ustępuje miejsca pirytowi. Chalkopirytu jest niedużo, występuje głównie w niższej części poziomu. Obserwacje makro- i mikroskopowe potwierdzone zostały badaniami spektralnymi. Stosunkowo duża (0,46%) zawartość cynku w dolnej części, w górnej maleje do 0,05%. Zawartości miedzi i ołowiu również są wyższe w dolnej części: odpowiednio 0,027 % i 0,27% i maleją ku górze odpowiednio: 0,003% i 0,01% (tab. 3A). Zawartość pirytu również maleje ku górze, od 2,31% w spągu do 0,98% w stropie (tab. 1).

Mineralizacja kruszcowa występuje w całym (11,3 m miąższości) poziomie wapienia cechsztyńskiego (Ca1). W dolnym odcinku wydzielenia, w szarych i ciemnoszarych masywnych bezstrukturalnych wapieniach, widoczna jest rozproszona mineralizacja pirytowo-sfalerytowa. Wyraźnie wyższe nagromadzenia związane są ze spagową częścią, przy granicy z łupkiem miedzionośnym, oraz dwumetrowym odcinkiem w stropowej części tego pakietu (2975,2–2977,2 m). W spągu gniazda pirytowe dochodzą do 10 mm. W stropowej części tego odcinka gniazda oraz soczewki pirytu i sfalerytu dochodzą do 5 mm. Obserwacje mikroskopowe potwierdzają występowanie tych dwóch siarczko. Piryt tworzy drobne (ok. 0,001 mm) kryształki często izometryczne a sfaleryt większe, zwykle ksenomorficzne (od 0,05 do 0,5 mm). Są one rozproszone w skale lub występują w formie gniazdowych lub soczewkowych agregatów. W stropowej części, gdzie wapienie są lekko porowate, siarczki koncentrują się w pustkach.

Wyżej, w brązowoszarych wapieniach dolomitycznych i dolomitach, omawianego wydzielenia, widoczna jest niewielka, rozproszona mineralizacja pirytowa i sfalerytowa oraz gniazdowe nagromadzenie pirytu w żyłkach anhydrytowo-dolomito-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

wo-halitowych. Wielkości kryształów siarczków są generalnie podobne jak w dolnej części: piryt 0,001 mm, sfaleryt 0,2–1 mm. Towarzyszą im niewielkie ilości drobnego 0,05–0,15 mm chalkopirytu. Siarczki zwykle występują samodzielnie, miejscami chalkopiryt towarzyszy pirytowi. Siarczki preferują tu również porowate fragmenty skały, a także częścię związane są z żyłkami niż we wcześniej opisanym odcinku.

W górnych pakietach, w wapieniu grudkowym i laminowanym anhydrytem, widoczne jest więcej siarczków niż w środkowym odcinku. W wapieniach grudkowych siarczki (piryt i chalkopiryt) są drobne 0,001–0,01 mm, rozproszone. Piryt tworzy w porach większe 0,1–0,4 mm idiomorficzne kryształy w ilości wyraźnie większej niż sfaleryt. W stropowych wapieniach laminowanych anhydrytem występuje dość obfita mineralizacja sfalerytowa z domieszką pirytu i pojedynczymi wrostkami galeny. Sfaleryt tworzy wyraźne smugi (ok. 0,1–0,5 mm) w laminach węglanowych i na granicy z anhydrytowymi, kryształy pirytu i galeny są drobne (ok. 0,01 mm) i występują podrzędnie.

Obserwacje makro- i mikroskopowe potwierdzone zostały analizami chemicznymi i spektralnymi. Zawartości cynku są podwyższone w całym wapieniu cechsztyńskim (Ca1), a maksymalne wielkości związane ze stropem dolnego pakietu (0,18% Zn na głęb. 2976,8 m) i dwoma stropowymi odcinkami (odpowiednio 0,15% Zn na głębokości 2971,6 m i 0,16% na głębokości 2971,1 m). Pozostałe pierwiastki tylko w niewielkim stopniu przekraczają zawartości klarkowe (tab. 3A). Maksymalne zawartości pirytu występują w spągu łupka miedzionośnego 2,31% na głębokości 2983,5 m i w dolnej części wapienia cechsztyńskiego — 3,06% na głębokości 2974,9 m (tab. 1).

Występujące na głębokości 2618,2–2652,7 m utwory dolomitu głównego (Ca2) praktycznie nie zawierają mineralizacji kruszcowej. Tylko na odcinku 2643,0–2649,0 m w ciemnoszarych i czarnych dolomitach bitumicznych widoczne są ślady rozproszonego pirytu. Występuje on jako bardzo drobne (0,001–0,05 mm) najczęściej izometryczne lub kuliste kryształy, tworzące miejscami smugi i soczewki od 1 do 2 cm długości. Liczne są również spirytyzowane szczątki organiczne. Analizy spektralne potwierdzają brak cynku i ołowiu oraz rzadko przekraczające zawartości klarkowe miedzi (tab. 3A). Zawartości pirytu są również niewielkie, w całym poziomie nie przekraczają 0,1%, tylko w omawianym pakiecie są większe, w spągu maksymalna zawartość wynosi 0,7% na głębokości 2648,5 m (tab. 1).

W osadach cechsztynu widoczne są jeszcze ślady mineralizacji w pojedynczej próbce ze spągu anhydrytu kryjącego (A2r) oraz w nawierconym fragmencie poziomu szarego iłu solnego (T3). W smugach szarego mułowca w obrębie anhydrytów poziomu A2r widoczne są drobne (0,01–0,1 mm) izometryczne kryształy pirytu. Większe ilości pirytu spotykane są w szarych piaszczystych dolomitach i iłowcach dolomitycznych z gruzłami anhydrytowymi zaliczonymi do poziomu szarego iłu solnego. Piryty występują w formie drobnych impregnacji, gniazd i warstewek do 2–3 mm grubości podkreślających laminację skały oraz tworzących obwódki wokół gruzłów anhydrytowych. Składają się one zwykle z drobnych 0,01–0,1 mm, często izometrycznych, kryształów. Określone metodą chemiczną zawartości pirytu osiągają 1,74% (tab. 1).

Ciekawa mineralizacja kruszcowa widoczna jest w morskich osadach dolnego i środkowego pstręgo piaskowca. Pakiet brunatnoszarych i szarych utworów mułowcowo-iłowcowych z przejściami do margli, rzadziej piaszczystych i mułkowych wapieni i drobnoziarnistych piaskowców wapnistych, reprezentuje formację z Opoczna rozpoczynającą osady dolnego pstręgo piaskowca. Występująca tu mineralizacja chalkopirytowa i pirytowa tworzy pojedyncze wprysnięcia i gniazda oraz smugowe i soczewkowe nagromadzenia podkreślające laminację skały. Smugi zbudowane są przeważnie z kryształków chalkopirytu wielkości od 0,05 do 0,5 mm, któremu towarzyszy drobny (0,001–0,05 mm) piryt i niewielkie ilości sfalerytu (0,05 do 0,2 mm). Siarczki koncentrują się przeważnie na granicy laminek iłowcowych i mułowcowych, piaskowców oraz w formie impregnacyjnych smug w iłowcach i piaskowcach.

Oznaczone spektralnie zawartości miedzi nie są wysokie i tylko sporadycznie przekraczają 0,02%. Zawartości ołowiu i cynku są również niewielkie (tab. 3A). Pirytu natomiast jest więcej — 1,55% na głębokości 2215,3 m (tab. 1).

W środkowym pstrym piaskowcu mineralizacja kruszcowa koncentruje się w dolnej części formacji ze Stachury (1740,0–1752,6 m). Są to dość monotonicznie wykształcone szare osady ilasto-marglisto-mułkowe z drobnymi wkładkami wapieni zawierające szczątki fauny i detrytus zwęglonej flory. Mineralizacja siarczkowa jest tu podobna jak w osadach formacji z Opoczna. Piryty i chalkopiryty tworzą impregnacje i smugi często występujące na granicy lamin o różnej gradacji ziarn. Drobne wprysnięcia (0,2–1 mm) i większe gniazda oraz smugi (3–5 mm) składają się z drobniejszych (0,01–0,2 do 0,5 mm), najczęściej ksenomorficznych kryształków chalkopirytu i nieco mniejszych (0,001–0,2 mm) pirytu. Towarzyszą im pojedyncze (ok. 0,05 mm) kryształy sfalerytu. Spotykane są tu również szczątki organiczne zmineralizowane chalkopirytem. Badania spektralne wykazują tylko niewielkie podwyższenie zawartości Pb i Zn (tab. 3A).

Niewielka mineralizacja sfalerytowo-pirytowa występuje w stropie osadów retu na głębokości 1227,0–1227,5 m. W zapiaszczonych wapieniach widoczne są pojedyncze gniazda, w dole sfalerytu a w wyższej części pirytu. Wielkość gniazd waha się od 1 do 3 mm, tylko sporadycznie dochodzi do 5 mm. Badaniem spektralnym stwierdzono w tej strefie podwyższoną zawartość cynku (0,18%) i ołowiu (0,12%) (tab. 3A). We wkładkach wapieni spotykane są również spirytyzowane szczątki organiczne.

W kajprze, w obrębie warstw gipsowych dolnych, występują cienkie (5 i 3 cm) wkładki wapieni bioklastycznych z dużą ilością pokruszonych mięczaków. Piryty, rzadziej sfaleryty, często spotykane są w szczątkach organicznych, rzadziej występuje jako drobne kryształy (0,01–0,1 mm) rozproszone w skale.

W serii ostrowieckiej jury dolnej, w szarzielonych mułowcach i piaskowcach, pojawiają się pojedyncze konkretne syderytów. Oznaczone chemicznie, w pojedynczych próbkach, zawartości syderytu wahają się od 27,32 do 38,80% (tab. 1).

WYNIKI BADAŃ ROZPROSZONEJ SUBSTANCJI ORGANICZNEJ

Zofia DOBIESZYŃSKA¹

WYNIKI BADAŃ BITUMINÓW I WĘGLOWODORÓW

Z materiału rdzeniowego z otworu Opoczno PIG 2 do badań geochemicznych bituminów i węglowodorów dostarczono 11 próbek osadów z interwału głębokości 1301,5–3042,1 m. Są to próbki reprezentujące utwory pstrego piaskowca (1 próbka), cechsztynu (7 próbek) i karbonu (3 próbki). We wszystkich dostarczonych do badań próbkach oznaczono zawartość substancji organicznej (% C_{org}), kwasów humusowych oraz bituminów. Na podstawie badań absorpcji bituminów w podczerwieni określono stopień ich przeobrażenia. Oznaczono zawartość oraz skład (węglowodory nasycone i aromatyczne) węglowodorów występujących w bituminach. Otrzymane wyniki zamieszczono w tabeli 4A. Przeprowadzono także szczegółowe badania (metodą chromatografii gazowej) węglowodorów n-parafinowych (n-alkany) występujących w bituminach. Otrzymane wyniki badań n-alkanów zamieszczono w tabeli 4B.

PSTRY PIASKOWIEC

Do badań otrzymano 1 próbkę szarego wapienia zbitego z głębokości 1301,5 m, w której ilość substancji organicznej wynosi 0,1% C_{org}. Bituminy znajdujące się w ilości 0,008 % są bardzo wysoko przeobrażone. Na podstawie absorpcji w podczerwieni można określić je jako bituminy mające charakter ropy naftowej. Są one bogate w węglowodory o niskim stopniu aromatyczności. Wyznaczony stosunek zawartości węglowodorów nasyconych do aromatycznych (n/a) wynosi 3,8. Bituminy zawierają znaczne ilości węglowodorów n-parafinowych (1,632%) stosunkowo wysoko przeobrażonych. Wskazuje na to wyznaczona wartość wskaźnika dojrzałości n-alkanów — CPI_E jak i ich skład (tab. 4A, 4B).

CECHSZTYN

Z utworów cechsztyńskich do badań pobrano 7 próbek różnego typu wapieni i jedną próbkę mułowca wapnistego. Substancja organiczna występuje w nich od ilości śladowych (głęb. 2372,7 i 2378,1 m) do 2,5% C_{org} w czarnym wapieniu z wkładkami łuowca z głębokości 2983,6 m. Osady te ubogie są w bituminy, których oznaczona ilość wynosi od 0,002 do 0,015%. Krzywa absorpcji w podczerwieni bituminów cechsztyńskich wskazuje na wysoki, chociaż zróżnicowany stopień ich przeobrażenia. Bituminy występujące w szarym dolomicie z wkładkami soli z głębokości 2618,6 m mają charakter ropy naftowej, a występujące w wapieniu ciemnoszarym z głębokości 2974,8 m określono jako bituminy mające charakter mikroropy. Są one bogate w węglowodory (71 i 50%), w których przeważają związki nasycone nad aromatycznymi (n/a = 7,9 i 3,5). Natomiast bituminy występujące w szarym wapieniu dolomitycznym z głębokości 2372,7 m i wapieniu czerwonym z głębokości 2378,1 m są bardzo nisko przeobrażone i uboższe w węglowodory, zawartość węglowodorów wynosi odpowiednio: 35 i 20% bituminów. Skład n-alkanów w bituminach cechsztyńskich wykazuje cechy związków nisko przeobrażonych. Wskazuje na to nieregularna, „poszarpana” krzywa ich składu (tab. 4B) jak i wartości wskaźnika CPI_E różniące się od 1,0.

W próbie z głębokości 2984,3 m (Z1p) oznaczona ilość substancji organicznej wynosi 0,1% C_{org}. Bituminy wysoko przeobrażone znajdują się w ilości 0,007%. Są to bituminy, których blisko połowa (43%) stanowią węglowodory o stosunkowo niskim stopniu aromatyczności (n/a = 1,3). Węglowodory n-parafinowe wydzielone z bituminów są niezbyt wysoko prze-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

obrażone ($CPI_{\varepsilon} = 0,83$). Krzywa ich składu jest nieregularna (tab. 4A) z trzema wyraźnymi maksimumami o zmniejszającej się wysokości: n-C₂₀; n-C₂₅ i n-C₃₃.

KARBON

Z utworów karbońskich pobrano 3 próbki różnego typu mułowców wapnistych. Substancja organiczna występuje w nich w niewielkich ilościach od 0,1 do 0,4% C_{org}, a bituminy od 0,004 do 0,006%. Stopień przeobrażenia bituminów zmienia się od bardzo niskiego (głęb. 2985,4 m) do wysokiego (głęb. 3042,1 m). Przeważają w nich węglowodory nasycone nad aromatycznymi. Stopień aromatyczności (n/a) wynosi od 1,6 do 2,4. Zbadane węglowodory n-parafinowe występujące w osadach karbońskich bardzo różnią się między sobą składem (tab. 4B). Bardzo podobny skład mają węglowodory z głębokości 2985,4 i 3042,1 m, w których wyraźnie zaznacza się duży udział związków o małych cząsteczkach. Bardziej regularną krzywą składu mają n-alkany występujące w osadach z głębokości 2996,7 m, których stopień przeobrażenia jest wyższy od pozostałych.

PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

Przebadane osady są ubogie w substancję organiczną, której zawartość wynosi od ilości śladowych do 0,1% C_{org}. Tylko w trzech zbadanych próbkach ilość ta jest wyższa: w ciemnoszarym wapieniu z głębokości 2974,8 m (cechsztyn) — 0,3% C_{org}; ciemnoszarym wapieniu z głębokości 2996,7 m (karbon) — 0,4% C_{org}, oraz w czarnym wapieniu z wkładkami ilowca z głębokości 2983,6 m (cechsztyn) — 2,5% C_{org} (najwyższa odnotowana wartość). Bituminy występujące w badanych osadach w ilości od 0,003% do 0,015% są na ogół wysoko przeobrażone i zawierają od 20 do 71% węglowodorów. W węglowodorach przeważają związki nasycone nad aromatycznymi (n/a = 0,6 + 7,9). Wartości współczynników migracji węglowodorów wynoszące 0,001–0,030 świadczą o syngenetycznym charakterze badanych węglowodorów z osadami. Tylko w dolomicie szarym z wkładkami soli na gł. 2618,6 m, gdzie bituminy mają charakter ropy naftowej, współczynnik migracji węglowodorów ma najwyższą wartość — 0,110. Tutaj też odnotowuje się największe wysycenie osadów bituminami ($\beta = 15,0$), jak i bardzo niski stopień aromatyczności węglowodorów (n/a = 7,9). Fakty te mogą wskazywać na zachodzące procesy migracyjne. Badania n-alkanów wskazują, że pierwotną substancją dla węglowodorów w osadach otworu Opoczno PIG 2 była substancja typu mieszanego humusowo-sapropelowa. Stopień jej przeobrażenia nie jest zbyt wysoki na co wskazują wartości CPI różne od 1,0.

Elżbieta SWADOWSKA¹

PETROGRAFICZNA CHARAKTERYSTYKA ROZPROSZONEJ MATERII ORGANICZNEJ

Zbadano 14 próbek pobranych punktowo z rdzenia wiertniczego otworu Opoczno PIG 2, z głębokości od 1301,5 do 3015,5 m. Próbki reprezentują osady pstrego piaskowca, cechsztynu i karbonu dolnego. Badania przeprowadzone w celu określenia stopnia przeobrażenia materii organicznej, jej składu petrograficznego i formy występowania wśród składników mineralnych, dla prognoz ropy i gazonośności.

METODYKA BADAŃ

Badania wykonane na polerowanych wycinkach skał, w świetle odbitym, pod imersją w powiększeniu 400 razy, przy użyciu polaryzacyjnego mikroskopu *Axioskop* (firmy Zeiss). W każdej próbce opisano rodzaj i formę występowania mace-
rałów, określono szacunkowo ich skład ilościowy oraz zmierzono zdolność odbicia światła witrynytu na powierzchni nie mniejszej niż 5x5 μm. Pomiary wykonano zgodnie z Polską Normą (PN-79/G-04524), stosując blendę pomiarową 0,16 m i wzorzec pomiarowy sporządzony ze szkła optycznego, o wartości $R = 1,66\%$. Wyniki pomiarów zarejestrowane są w formie liczbowej i graficznej (Dokumentacja wynikowa otworu Opoczno PIG 2, 1993 — fig. 1a–h, fig. 2).

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

WYNIKI BADAŃ

Osady pstrego piaskowca, reprezentowane przez 6 próbek z głębokości 1301,5, 1557,0, 1736,5, 1749,5, 1861,2 i 1972,5 m zawierają na ogół skąpą i silnie zdyspergowaną materię organiczną.

- Na głębokości 1301,5 m materia organiczna występuje przeważnie w postaci bardzo drobnych ziarenek wityrynytu (2–5 μm), bezładnie rozmieszczonych w masie skalnej. Rzadziej obserwuje się wityrynit w laminach i soczewkach o grubości 5–10 μm . Sporadyczne są nieregularne skupienia oraz ziarna wityrynytu, w różnych stopniu obtoczone o średnicy do 60 μm . Skład macerałowy uzupełnia nieznaczna ilość inertynitu i egzynitu. Inertynit tworzą drobne ziarna inertodetrynytu i wydłużone fragmenty pustokomórkowego fuzynitu. Macerały egzynitu występują w postaci drobnych spłaszczonych spor, okruchów kutykuli i ziarenek liptodetrynytu. Egzynit wykazuje słabą zdolność fluorescencji w barwach od pomarańczowej do jasnobrunatnej. Zdolność odbicia światła mierzona głównie na laminach i soczewkach wityrynytu waha się od 0,67 do 1,86% a wartość średnia R_c wynosi 1,12%. Refleksyjność zmierzona na powierzchni kilku redeponowanych ziarn wityrynytu wynosi od 1,21 do 2,18%. Diagram obrazujący rozkład zdolności odbicia światła wityrynytu ma jedno ostro zaznaczone maximum i cechuje się znaczną wysokością.
- W próbce z głębokości 1557,0 m obserwowano jedynie pojedyncze ziarenka wityrynytu, których małe rozmiary (2–4 μm) nie pozwoliły na zmierzenie refleksyjności.
- Na głębokości 1736,5 m dominują bardzo drobne (2–5 μm) okruchy wityrynytu rozproszone wśród składników mineralnych. Rzadko spotyka się wityrynit w formie soczewek i lamin o grubości 3–10 μm oraz w postaci dość dobrze obtoczonych ziarn o średnicy 5–15 μm . Sporadycznie spotyka się małe fragmenty (ok. 10 μm) pustokomórkowego fuzynitu. Refleksyjność wityrynytu *in situ*, tworzącego laminy i soczewki, obejmuje zakres wartości od 0,85 do 1,55% a średnia R_o wynosi 1,10%. Znacznie wyższą refleksyjność wykazują redeponowane ziarna wityrynytu, waha się ona od 1,55 do 2,85%, obliczona wartość R_o równa jest 2,15%. Diagram refleksyjności wityrynytu *in situ* jest wysoki o wąskiej podstawie, natomiast diagram wityrynytu redeponowanego jest nieregularny, szeroko rozciągnięty.
- W próbkach z głębokości 1749,5 i 1861,2 m materia organiczna jest rzadko obserwowana. Są to pojedyncze, kanciaste okruchy i okrągławe ziarenka wityrynytu, których rozmiary wyjątkowo przekraczają 5 μm . Refleksyjność zmierzona na kilku ziarnach wynosi na głębokości 1749,5 m od 1,08 do 1,67% i na głębokości 1861,2 m od 1,37 do 1,78%.
- W próbce z głębokości 1972,5 m materii organicznej nie stwierdzono.

W osadach cechsztynu zbadano 5 próbek z głębokości 2216,1, 2313,6, 2645,0 i 2983,6 m.

- Na głębokości 2216,1 m materia organiczna jest dość skąpa, wykształcona głównie w postaci ostrokrawędzistych okruchów i w różnym stopniu obtoczonych ziarn wityrynytu. Ich rozmiary na ogół nie przekraczają 10 μm , wyjątkowo osiągają 50 μm . Nieliczne są laminy i wydłużone soczewki wityrynytu o szerokości 3–10 μm , którym często towarzyszą drobne ziarenka pirytu. Zdolność odbicia światła wityrynytu *in situ* (laminy, soczewki) wynosi od 1,09 do 1,56% a średnia R_o równa jest 1,31%. Wyższą refleksyjnością charakteryzują się redeponowane ziarna wityrynytu — od 1,40 do 2,50%, wartość R_o wynosi 1,79%. Diagram refleksyjności jest szeroko rozciągnięty z kilkoma słabo zaznaczonymi przegięciami.
- W próbce z głębokości 2313,6 m materia organiczna występuje obficie niż w poprzedniej próbce i jest również silnie rozdrobniona. Składa się w głównej mierze z ostrokrawędzistych okruchów lub wrzecionowatych i okrągławych ziarn wityrynytu, których średnica nie przekracza na ogół 3–5 μm , nieraz wynosi 5–20 μm , a wyjątkowo dochodzi do 100 μm . Rzadziej wityrynit tworzy soczewki i pofalowane laminy o szerokości zazwyczaj nie przekraczającej 10 μm . Sporadycznie obserwowano materię organiczną w postaci ziarn inertodetrynytu bezładnie rozmieszczonych w masie skalnej. Refleksyjność mierzona na laminach i soczewkach wityrynytu zmienia się od 1,10 do 1,57% a średnia R_o równa jest 1,33%. Ziarna wityrynytu mają skrajną refleksyjność od 1,41 do 1,83% i średnią R_o równą 1,60%. Reflektogram cechuje się znaczną wysokością i paroma niewyraźnymi przegięciami.
- W próbkach z głębokości 2618,6 i 2645,0 m nie stwierdzono materii organicznej.
- Na głębokości 2983,6 m bogaty materiał organiczny wykształcony jest w postaci sapropelu tworzącego przewarstwienia grubości 2–30 μm i lokalnie wypełniającego pory w skale. Sapropel charakteryzuje się drobnoziarnistą, miejscami łuseczkowatą strukturą i wykazuje słabą zdolność fluorescencyjną w kolorze brunatnym. W masie sapropelowej częste są laminy i soczewki wityrynytu, w niewielkiej ilości spotyka się drobne fragmenty fuzynitu. Materii organicznej towarzyszą liczne konkretje i ziarenka fromboidalnego pirytu, a także skupienia minerałów rudnych (sfalerytu). Zdolność odbicia światła zmierzona na laminach wityrynytu obejmuje zakres wartości od 1,01 do 1,71% a obliczona średnia R_o wynosi 1,37%. Reflektogram cechuje się niewielką wysokością i jednym słabo zaznaczonym maximum.

Karbon reprezentuje 3 próbki z głębokości 2996,7, 3006,3 i 3015,5 m.

- Na głębokości 2996,7 m materia organiczna jest dość obfita, nierównomiernie rozmieszczona w materiale skalnym. Występuje głównie w formie bardzo drobnych cząstek (1–5 μm) o nieregularnych, kanciastych kształtach. Nierzadko spotyka się mniej lub bardziej obtoczone ziarna wityrynytu o zmiennej wielkości od 5 do 100 μm , czasem do 250 μm . Większe ziarna wityrynytu wykazują niejednorodną refleksyjność, są wyraźnie anizotropowe, a na ich powierzchni obserwuje się często liczne pory. Nierzadko ziarna są spękane lub rozkruszone. Część wityrynytu tworzy soczewki i laminy o szerokości od około 3 do 200 μm . Laminy są przeważnie spękane i porożrywane, wykazują wyraźną anizotropię, a ich powierzchnia jest nieraz usiana porami. W nieznacznej ilości występują macerały inertynitu reprezentowane przez cienkościenny fuzynit o znisz-

czonej strukturze komórkowej. Materii organicznej często towarzyszą piryty w postaci drobnych fromboidalnych ziarn oraz pojedyncze skupienia minerałów kruszcowych. Zdolność odbicia światła mierzona na laminach i soczewkach wityrynit zmienia się w szerokich granicach od 1,65 do 3,81%, a średnia refleksyjność wynosi 2,44%. Ziarna wityrynit wykazują również duże wahania refleksyjności — od 2,52 do 4,45%, obliczona wartość średnia równa się 3,28%. Diagram refleksyjności jest silnie spłaszczony i szeroko rozciągnięty, z kilkoma niewyraźnymi przegięciami.

- W próbce z głębokości 3006,3 m materia organiczna jest dość obficie reprezentowana przez wityrynit występujący przeważnie w kanciastych okruchach, a także w ziarnach o różnym stopniu obtoczenia lub o pokroju tabliczek. Wielkość okruchów i ziarn jest bardzo różna, waha się od 4 do 200 μm , najczęściej wynosi od 10 do 20 μm . Rzadziej wityrynit tworzy soczewki i laminy o grubości od 2 do 25 μm , które są często spękane i porozrywane. Niekiedy wityrynit wypełnia pory w skale przybierając postać nieregularnych skupień. Laminy i soczewki oraz większe ziarna wityrynit wykazują wyraźną anizotropię, a nierzadko noszą ślady odgazowania. Skład petrograficzny materii organicznej uzupełniają pojedyncze fragmenty fuzynitu impregnowanego na ogół pirytem. Zdolność odbicia światła mierzona na soczewkach i laminach wityrynit ma skrajną wartość od 1,58 do 2,93%, wyższą refleksyjność wykazują ziarna i okruchy wityrynit — od 2,04 do 4,72%. Średnia R_o wynosi odpowiednio 2,22 i 3,27%. Reflektogram jest spłaszczony i szeroko rozciągnięty z mniej lub bardziej wyraźnymi kilkoma przegięciami.
- W próbce z głębokości 3015,5 m materia organiczna jest raczej skąpa, wykształcona głównie w postaci wityrynit wypełniającego pory lub tworzącego laminy o grubości 2–150 μm . Rzadziej wityrynit ma postać kanciastych okruchów lub elipsoidalnych i okrągławych ziarn o rozmiarach 2–60 μm , dochodzących do 200 μm . Wityrynit cechuje się na ogół wyraźną anizotropią, a na jego powierzchni obserwuje się często okrągłe pory o średnicy 2–10 μm . Poza wityrynitem zarejestrowano nieznaczną ilość inertytu, w postaci pojedynczych ziarn inertodetrynit i okruchów fuzynitu. Materii organicznej nierzadko towarzyszy piryty w formie fromboidalnych ziarn i kongrecji. Laminy i soczewki wityrynit wykazują refleksyjność wahającą się od 1,91 do 3,55% a ziarna od 2,59 do 5,03%. Obliczona średnia refleksyjność ma wartość odpowiednio 2,54 i 3,39%. Reflektogram jest bardzo nieregularny, spłaszczony i szeroko rozciągnięty.

PODSUMOWANIE

Osady w analizowanym profilu otworu Opoczno PIG 2 zawierają zmienną ilość materii organicznej, zróżnicowanej pod względem formy występowania i stopnia przeobrażenia.

W utworach pstrego piaskowca i cechsztynu materia organiczna jest na ogół skąpa. W większości analizowanych próbek obserwowano ją w ilości śladowej lub w ogóle nie zarejestrowano, jedynie w próbce skał cechsztynu, z głębokości 2983,6 m występuje obficie. Osady karbonu, zawierają dość bogaty materiał organiczny.

Na podstawie formy występowania wyróżniono dwa rodzaje materii organicznej: *in situ* (laminy, soczewki) i redeponowaną (beładnie rozmieszczone ziarna). W osadach pstrego piaskowca i cechsztynu dominuje materia organiczna redeponowana, wyjątek stanowi próbka z głębokości 2983,6 m (cechsztyn) gdzie występuje *in situ*. W próbkach reprezentujących karbon proporcje materiału organicznego *in situ* i redeponowanego są podobne.

Materiał organiczny jest na ogół silnie zdyspergowany. Szczególnie duże rozdrobnienie obserwowano w osadach pstrego piaskowca i cechsztynu, gdzie średnica ziarn i grubość lamin rzadko przekracza 10 μm .

Skład macerałowy zdominowany jest przez wityrynit wykształcony w postaci kolinitu, jedynie w próbce z głębokości 2983,6 m (cechsztyn) głównym komponentem jest sapropel. Nieznaczną domieszkę stanowią macerały inertynitu — inertodetrynit i fuzynit.

Zdolność odbicia światła wykazuje powiązanie z formą występowania wityrynit, a także z głębokością osadów w których on występuje. W tej samej próbce refleksyjność wityrynit *in situ* jest generalnie niższa niż wityrynit redeponowanego.

W osadach pstrego piaskowca wartość średniej zdolności odbicia światła R_o wityrynit *in situ* wynosi od 1,10 do 1,12% i redeponowanego od 1,71 do 2,15%.

W osadach cechsztynu wartość R_o wityrynit *in situ* waha się od 1,31 do 1,37% a redeponowanego od 1,60 do 1,79%.

Bardzo wysoką wartością R_o charakteryzuje się wityrynit w osadach karbonu, wynosi ona od 2,28 do 2,58% dla wityrynit *in situ* i od 3,27 do 3,39% dla redeponowanego.

Diagramy refleksyjności wykazują w większości analizowanych próbek bardzo dużą rozpiętość skrajnych wartości zdolności odbicia światła wityrynit. Związane jest to z obecnością w poszczególnych próbkach redeponowanego wityrynit, nierzadko kilku generacji, a także ze zjawiskiem anizotropii nasilającym się wraz ze wzrostem stopnia przeobrażenia wityrynit.

Przedstawiona wyżej wartość średniej zdolności odbicia światła wityrynit R_o wskazuje, że materia organiczna rozproszona w osadach pstrego piaskowca znajduje się w stadium przeobrażenia odpowiadającym węglom gazowym (faza główna powstawania ropy).

W osadach cechsztynu, dojrzałość termalna organiki odpowiada węglom tłustym (faza wtórna powstawania ropy, generalnie gazów i kondensatów).

Materia organiczna występująca w karbonie znajduje się w stadium przeobrażenia semiantracytu (faza generowania sucho gazu).

Jan SZEWCZYK¹

WYNIKI BADAŃ GEOFIZYCZNYCH

ZAKRES WYKONANYCH BADAŃ

Badania geofizyki wiertniczej dla otworu Opoczno PIG 2 przeprowadzone zostały w siedmiu odcinkach badań strefowych, w okresie od sierpnia 1990 r. do października 1991 r. Badania te wykonane zostały standardowymi aparaturami analogowymi produkcji radzieckiej. Głównym wykonawcą badań była Geofizyka Toruń z bazy w Wołominie bądź Toruniu. Na [załączniku 1](#) przedstawiono w formie graficznej odcinki badań strefowych oraz rodzaje wykonanych badań. W całym profilu wykonano standardowe sondowania oporności (SO), jak również pomiary oporności polem sterowanym (Post). Ze względu na istnienie silnych zakłóceń pola elektrycznego nie udało się natomiast wykonać pomiarów potencjałów samoistnych (PS). Poza standardowymi typami pomiarów w otworze wykonane zostały pomiary temperatury w ustalonych warunkach termicznych, przy czasie stabilizacji otworu wynoszącym 14 dni. Istniejące w formie analogowej źródłowe wyniki badań zostały zdigitalizowane oraz unormowane w zakresie przewidzianym programem prac związanych z wprowadzeniem ich do Centralnej Bazy Danych Geologicznych. Na wspomnianej figurze pokazane zostały równocześnie numery katalogowe poszczególnych wyników badań według rejestru opracowanego i funkcjonującego w ramach systemu interpretacyjnego GEOFLOG.

Pomiary radiometryczne tj. profilowanie naturalnego promieniowania gamma (PG) oraz profilowania neutronowe (PNG lub PNN) zostały unormowane w obrębie całego otworu.

WYNIKI BADAŃ PETROFIZYCZNYCH

W trakcie realizacji prac wiertniczych zostały wykonane badania parametrów petrofizycznych na próbkach z rdzeni wiertniczych w zakresie:

- gęstości objętościowej (Do)
- gęstości właściwej (Dw)
- porowatości całkowitej (POR_C)
- porowatości objętościowej (POR_EF)
- przepuszczalności w kierunku poziomym oraz pionowym (PRZEP_P i PRZEP_H)

Ponadto, w próbkach pobranych z rdzeni wiertniczych, jak i próbkach okruchowych, określana była zawartość kalcytu oraz dolomitu. Wyniki powyższych badań wykorzystane zostały zarówno w trakcie interpretacji profilu litologicznego, jak i kalibracji danych geofizycznych (głównie radiometrycznych). Dodatkowo, po zakończeniu wiercenia otworu, wykonane zostały badania przewodności cieplnej (K) w odniesieniu do 43 próbek. Otwór wiertniczy Opoczno PIG 2 jest jednym z najlepiej zbadanych pod względem parametrów petrofizycznych otworów w tej części Niżu Polskiego i, z tego względu, może być traktowany jako kalibracyjny otwór reperowy dla wcześniej wykonanych otworów wiertniczych.

Gęstość oraz porowatość na podstawie badań laboratoryjnych

Na [załączniku 2](#) zostały przedstawione głębokościowe rozkłady wartości parametrów określonych laboratoryjnie: gęstości objętościowej (Do) i właściwej (Dw), porowatości całkowitej (POR_C) i porowatości efektywnej (POR_EF) oraz przepusz-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

czalności pionowej (PRZEP_P) i poziomej (PRZEP_H) określone na podstawie badań laboratoryjnych. Badania przeprowadzono na 358 próbkach.

Interwał strop–spąg [m]	Jednostka stratygraficzna	Gęstość objętościowa [g/cm ³]	Gęstość właściwa [g/cm ³]	Porowatość całkowita [%]	Porowatość efektywna [%]	Liczba próbek
19,0 – 535,0	J ₁	2,403 (2,322)	2,687	10,605 (14,563)	8,983	18
535,0– 059,5	T ₃	2,535 (2,516)	2,738	7,423 (8,220)	6,453	22
1059,5–1221,5	T ₂	2,685 (2,574)	2,741	2,183 (6,091)	1,065	26
1221,5–2223,0	T ₁	2,580 (2,615)	2,720	5,199 (4,963)	2,823	127
2223,0–2983,6	P ₃	2,792 (2,550)	2,871	2,464 (3,583)	1,354	131
2983,6 – 2984,3	P ₃	2,910	2,940	1,020	0,540	1 (anhydrit)
2984,3–3055,0	C ₃	2,689 (2,644)	2,741	2,106 (1,726)	0,526	23

Wyżej zestawiono wartości średnie omawianych parametrów dla poszczególnych jednostek stratygraficznych określone laboratoryjnie oraz (w nawiasach) wartości otrzymane w wyniku wykonanych interpretacji geofizycznych. Uwagę zwracają stosunkowo niskie wartości porowatości całkowitej (otrzymane z badań laboratoryjnych, jak i w wyniku interpretacji geofizycznej) dla utworów jury dolnej. Świadczy to o znacznie większych, w stosunku do obecnych, maksymalnych głębokościach zalegania tych utworów w funkcji czasu. Obserwowane rozbieżności w ocenie parametrów petrofizycznych określanych na podstawie badań laboratoryjnych oraz geofizycznych wynikają głównie ze zróżnicowanej reprezentatywności wyników tych metod badawczych, a także selektywności badań laboratoryjnych związanej preferencjami w litologicznym wyborze badanych próbek. W utworach mezozoicznych nie stwierdzane jest występowanie większych kompleksów skalnych zbudowanych ze skał o wysokich porowatościach.

W całym badanym profilu uwagę zwracają słabe właściwości zbiornikowe przewierconych utworów, co potwierdziły wyniki opróbowania poziomów zbiornikowych wykonane w dwóch interwałach głębokościowych.

Zakres prac interpretacyjnych

W trakcie realizacji badań geofizycznych wykonywane były dodatkowe badania dla doraźnych celów interpretacyjnych. Prace te wykonywane były przez wykonawcę badań geofizycznych w ramach tzw. opracowania badań odcinkowych. Rezultaty tych interpretacji geofizycznych zostały omówione w dokumentacjach wyników badań odcinkowych oraz podsumowane w dokumentacji końcowej otworu Opoczno PIG 2, opracowanej przez wykonawców badań geofizycznych (Nowak, 1992).

Wyniki prac interpretacyjnych prezentowane w niniejszej publikacji wykonane zostały w całości przy zastosowaniu programów interpretacyjnych systemu GEOFLOG. Prace te poprzedzone były zdigitalizowaniem i unormowaniem profilowań radiometrycznych (profilowania gamma i neutronowe) oraz połączeniem ich w cały profil otworu. Wszystkie otrzymane dane zostały przekazane do Centralnej Bazy Danych Geologicznych w PIG.

Na załączniku 3 przedstawiono wyniki unormowanego profilowania gamma oraz profilowania średnicy otworu ze wskazaniem głębokości (na wynikach tego ostatniego profilowania), na których dokonano połączeń poszczególnych odcinków pomiarowych. Metodyka zastosowanej transformacji została opisana we wcześniejszej pracy autora (Szewczyk, 1998).

Wykonane prace interpretacyjne objęły:

- opracowanie cyfrowej wersji profilu wiertniczego (LITO);
- opracowanie warstwowego profilu geofizycznego (GEO);
- określenie wielkości przesunięć głębokościowych między głębokością określaną na podstawie długości przewodu wiertniczego a głębokością z pomiarów geofizycznych;
- kalibrację profilowań radiometrycznych na podstawie danych petrofizycznych;
- obliczenie modelu litologiczno-objętościowego profilu (VOL);
- obliczenie porowatości całkowitej, gęstości objętościowej oraz prędkości fal akustycznych.

Profil litologiczny (LITO) zawiera opisy rdzeni wiertniczych oraz próbek okruszowych w formie umożliwiającej jego numeryczne przetwarzanie i stosowanie w procedurach interpretacyjnych systemu GEOLOG. Zasady stosowanego w tym celu opisu litologii przedstawione zostały w pracy Gientki i Szewczyka (1996).

Wyniki interpretacji parametrów petrofizycznych takich jak porowatość całkowita oraz gęstość objętościowa otrzymano wykorzystując w procesie kalibracji wielkości tych parametrów uzyskane metodami laboratoryjnymi. Na załączniku 4 przed-

stawione zostały wyniki interpretacji tych dwu parametrów. Przedstawiono tu również wielkość przesunięć głębokościowych między danymi geofizycznymi oraz rdzeniowymi oraz wielkości kąta upadu.

Zastosowana metodyka prac interpretacyjnych opisana została we wcześniejszej pracy autora (Szewczyk, 1998, 2000).

Prędkości fal akustycznych oraz sejsmicznych

Wyniki bezpośredniej rejestracji prędkości fal akustycznych (DT) prowadzonej w trakcie badań, w otworze Opoczno PIG 2 jak i w większości otworów wykonanych przed rokiem 1993, głównie przez sondy pomiarowe radzieckiej lub krajowej produkcji, ze względu na niską jakość tego sprzętu pomiarowego nie dawały i nie dają możliwości uzyskania dostatecznie wiarygodnego rozpoznania tej ważnej, szczególnie dla badań sejsmicznych, cechy badanych skał. Z tego powodu określane są na drodze obliczeniowej jako tzw. syntetyczne profilowania akustyczne (DTS) stanowiące bądź istotny sposób weryfikacji wyników bezpośrednich pomiarów akustycznych (DT), bądź w przypadku braku takich pomiarów, samodzielną informację dotyczącą tego parametru. Metodyka określania tego parametru, uwzględniająca zarówno cechy litologiczne skał występujących w profilu jak i ciśnienie litostatyczne, stosowana w systemie GEOFLOG przedstawiona została we wcześniejszej pracy autora (Szewczyk, 1998). Wyniki obliczonych wartości prędkości akustycznych (DTS) zestawione zostały zarówno z wynikami bezpośrednich pomiarów akustycznych (DT), jak i z tzw. sejsmicznymi prędkościami pseudoakustycznymi (DT_VSP) określonymi na podstawie pionowych profilowań prędkości fal sejsmicznych (PPS) (zał. 5). Obserwowana jest wyraźnie lepsza zgodność obliczonych wartości DTS z wynikami DT_VSP w stosunku do bezpośrednich pomiarów prędkości fal akustycznych (DT). Uwagę zwracają niskie wartości wszystkich typów prędkości w obrębie utworów jury dolnej oraz triasu górnego związane ze płytkim zaleganiem tych utworów (zmniejszeniem się ciśnienia litostatycznego).

Uzyskane dane dotyczące rozpoznania prędkościowego (łącznie z obliczonymi wartościami gęstości objętościowych) mogą stanowić materiał wyjściowy dla podjęcia szczegółowych modelowań sejsmicznych oraz grawimetrycznych w omawianym rejonie.

Przewodności cieplne (K) oraz strumień ciepły (Q)

Otwór Opoczno PIG 2 jest jednym z nielicznych otworów na obszarze Niżu Polskiego, w którym w szerokim zakresie wykonane zostały badania przewodności cieplnej (K). Parametr ten jest wykorzystywany przy obliczeniach wartości gęstości strumienia ciepłego (Q). Niezależnie od wyników badań laboratoryjnych określenia wartości tego parametru (K) dokonano na podstawie interpretacji danych geofizycznych. Na [załączniku 6](#) przedstawiono porównanie wartości przewodności cieplnej określonej wymienionymi metodami. Obserwowana jest generalna zgodność wyników, a występujące rozbieżności są efektem różnic w reprezentatywności badanych obiektów, a nie błędów oznaczeń. Wykorzystując obliczone wartości przewodności cieplnej (K) wykonano syntetyczne profilowanie temperatury (Ts) oraz obliczono wartości strumienia ciepłego (Q). Geofizyczna metoda określania tego parametru w oparciu o dane geofizyczne opisana została w pracy Szewczyka (2001). [Załącznik 7](#) przedstawia wyniki obydwu wymienionych typów profilowań. W górnej części profilu obserwowany jest efekt niepełnej stabilizacji termicznej otworu związanej prawdopodobnie ze zbyt krótkim czasem jaki upłynął od momentu zakończenia cyrkulacji płuczki wiertniczej do czasu wykonywania pomiaru. Nie obserwowany jest natomiast efekt czynnika związanego z wpływem zmian paleoklimatycznych. Wartość strumienia ciepłego (Q) obliczona dla otworu Opoczno PIG 2 wynosi około 54,6 mW/m² jest zbliżona do wartości obserwowanych w sąsiednich otworach (Szwejki IG 3: Q = 60,7; Nieświn IG 1: Q = 58,3). Jedynie w otworze Radwanów IG 1: Q = 95,8 mW/m² obserwowana jest wyraźnie wyższa wartość strumienia (Q = 67,2 mW/m²). Wszystkie wymienione otwory wiertnicze znajdują się na obszarze charakteryzującym się małą zmienną wartością strumienia ciepłego.

Mineralizacja wód złożowych

W trakcie prowadzenia wiercenia otworu wykonano opróbowanie dwóch potencjalnych horyzontów zbiornikowych tj. dolomitu głównego w interwale 2614–2646 m oraz karbonu górnego w interwale 2953–2995 m. W obydwu przypadkach nie uzyskano przypliwów mediów złożowych co wydaje się potwierdzać słabe właściwości zbiornikowe wynikające zarówno z wykonanych badań geofizycznych, jak i badań petrofizycznych.

Geofizyczna ocena właściwości zbiornikowych utworów z profilu omawianego otworu wskazuje na występowanie w strefie powyżej głębokości 490 metrów wód o niskiej mineralizacji, które potencjalnie mogą stać się w niektórych fragmentach (piaskowce) poziomami wodonośnymi, możliwymi do eksploatacji. Zagadnienie to wymaga jednak dokładniejszego rozpoznania, w nawiązaniu do istniejącego rozpoznania hydrogeologicznego badanego obszaru, przy uwzględnieniu danych z otworów Studzianna IG 2, Studzianna-1, Przysucha-1 oraz Ostałów PIG 2.

PODSUMOWANIE

Wykonane badania z zakresu geofizyki wiertniczej umożliwiły rozpoznanie zarówno litologii, jak i podstawowych cech petrofizycznych osadów w profilu otworu Opoczno PIG 2, w tym przewodności cieplnej (K). Wyniki te, łącznie z wynikami badań prowadzonych dla otworu Ostalów PIG 2, mogą stanowić punkt wyjściowy dla prac modelowych zarówno z zakresu badań sejsmicznych jak i grawimetrycznych. Przedstawione badania były jednymi z ostatnich wykonanych z zastosowaniem analogowych form rejestracji danych w otworach badawczych Państwowego Instytutu Geologicznego. Wykonane prace interpretacyjne nie wykazały istnienia w otworze warstw zbiornikowych wykazujących nasycenie bituminami.

Leszek BOJARSKI¹, Andrzej SOKOŁOWSKI²

WYNIKI OPRÓBOWAŃ POZIOMÓW ZBIORNIKOWYCH

Otwór Opoczno PIG 2 jest zlokalizowany na północno-zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Celem prac wiertniczych poza rozpoznaniem mineralizacji kruszcowej było przebadanie profilu w aspekcie zachowania się złóż węglowodorów jak również pod kątem obecności poziomów wód posiadających znaczenie balneologiczne.

Poziomy zbiornikowe do badań typował L. Bojarski w uzgodnieniu z Z. Kowalczewskim i J. Woińskim. Nadzór nad opróbowaniem sprawował L. Bojarski, zaś specjalistyczny dozór w terenie Z. Sowiński.

Konstrukcję otworu oraz podstawowe wyniki opróbowania przedstawiono na [figurze 5](#). Szczegółowe wyniki badań zestawiono w [tabeli 6](#). Odpisy badań próbnikami przedstawione są w archwalnej Dokumentacji wynikowej otworu Opoczno PIG 2 (1993).

PRZEBIEG OPRÓBOWANIA ORAZ WYNIKI HYDRODYNAMICZNE

Wykonano dwa opróbowania — poziomu zbiornikowego permu górnego i poziomu zbiornikowego permu z karbonem łącznie. Opróbowania utworów karbonu nie udało się przeprowadzić z powodu przychwytywania próbnika. Opróbowania przeprowadzono wyłącznie w trakcie prac wiertniczych. Używano rurowego próbnika złoża typu KJJ 2M-146.

PERM GÓRNY — DOLOMIT (poziom zbiornikowy 2614–2646 m)

Wynik: Brak przyływu.

Ciśnienie denne $P_d = 404,5 \times 10^3$ hPa.

Głębokość otworu podczas badań wynosiła 2646 m. But rur o średnicy 9 i 5/8" — 244,5 mm znajdował się na głębokości 2275 m. Opróbowanie przeprowadzono w dniach 19–20 lipca 1991 r. Uszczelniacz próbnika zapięto w głębokości 2614 m pod butem rur, w otworze niezarurowanym. Badano poziom odsłonięty pomiędzy uszczelniaczem a spodem otworu. Zastosowano zalewkę, zalano wodą zwykłą 970 mb przewodu wiertniczego ponad próbnikiem. Badanie przeprowadzono metodą jednokrotnego odcięcia przyływu: I okres przyływu 93,2 min. — ciśnienie 101,2–101,9 x 10³ hPa, II okres odbudowy ciśnienia 88,2 min. — ciśnienie 101,9–401,7 x 10³ hPa.

Podczas okresu przyływu trwającego 93,2 minuty nie zaobserwowano objawów wypływu powietrza na głowicy. Stwierdzono całkowity brak przyływu. Ciśnienia złożowego przez okres 88,2 minuty nie ustabilizowano. Ciśnienie denne (nieustabilizowane) jest o około 19,6x10³ hPa wyższe od ciśnienia hydrostatycznego, wynosiło ono 404,5 x 10³ hPa, co wskazuje na anormalnie podwyższoną wartość ciśnienia złożowego. Krzywa wzrostu ciśnienia nie nadaje się do ekstrapolacji.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

² Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

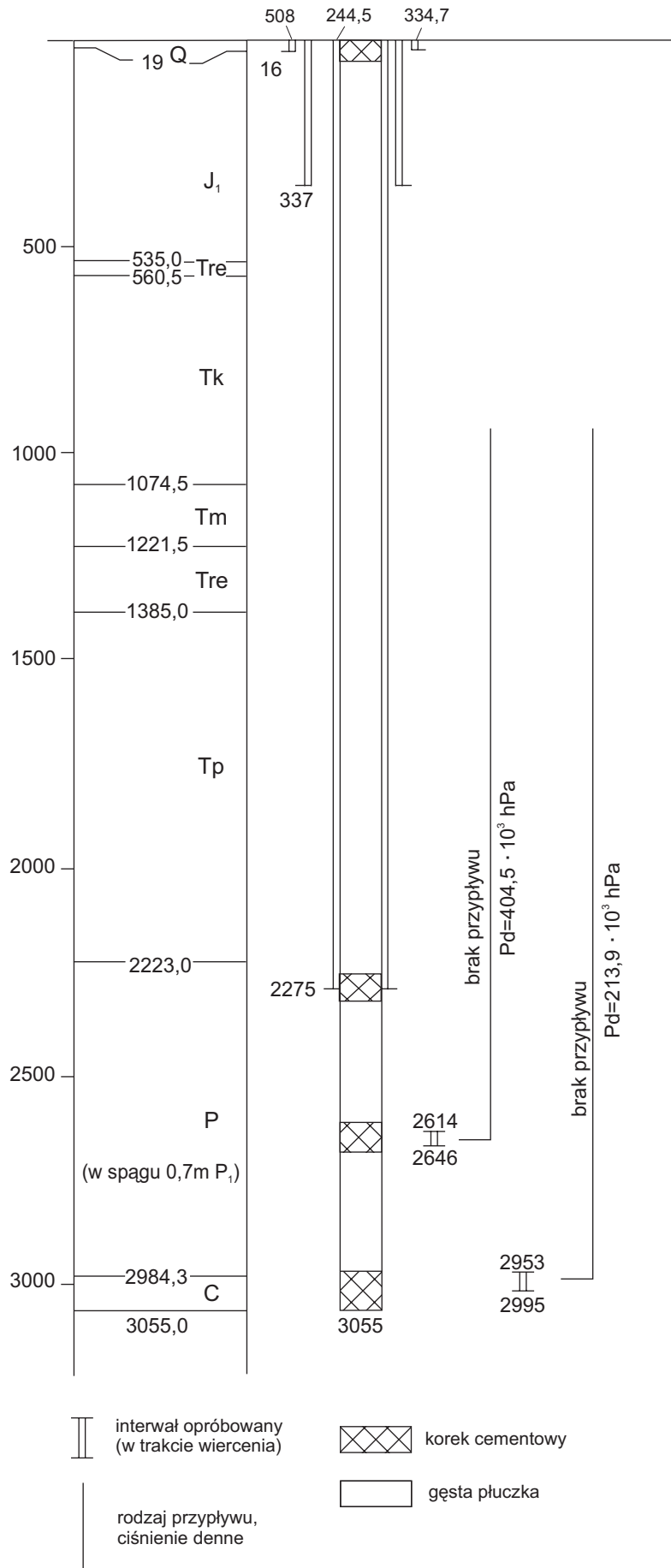


Fig. 5. Schemat opróbowania otworu PIG 2

PERM + KARBON — PIASKOWCE (poziom zbiornikowy 2953,0–2995,0 m)

Wynik: Brak przyływu.

Ciśnienie denne $P_d = 213,9 \times 10^3$ hPa.

Głębokość otworu w trakcie opróbowania wynosiła 2995,0 m. But rur o średnicy 9 i 5/8" — 244,5 mm znajdował się na głębokości 2275 m. Badanie wykonano w dniach 3–4 października 1991 r. Uszczelniacz próbnika zapięto w otworze niezarusowanym, pod butem rur, na głębokości 2953,0 m. Opróbowano poziomy zbiornikowy pomiędzy uszczelniaczem próbnika a spodem otworu. Zastosowano zalewkę wodną, zalano wodą zwykłą 1900 mb przewodu wiertniczego ponad próbnikiem. Badanie przeprowadzono metodą jednokrotnego odcięcia przyływu: I okres przyływu 61,1 min — ciśnienie $197,5–197,5 \times 10^3$ hPa, II okres odbudowy ciśnienia 148,5 min. — ciśnienie $197,5–213,9 \times 10^3$ hPa.

W wyniku opróbowania stwierdzono całkowity brak przyływu z badanego poziomu. Ciśnienia złożowego nie ustabilizowano, ciśnienie denne (niestatyczne) wzrosło do wartości $213,0 \times 10^3$ hPa. Badany poziom charakteryzuje się brakiem właściwości zbiornikowych, przepuszczalność jego jest bardzo niska. Krzywa wzrostu ciśnienia nie nadaje się do ekstrapolacji. Temperatura badanego poziomu — 346° K.

BADANIA CHEMICZNE

Nie wykonano żadnej analizy chemicznej. Dwa opróbowania poziomów zbiornikowych permu wykazały całkowity brak przyływu. Opróbowanie utworów karbońskich było nieudane, próbnik pomimo kilkakrotnych prób nie schodził do spodu.

WNIOSKI

Opróbowano poziomy zbiornikowe permu górnego i permu + karbonu. Opróbowanie poziomu karbońskiego było nieudane.

W profilu geologicznym paleozoiku stwierdzono brak poziomów zbiornikowych, co jest niekorzystnym zjawiskiem dla oceny ropo- i gazonośności omawianego obszaru. Jednak wysoki gradient ciśnienia złożowego w dolomicie głównym może świadczyć o bardzo dobrych warunkach dla zachowania się złóż węglowodorów. W przypadku istnienia szczelinowatości skał, co jest prawdopodobne blisko strefy dyslokacyjnej, możliwy jest duży przyływ solanki, ropy naftowej i gazu ziemnego.

Z względów technicznych nie zbadano, pomimo kilkakrotnych prób, utworów karbonu, które wykazały na podstawie badań laboratoryjnych bardzo słabe właściwości zbiornikowe. Pomimo negatywnego wyniku opróbowania istnieją przesłanki możliwości zachowania się złóż węglowodorów w miejscach o lepszych właściwościach zbiornikowych skał związanych ze strefami dyslokacyjnymi.

PODSUMOWANIE

Otwór badawczy Opoczno PIG 2 dostarczył wielu podstawowych danych ważnych dla znajomości budowy geologicznej megaantykliny gielniowskiej, a także prawidłowej oceny wartości surowcowej formacji skalnych z dalekiego północno-zachodniego obrzeżenia permsko-mezozoicznego Gór Świętokrzyskich. W podłożu podpermskim stwierdzono silnie zdeformowane plastycznie i dysjunktywnie, w ruchach warwycyjskich, skały dolnokarbońskie. Leżące powyżej piaskowców szarogłazowych karbonu osady piaszczysto-żwirowe poziomu transgresywnego (Zp1) mają niewielką miąższość — 0,7 m. Przykryte są dobrze rozwiniętymi utworami cechsztyńskimi o dużej grubości — około 760 m. Reprezentują one cztery kolejne cykle sedymentacyjne cechsztynu morskiego zamknięte w górze mułowcowo-piaszczystymi warstwami stropowej serii terygenicznej (PZt) permu górnego. Najlepiej rozwinięty jest cykl PZ1 o miąższości 331,6 m. Łupek miedzionośny T1 (1,3 m) i wapienie cechsztyńskie Ca1 (11,3 m) sedymentowały w strefie basenowej, anhydryt dolny A1d (167,0 m) zaś na obszarze platformy siarczanowej. Zachodzi więc duże prawdopodobieństwo warunków depozycji osadów do poznanych wcześniej w rejonie Nieświnia k/Końskich i Studziannej k/Inowłódza. Analogicznie też jak w Nieświniu cykl PZ2 jest niepełny (43,3 m) — tutaj również brakuje soli. Dolomit główny (Ca2) o grubości 34,5 m — porównywalnej do stwierdzonej w Nieświniu, tworzą dolomity na ogół margliste. Pory i próżnie widoczne miejscami zabliznia anhydryt i sól.

W warstwach cyklu PZ3, zaburzonych wtórnie dyslokacją, człony podstawowe: T3 i Ca3 mają łącznie miąższość 3,9 m. Anhydryt główny A3 jest nieco grubszy — 19,5 m, najgrubsza zaś sól kamienna Na3 — powyżej 80 m. Osady cyklu PZ4 nie odbiegają także swoim wykształceniem od znanych ze strefy basenowej zbiornika cechsztyńskiego.

Badania geochemiczne dowodzą, że zawartości wielu pierwiastków w łupku miedzionośnym T1 są wyższe od nagromadzeń klarkowych: Cu — 110 g/t, Zn — 2717 g/t, Pb — 1178 g/t, Ag — 2,7 g/t, Ni — 183 g/t i V — 1383 g/t. W poziomie wapienia cechsztyńskiego stwierdzono zawartości wyższe od przeciętnych tylko cynku, ołowiu i wanadu. Obserwacje przejawów mineralizacji kruszcowej potwierdziły występowanie w łupku miedzionośnym i wapieniu cechsztyńskim siarczków metali, głównie sfalerytu i pirytu ze śladami chalkopirytu. Maksymalna zawartość Zn to 0,46% w poziomie T1. W dolomicie głównym Ca2, poza śladami pirytu, praktycznie brak jest mineralizacji kruszcowej.

Blisko połowę profilu osadów triasu w otworze Opoczno PIG 2 stanowią skały dolnego i środkowego pstrego piaskowca (838,0 m); na dolny przypada 353,0 m a na środkowy 485,0 m. Rozpoznano tu prawie wszystkie jednostki litostratygraficzne wyróżnione przez Kulekę (2000) na obrzeżeniu mezozoicznym Gór Świętokrzyskich. Rozwinięte u podstawy triasu osady morskie (formacja z Opoczna — 41,0 m) i rzeczne piaszczysto-żwirowe (formacja z Zagnańska — 312,0 m) reprezentują dolny pstry piaskowiec. Leżące wyżej płytkomorskie, utwory piaszczysto-mułowcowe, miejscami wapniste, a także z wkładkami wapieni ooidowych (formacja z Goleniaw i Stachury — 100,6 m) należą już do środkowego pstrego piaskowca. Ponad tymi osadami dominują pstre mułowce sedymentujące w środowisku jezior typu playa i rzek meandrujących (formacja z Samsonowa — 327,0 m). W piaskowcach wapnistych i wapieniach mułkowych, skałach pochodzenia morskiego, z dolnego i środkowego pstrego piaskowca, podobnie jak w Nieświniu PIG 1, pojawia się śladowa mineralizacja miedziowa (chalkopiryt).

Ret — 163,5 m miąższości kompleks tworzą u dołu piaskowce i mułowce, wyżej wapienie, margle, mułowce dolomityczne i dolomity oraz zlepieńce śródformacyjne, zamykają zaś w stropie piaskowce różnoziarniste. Dolną część retu, podobnie jak w otworach Studzianna IG 2 i Nieświn PIG 1, budują osady lądowe typu warstw z Wąchocka. W recie nie stwierdzono typowych pakietów gipsów i anhydrytów.

Wapień muszlowy w omawianym otworze rozwinięty jest w pełni i ma 147,0 m miąższości, z czego na dolny przypada 78,5 m, na środkowy 42,5 m a na górny 26,0 m. W profilu triasu środkowego dominują wapienie mikrytowe (dużo biomikry-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce

tów) ponadto występują też dolomity — środkowy wapień muszlowy oraz mułowce i margle — górny wapień muszlowy. Wkładki zlepieńców śródformacyjnych pojawiają się w dolnej i środkowej części opisywanego profilu.

Osady kajpru i „retyku“, głównie mułowcowo-iłowcowo-piaskowcowe z wkładkami wapieni, wapieni dolomitycznych i margli, miejscami tylko ze skupieniami anhydrytu, mają miąższość 514,0 m. Skały kajpru niższego sedymentowały w reliktowym zbiorniku regredującego morza, które przekształca się tu w jezioro bagniste. Kajper wyższy i „retyk tworzą osady zdeponowane w różnych subsródowniskach płytkiego zbiornika morskiego i jego obrzeży. Trias z Opoczna ma w stropie skały retyckie miąższości 25,5 m, reprezentowane przez piaskowce i mułowce.

Otwór Opoczno PIG 2 przebił piaskowce, mułowce i iłowce wszystkich jednostek litostratygraficznych jury dolnej (516,0 m), poczynając od formacji zagajskiej a na ostrowieckiej kończąc. W osadach jury dolnej występują pojedyncze wkładki sferosyderytowe. Zawartość FeCO_3 dochodzi w nich niekiedy do 39% (próbka z serii ostrowieckiej).

Obserwacje tektoniczne poczynione w Opocznie pozwalają mówić o daleko idącym podobieństwie całego permsko-triasowo-liasowego planu strukturalnego uformowanego ostatecznie po liasie, zapewne w ruchach laramijskich. Na kontaktach warstw permu i triasu oraz triasu i jury nie stwierdzono niezgodności tektonicznych. Deformacje plastyczne jakim w Opocznie podlegała wspólnie cała permsko-dolnojurajska pokrywa osadowa były bardzo słabe. Upady warstw, wyjąwszy strefy dyslokacyjne i te objęte halokinezą (w permie) zawierają się w przedziale wartości $0-10^\circ$, dominują $2-7^\circ$.

W profilu geologicznym otworu Opoczno PIG 2 nie dowiedziono obecności poziomów zbiornikowych. Przeprowadzone badania próbnikowe wypadły niepomyślnie. Rzutuje to niekorzystnie na ocenę ropo- i gazonośności badanego obszaru. Niektóre wyniki badań dają jednak lepsze rokowania. W dolomicie głównym cechsztynu, a zwłaszcza w jego stropowej części porowatość efektywna osiąga miejscami 10,3–11,3%, a przepuszczalność 4,7–35,0 mD. Jest więc wyższa niż w Nieświniu. Wysoki gradient ciśnienia złożowego w dolomicie głównym może też świadczyć o dobrych warunkach zachowania się potencjalnych złóż węglowodorów. W przyszłości zwrócić należy szczególną uwagę na strefy przydyslokacyjne o dużej szczelinowości, tam bowiem można się spodziewać znacznego przyływu solanki, ropy naftowej i gazu ziemnego.

Przyczyny techniczne sprawiły, że pomimo kilku prób, nie zbadano próbnikiem osadów karbonu, które wykazują jednak, na podstawie badań laboratoryjnych, słabe właściwości kolektorskie. Obserwacji tych, jako poczynionych na niewielkim fragmencie profilu górnokarbońskiego, nie należy jednak uogólniać. W miejscach o lepszych właściwościach zbiornikowych skał, np. związanych ze strefami przydyslokacyjnymi, istnieje duża możliwość zachowania się złóż węglowodorów.

Z geologicznego punktu widzenia otwór Opoczno PIG 2 spełnił główne zadania, które przed nim postawiono. Dostarczył udokumentowanych informacji o budowie geologicznej słabo dotąd zbadanego obszaru północno-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich.

LITERATURA

- DECZKOWSKI Z., 1997 — Noryk i retyk. Sedymentacja, paleogeografia i paleotektonika. *W*: . Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce (red. S. Marek, M. Pajchłowa). *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **153**:187–194.
- DEMBOWSKA J., 1957 — Wyniki wiercenia Radoszyce 3. Trias. *Biul. Inst. Geol.*, **124**: 82–93.
- FELDMAN-OLSZEWSKA A., 1997 — Depositional systems and cyclinity in the intracratonic Early Jurassic basin in Poland. *Geol. Quart.*, **41**, 4: 475–489.
- FIJAŁKOWSKA A., 1990 — Palinostratygrafia kajpru i retyku w północno-zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- FIJAŁKOWSKA A., 1992 — Palinostratygrafia osadów cechsztynu i dolnego pstrego piaskowca w NW części Gór Świętokrzyskich. *Prz. Geol.*, **40**, 8: 468–473.
- FIJAŁKOWSKA A., 1994 — Palynostratigraphy of the Lower and Middle Buntsandstein in NW part of the Holy Cross Mts, Poland. *Geol. Quart.*, **38**, 1: 59–69.
- FOLK R.L., 1968 — Petrology of sedimentary rocks.
- GAJEWSKA I., 1997 — Kajper. Sedymentacja, paleogeografia i paleotektonika. *W*: Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce (red. S. Marek, M. Pajchłowa). *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **153**:166–171.
- GIENTKA D., SZEWCZYK J., 1996 — Opis profilu litologicznego w systemie GEOFLOG. *Prz. Geol.*, **44**, 6: 555–556.
- GOŁKOWSKI Z., i in., 1988 — Reinterpretacja wyników badań na terenie: „Opoczno-Przysucha”. Arch. PGNiG Zakł. Geof. Kraków.
- IWANOW A., 1996 — Trias. *W*: Analiza basenów sedymentacyjnych Niżu Polskiego. Basen mezozoiczny (red. M. Narkiewicz). CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- IWANOW A., 1998 — Paleogeografia kajpru. *W*: Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i triasu w Polsce (red. R. Dadlez, S. Marek) . Wyd. Geol. Warszawa.
- JAWOROWSKI K., 1987 — Kanon petrograficzny najczęstszych skał osadowych. *Prz. Geol.*, **35**, 4: 205–209.
- JAWOROWSKI K., 2000 — Studium sedymentologiczne karbonu w obszarze na NW od Gór Świętokrzyskich. *W*: Ewolucja dyslokacji Skrzynna oraz środowisko sedymentacji osadów karbońskich na północno-zachodnich peryferiach regionu świętokrzyskiego (red. Z. Kowalczewski). CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- JAWOROWSKI K., 2002 — Geotectonic significance of Carboniferous deposits NW of the Holy Cross Mts (central Poland). *Geol. Quart.*, **46**, 3: 267–280.
- JURKIEWICZ H., (red.) 1988 — Studzianna IG 2. *Prof. głęb. otw. wiert. Inst. Geol.*, **64**.
- KARASZEWSKI W., 1962 — Stratygrafia liasu w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Pr. Inst. Geol.*, **30**, cz. 3: 333–400.
- KASPRZYK A., CZAPOWSKI G., KOWALEWICZ W., 1997 — Charakterystyka litofacyjna ewaporatów cechsztynu w otworach Ostałów PIG 2 i Opoczno PIG 2 (N obrzeżenie Gór Świętokrzyskich). CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KIERSNOWSKI H., 1997 — Opracowanie sedymentologiczne osadów czerwonego spągowca z otworów: Budziszewice IG 1, Dymek IG 1, Korabiewice IG 1, Mszczonów IG 1, Mszczonów IG 2, Nieświń PIG 1, Ostałów PIG 2, Ożegów IG 1, Studzianna IG 2. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KOWALCZEWSKI Z., (red.) 1991 — Dokumentacja wynikowa otworu Nieświń PIG 1. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KOWALCZEWSKI Z., (red.) 1993 — Dokumentacja wynikowa otworu Opoczno PIG 2. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KOWALCZEWSKI Z., (red.) 1995 — Dokumentacja wynikowa otworu Ostałów PIG 2. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KOWALCZEWSKI Z., 2000 — Ewolucja tektoniczna dyslokacji Skrzynna na NW peryferiach regionu świętokrzyskiego. *W*: Ewolucja dyslokacji Skrzynna oraz środowisko sedymentacji osadów karbońskich na północno-zachodnich peryferiach regionu świętokrzyskiego. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KRZEMIŃSKI L., 1999 — Androgeniczne piaskowce karbonu z północno-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskiej. *Prz. Geol.*, **47**, 11: 978–986.
- KULETA M., 1992 — Dolny i środkowy pstry piaskowiec w otworze wiertniczym Opoczno PIG 2. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, 50 (2): 109–111.
- KULETA M., 1993 — Środowiska sedymentacji dolnego i środkowego pstrego piaskowca w NW obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.

- KULETA M., 1996 — Basen sedymentacyjny dolnego pstręgo piaskowca w Górach Świętokrzyskich. W: Analiza basenów sedymentacyjnych a nowoczesna sedymentologia. V Krajowe Sopotkania Sedymentologów, Warszawa.
- KULETA M., NAWROCKI J., 2000 — Litostratygrafia i magnetostratygrafia pstręgo piaskowca w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- KULETA M., FIJAŁKOWSKA A. 1994 — Palinostratygrafia oraz aspekty paleogeograficzne i paleoklimatyczne dolnego i środkowego pstręgo piaskowca w NW części Gór Świętokrzyskich. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **50** (2): 115–116.
- KULETA M., FIJAŁKOWSKA A. 1995 — Zmiana środowisk sedymentacji na granicy permu i triasu w południowej Polsce. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **51** (3): 114–115.
- KULETA M., KOWALCZEWSKI Z., ZBROJA S., ROMANEK M., LENARTOWICZ L., FIJAŁKOWSKA A., 1995 — Analiza strukturalna i paleogeograficzna permu i triasu w Górach Świętokrzyskich. *CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- KULETA M., NAWROCKI J., 2002 — Litostratygrafia i magnetostratygrafia pstręgo piaskowca w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **58** (10): 109–111.
- KULETA M., ZBROJA S., 1995 — Facies diversity at the Zechstein/Buntsandstein boundary in The Holy Cross Mts, Southern Poland. XIII International Congress on Carboniferous-Permian, Abstracts. August 28-September 2, 1995. Kraków, Poland.
- KULETA M., ZBROJA S., 2006 — Wczesny etap rozwoju pokrywy permsko-mezozoicznej Gór Świętokrzyskich. LXXVII Zjazd Naukowy PTG, Ameliówka k. Kielc. *Mat. Konfer.*: 105–125.
- KULETA M., ZBROJA S. (w druku) — Osady pogranicza permu i triasu w Górach Świętokrzyskich. *Pr. Państw. Inst. Geol.*
- LENARTOWICZ L. 1991 — Zawartość pierwiastków śladowych w osadach salinarnych cechszynu w NW obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol., Kwart. Geol.*, **35** (2): 277–278.
- LENARTOWICZ L., 1993 — Profil geochemiczny osadów cechszynu w otworze wiertniczym Nieświń PIG 1. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **49** (1): 66–68.
- LENARTOWICZ L., 1994 — Pierwiastki śladowe w osadach cechszynu w otworze wiertniczym Opoczno PIG 2. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **50** (2): 120–123.
- LENARTOWICZ L., 1996 — Profil geochemiczny osadów cechszynu w otworze wiertniczym Ostalów PIG 2. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **52** (4): 90–92.
- ŁOBAZIEWICZ B., NIESIEWICZ W., 1975–1976 — Dokumentacja sejsmicznych badań refleksyjnych na terenie: „Łódź-Tomaszów Mazowiecki”. *Archiw. PGNiG Zakł. Geof. Kraków*.
- MAJEWSKA B., 1971 — Dokumentacja badań sejsmicznych wykonanych na terenie: „Końskie-Tomaszów Mazowiecki-Przysucha” w roku 1970 i 1971. *Archiw. PGGN Kraków*.
- MAJEWSKA B., 1972 — Dokumentacja wyników badań sejsmicznych: „Opoczno-Przysucha”. *Archiw. PGGN. Kraków*.
- NAWROCKI J., WAGNER R., GRABOWSKI J., 1993 — The Permian/Triassic boundary in the Polish Basin in the light of paleomagnetic data. *Kwart. Geol.*, **37**, 4: 565–578.
- NOWAK M., 1992 — Dokumentacja końcowa wyników badań geofizyki wiertnicze w otworze Opoczno PIG 2. *CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- PEPEL. A., 1986-1987 — Dokumentacja sejsmiczna badań refleksyjnych na terenie: „Północno-zachodnie i północne obrzeżenie Gór Świętokrzyskich”. *Archiw. PBG Warszawa*.
- PERYT T.M., 1984 — Sedymentacja i wczesna diageniza utworów wapienia cechsztyńskiego w Polsce zachodniej. *Pr. Inst. Geol.*, **100**.
- PETTIJON F.J., POTTER P.E., SIEVER R., 1973 — Sand and sandstone. Springer-Verlag. Berlin.
- PIEŃKOWSKI G., 1983 — Środowiska sedymentacyjne dolnego liasu północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Prz. Geol.*, **31**, 4: 223–231.
- PIEŃKOWSKI G., 1988 — Charakterystyka sedymentacji osadów najwyższego cechszynu i najniższego pstręgo piaskowca. W: *Otwory: Mszczonów IG 1, Mszczonów IG 2, Nadarzyn IG 1. Prof. głęb. otw. wiert. Państw. Inst. Geol.*, **65**: 212–221.
- PIEŃKOWSKI G., 1989 — Sedymentologiczne kryteria wyróżniania granicy cechszyn/pstry piaskowiec oraz perm/trias w Polsce. *Prz. Geol.*, **37**, 5. 237–247.
- PIEŃKOWSKI G., 1991 — Facies criteria for eliminating Zechstein/Buntsandstein boundaries in Poland. *Zbl. Geol. Palaont.*, **1**, 4.
- PIEŃKOWSKI G., 1997 — Sedymentacja i stratygrafia sekwencji na podstawie wybranych profilów. W: *Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. Jura dolna*. (red. S. Marek, M. Pajchłowa). *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **153**: 217–235.
- PIEŃKOWSKI G., 2004 — The epicontinental Lower Jurassic of Poland. *Pol. Inst. Special Papers*. **12**.
- RADLICH K., 1974 — Stopień wapnistości i metody przeliczeń analiz chemicznych skał węglanowych. *Instr. i met. bad. geol.*, **25**.
- ROMANEK M., 1993 — Litofacje i biofacje retu i wapienia muszlowego w NW obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- ROMANEK M., 1995 — Litofacje retu i wapienia muszlowego w NW części Gór Świętokrzyskich. *CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- SENKOWICZOWA H., 1966 — Podział i rozwój facjalny retu w Górach Świętokrzyskich. *Kwart. Geol.*, **10**, 3: 783–784.
- SENKOWICZOWA H., 1970 — Stratygrafia Mezozoiku Obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Pr. Inst. Geol.*, **56**: 7–42.
- SZEWCZYK J., 1998 — Syntetyczne profilowania gęstości objętościowej oraz prędkości fal akustycznych w systemie Geoflog. W: *Najnowsze osiągnięcia metodyczno-interpretacyjne w geofizyce wiertniczej*. *Konf. AGH i PGNiG, Koninki*.
- SZEWCZYK J., 2000 — Statystyczno-stratygraficzna standaryzacja profilowań naturalnego promieniowania gamma. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **392**: 121–152.

- SZEWCZYK J., 2001 — Estymacja.gęstości strumienia ciepłego metodą modelowań własności termicznych ośrodka. *Prz Geol.*, **49**, 11: 1083–1088.
- SZYPERKO-TELLER A., 1997 — Trias dolny (pstry piaskowiec) — Litostratygrafia i litofacje. *W: Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce* (red. S. Marek, M. Pajchłowa). *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **153**: 112–117, 121–132.
- WAGNER R., 1988 — Ewolucja basenu cechsztyńskiego w Polsce. *Kwart. Geol.*, **32**, 1:.
- WAGNER R., 1994 — Stratygrafia osadów i rozwój basenu cechsztyńskiego na niżu polskim. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **146**.
- WAGNER R., KOWALCZEWSKI Z., WOIŃSKI J., DEPOWSKI S., GADOMSKI D., SZCZERBA A., 1989 — Projekt badań geologicznych i geofizycznych dla zbadania ropo-gazonośności permu i stropu podłoża podpermńskiego na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- WAGNER R., PIĄTKOWSKI T., PERYT. T., 1978 — Ewolucja cechsztyńskiego basenu sedimentacyjnego w Polsce. *W: Atlas litofacjalno-paleogeograficzny permu obszarów platformowych Polski*. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- WAGNER R., ZBROJA S., 1997 — Perm. *W: Paleozoik na tle budowy skorupy ziemskiej Gór świętokrzyskich i na obszarach sąsiednich* (red. Z. Kowalczewski). CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- WICHROWSKA M. i in., 1998 — Diagenaza skał węglanowych dolomitu głównego w pld.-zach. Strefie przykrawędziowej platformy prekambryjskiej jako czynnik kształtowania przestrzeni porowej. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ZBROJA S., 1991a — Nowe dane o korelacji osadów permu w północno-zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. *Kwart. Geol.*, **35**, 2: 281–282.
- ZBROJA S., 1991b — Perm. *W: Dokumentacja wynikowa otworu Nieświń PIG 1*. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ZBROJA S., 1991c — Cechsztyń w otworze Nieświń PIG 1. *Kwart. Geol.*, **35**, 4: 522–523.
- ZBROJA S., 1993 — Perm. *W: Dokumentacja wynikowa otworu Opoczno PIG 2*. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ZBROJA S., 1994 — Cechsztyń w otworze Opoczno PIG 2. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **50** (2):112–113.
- ZBROJA S., 1995 — Perm. *W: Dokumentacja wynikowa otworu Ostałów PIG 2*. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ZBROJA S., 1996 — Cechsztyń w otworze Ostałów PIG 2. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **52** (4): 74–75.
- ZBROJA S., 1997 — Mapy paleomiąższości i litofacji cechsztyń w Górach Świętokrzyskich. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **53** (5):125–127.
- ZBROJA S., 1999 — Mineralizacja kruszcowa w osadach górnego permu północno-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. X Konferencja Sozologiczna PTG. Geologia i sozologia w regionie świętokrzyskim u schyłku XX wieku. Kielce.
- ZBROJA S., 2000a — Korelacja najwyższego cechsztyń z obszaru rawskiego i obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **56** (8): 96–98.
- ZBROJA S., 2000b — Analiza facjalna osadów cechsztyń w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ZBROJA S., KULETA M., 1998 — Rozwój i mineralizacja osadów cechsztyń oraz dolnego pstręgo piaskowca w strefie brzegowej zbiornika sedimentacyjnego — Góry Świętokrzyskie. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ZŁONKIEWICZ Z., 1991 — Jura dolna. *W: Dokumentacja wynikowa otworu Nieświń PIG 1*. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ZŁONKIEWICZ Z., 1993 — Jura dolna. *W: Dokumentacja wynikowa otworu Opoczno PIG 2*. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ZŁONKIEWICZ Z., 1995 — Jura dolna. *W: Dokumentacja wynikowa otworu Ostałów PIG 2*. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ZŁONKIEWICZ Z. (w druku) — Jura dolna. *W: Profg. głęb. otw. wiert. Państw. Inst. Geol. Otw. Ostałów PIG 2*.

SPIS TABEL (1–6)

Tabela 1. Wyniki analiz chemicznych oraz przeliczenia zawartości węglanów i siarczanów w skałach z otworu Opoczno PIG 2 (w %)

Tabela 2A. Skład petrograficzny skał permu w otworze Opoczno PIG 2

Tabela 2B. Skład petrograficzny skał kajpru, „retyku” i pstrego piaskowca w otworze Opoczno PIG 2

Tabela 2C. Skład petrograficzny skał retu i wapienia muszlowego w otworze Opoczno PIG 2

Tabela 2D. Wyniki analiz planimetrycznych piaskowców dolnojurańskich z otworu Opoczno PIG 2 (w %)

Tabela 3A. Wyniki analizy spektralnej próbek z otworu Opoczno PIG 2

Tabela 3B. Średnie i skrajne zawartości pierwiastków śladowych w osadach z otworu Opoczno PIG 2

Tabela 4A. Zestawienie wyników badań geochemicznych próbek z otworu Opoczno PIG 2

Tabela 4B. Zawartość i skład węglowodorów n-parafinowych (n-alkany) w skałach w otworze Opoczno PIG 2

Tabela 5. Porowatość i przepuszczalność skał w profilu otworu Opoczno PIG 2

Tabela 6. Zestawienie wyników opróbowania otworu Opoczno PIG 2

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW GRAFICZNYCH (1–7)

Załącznik 1. Schematyczne zestawienie typów badań geofizycznych wykonanych w otworze Opoczno PIG 2; przy opisie profilowań podano jego numer identyfikacyjny przyporządkowany w ramach systemu GEOFLOG

Załącznik 2. Głębokościowe zestawienie wyników badań laboratoryjnych rdzeni: gęstości, porowatości oraz przepuszczalności

Załącznik 3. Profil stratygraficzny, litologiczny (LITO) z odcinkami rdzeniowanymi i geofizyczny (GEO); unormowane wartości profilowania naturalnego promieniowania gamma; na wykresie profilowania średnicy otworu wskazano miejsca połączeń poszczególnych odcinków pomiarowych

Załącznik 4. Profil stratygraficzny, litologiczny (LITO) i geofizyczny (GEO); głębokościowe zestawienie obliczonych wyników porowatości całkowitych (POR_C) oraz gęstości objętościowych (Do); dla porównania punktowo pokazano wyniki badań laboratoryjnych tych parametrów petrofizycznych

Załącznik 5. Profil stratygraficzny, litologiczny (LITO) i geofizyczny (GEO); wyniki badań prędkości fal akustycznych oraz sejsmicznych:

- DT — rejestrowane wartości profilowania akustycznego,
- DTS — obliczone wartości profilowania akustycznego,
- DT_VSP — pseudoakustyczne profilowanie prędkości obliczone na podstawie sejsmicznych pomiarów prędkości

Załącznik 6. Profil stratygraficzny, litologiczny (LITO) i geofizyczny (GEO) oraz obliczony model objętościowy (VOL); przewodności cieplne określone metodą laboratoryjną (kółka) oraz obliczone na podstawie danych geofizycznych (krzywa ciągła)

Załącznik 7. Profil temperatury określony na podstawie bezpośrednich pomiarów (T) i obliczony na podstawie danych geofizycznych (Ts); K — przewodność cieplna z interpretacji danych geofizycznych

W serii *Profile Głębokich Otworów Wiertniczych Państwowego Instytutu Geologicznego*
dotychczas ukazały się¹:

- Zeszyt 1. Kamień Pomorski IG 1
- Zeszyt 2. Sulechów IG 1, Zbąszynek IG 1, Międzychód IG 1
- Zeszyt 3. Opole Lubelskie IG 1
- Zeszyt 4. Magnuszew IG 1
- Zeszyt 5. Krośniewice IG 1
- Zeszyt 6. Szczecin IG 1
- Zeszyt 7. Węgrzynów IG 1
- Zeszyt 8. Marcinki IG 1
- Zeszyt 9. Pasłek IG 1
- Zeszyt 10. Wągrowiec IG 1
- Zeszyt 11. Strzelno IG 1
- Zeszyt 12. Dankowice IG 1
- Zeszyt 13. Tuszcz IG 1
- Zeszyt 14. Bartoszyce IG 1, Goldap IG 1
- Zeszyt 15. Kock IG 1
- Zeszyt 16. Suwałki IG 1 (Szlinoziemie IG 1)
- Zeszyt 17. Wojciechów IG 1
- Zeszyt 18. Wężowice IG 1
- Zeszyt 19. Węgleszyn IG 1
- Zeszyt 20. Ciepiałów IG 1
- Zeszyt 21. Milianów IG 1
- Zeszyt 22. Wolin IG 1
- Zeszyt 23. Biskupin IG 1, Nowa Kuźnia IG 2, Chocianów IG 3
- Zeszyt 24. Tomaszów Lubelski IG 1, Jarczów IG 2
- Zeszyt 25. Krowie Bagno IG 1
- Zeszyt 26. Bąkowa IG 1
- Zeszyt 27. Prabuty IG 1
- Zeszyt 28. Żebrak IG 1
- Zeszyt 29. Okuniew IG 1
- Zeszyt 30. Rzeki IG 1
- Zeszyt 31. Strzelce IG 1, Strzelce IG 2

¹ Zeszyty do numeru 63 ukazały się jako „Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego”

Zeszyt 32. Żarnowiec IG 1
Zeszyt 33. Pağów IG 1
Zeszyt 34. Jarnowice IG 1
Zeszyt 35. Więcki IG 1
Zeszyt 36. Jastrzębna IG 1
Zeszyt 37. Koszalin IG 1
Zeszyt 38. Białobrzegi IG 1
Zeszyt 39. Olsztyn IG 1, Olsztyn IG 2
Zeszyt 40. Bytów IG 1
Zeszyt 41. Chociwel IG 1
Zeszyt 42. Człuchów IG 1
Zeszyt 43. Choszczno IG 1
Zeszyt 44. Łochów IG 1, Łochów IG 2
Zeszyt 45. Niedzwica IG 1
Zeszyt 46. Kalisz IG 1
Zeszyt 47. Drygały IG 1, Drygały IG 2, Rydzewo IG 1
Zeszyt 48. Połczyn IG 1
Zeszyt 49. Trzebnia IG 1
Zeszyt 50. Ruszów IG 1, Tarnawatka IG 1
Zeszyt 51. Potok Mały IG 1
Zeszyt 52. Radwanów IG 1
Zeszyt 53. Solarnia IG 1
Zeszyt 54. Kościerzyna IG 1
Zeszyt 55. Lubliniec IG 1
Zeszyt 56. Środa IG 1, Środa IG 2
Zeszyt 57. Ośno IG 1
Zeszyt 58. Piotrków XX, Bychawa SW 3, Trawniki SW 2
Zeszyt 59. Potrójna IG 1
Zeszyt 60. Gostynin IG 1/1a, Gostynin IG 3, Gostynin IG 4, Żychlin IG 3
Zeszyt 61. Łowicz IG 1, Raducz IG 1
Zeszyt 62. Ustronie IG 1
Zeszyt 63. Hel IG 1
Zeszyt 64. Studzianna IG 1
Zeszyt 65. Mszczonów IG 1, Mszczonów IG 2, Nadarzyn IG 1
Zeszyt 66. Radzyń IG 1
Zeszyt 67. Gdańsk IG 1
Zeszyt 68. Kaplonosy IG 1
Zeszyt 69. Koło IG 3, Koło IG 4, Poddębice IG 1
Zeszyt 70. Włoszczowa IG 1
Zeszyt 71. Książ Wielki IG 1
Zeszyt 72. Wykroty IG 1
Zeszyt 73. Bolesławiec IG 1
Zeszyt 74. Biała Wielka IG 1
Zeszyt 75. Niedzwiedź IG 1, Niedzwiedź IG 2
Zeszyt 76. Boża Wola IG 1
Zeszyt 77. Secemin IG 1
Zeszyt 78. Borek Strzeliński IG 1
Zeszyt 79. Lubawka IG 1
Zeszyt 80. Brzegi IG 1
Zeszyt 81. Łomża IG 1, Łomża IG 2, Łomża IG 3

Zeszyt 82. Dzikowiec IG 1
Zeszyt 83. Grzędy IG 1
Zeszyt 84. Mońki IG 1, Mońki IG 2
Zeszyt 85. Czyże IG 1
Zeszyt 86. Holeszów IG 1, Holeszów IG 2
Zeszyt 87. Gierczyn G-IV/19, Gierczyn G-IV/26
Zeszyt 88. Unisław Śląski IG 1
Zeszyt 89. Narejki IG 1, Narejki IG 2
Zeszyt 90. Udryń (opracowanie zbiorcze)
Zeszyt 91. Oziabły IG 1
Zeszyt 92. Jędrzejów IG 1
Zeszyt 93. Krobica K-II/3, Krobica K-II/4
Zeszyt 94. Głuszycza Górna IG 1
Zeszyt 95. Wigry IG 1
Zeszyt 96. Wiejki IG 1
Zeszyt 97. Cesarzowice IG 1
Zeszyt 98. Miłków IG 1
Zeszyt 99. Kolno IG 1
Zeszyt 100. Chomiąża IG 1, Środa Śląska IG 1, Wilków IG 1
Zeszyt 101. Bargłów IG 1, Bargłów IG 2
Zeszyt 102. Filipów IG 1
Zeszyt 103. Jasień IG 1
Zeszyt 104. Lipowa IG 4, Odra 4
Zeszyt 105. Sejny IG 1, Sejny IG 2
Zeszyt 106. Świdna IG 1
Zeszyt 107. Brzegi Dolne IG 1
Zeszyt 108. Tokarnia IG 1
Zeszyt 109. Borzęta IG 1
Zeszyt 110. Kuźmina 1

Tabela 1

Wyniki analiz chemicznych oraz przeliczenia zawartości węglanów i siarczanów w skałach z otworu Opoczno
 FIG 2 (w %)

Nr próbki	Głęb. (m)	Cz. nierozp.	CaO	MgO	CO ₂	SO ₃	FeS ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	Anhydryt	Węglany	Dolomit	Kalcyt	Sydyryt
1	134,55	56,73	0,45	4,37	13,52			16,94	0,12		33,47	6,58	0,00	27,32
2	134,60	41,36	0,45	5,02	19,99			24,06	1,77		48,99	11,00	0,00	38,80
3	134,65	47,58	0,45	4,49	17,78			21,30	0,96		43,54	9,91	0,00	34,35
4	135,50	87,02	0,11	0,64	0,00						0,00	0,00	0,00	
5	185,00	97,72	0,11	0,08	0,00						0,00	0,00	0,00	
6	287,50	78,61	0,33	0,68	1,54						2,01	3,23	0,00	
7	386,50	92,16	0,11	0,24	0,17						0,36	0,35	0,01	
8	465,50	86,92	0,56	0,24	1,38						1,50	1,10	0,40	
9	468,95	66,64	0,45	0,65	9,67			14,59	0,85		25,06	1,53	0,00	23,53
10	573,50	73,28	3,12	1,69	0,78					6,36	1,63	1,63	0,00	
11	577,50	80,22	3,69	1,77	2,88						6,59	0,00	6,59	
12	673,50	68,61	2,24	2,33	1,45						4,00	0,00	4,00	
13	772,50	73,64	0,85	2,01	0,34						1,52	0,00	1,52	
14	775,50	68,33	8,74	2,37	7,25						16,35	1,64	14,71	
15	879,20	47,32	12,02	4,86	12,53						27,39	12,98	14,41	
16	884,50	49,22	12,35	5,46	13,26						28,88	14,95	13,93	
17	937,50	77,33	1,40	1,61	0,96						2,50	0,00	2,50	
18	939,50	81,98	2,40	0,24	0,70					4,73	1,47	1,47	0,00	
19	1030,50	75,91	1,12	1,73	0,61						2,00	0,00	2,00	
20	1032,70	63,25	5,98	1,89	5,05						11,36	1,50	9,86	
21	1036,50	67,9	5,14	1,77	4,02						9,17	0,00	9,17	
22	1130,50	7,02	33,11	8,44	17,65					50,64	36,98	36,98	0,00	
23	1133,30	41,29	19,28	4,74	19,21					19,02	39,69	20,68	19,01	
24	1136,50	13,22	43,87	1,61	35,96					6,1	79,78	6,36	73,42	
25	1162,50	30,58	32,02	1,61	26,42					6,85	59,48	7,36	52,12	
26	1165,50	14,92	43,87	1,61	34,88						79,16	1,89	77,27	
27	1166,50	36,61	28,50	1,20	22,70						51,51	1,40	50,11	
28	1175,00	2,08	53,37	0,60	42,66						96,51	2,74	93,76	
29	1178,00	5,75	50,02	1,20	39,95					5,97	90,38	4,57	83,89	
30	1180,50	6,65	49,74	0,40	40,24						89,61	1,83	87,78	
31	1184,50	5,74	49,46	0,80	41,30						89,95	3,66	86,29	

Nr próbki	Głęb. (m)	Cz. nierozp.	CaO	MgO	CO ₂	SO ₃	FeS ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	Anhydryt	Węglany	Dolomit	Kalcyt	Syderyt
32	1188,50	6,87	48,62	1,20	40,10						89,29	5,49	83,80	
33	1191,20	3,36	52,31	0,39	42,29						94,18	1,78	92,39	
34	1195,50	2,98	51,76	0,98	41,62						94,29	4,19	90,11	
35	1200,50	19,02	40,05	1,57	32,79					6,43	73,94	7,18	66,76	
36	1205,50	16,38	42,50	1,57	33,94						76,98	2,46	74,52	
37	1208,50	13,77	43,59	1,57	35,46						80,20	5,24	74,96	
38	1212,50	6,95	49,58	0,78	39,75						90,10	3,52	86,58	
39	1216,50	5,47	50,95	0,39	40,13						91,21	0,61	90,61	
40	1219,50	7,71	47,41	1,96	40,00						88,72	8,97	79,75	
41	1222,30	13,86	38,96	5,29	35,85						79,64	22,1	57,54	
42	1223,30	32,57	20,50	13,03	30,87						63,84	59,62	4,24	
43	1224,70	56,53	22,02	1,24	18,88						41,90	5,67	36,22	
44	1226,10	30,15	29,21	4,08	23,45						53,14	2,20	50,94	
45	1227,70	10,37	47,95	0,59	38,65						86,82	2,70	84,12	
46	1229,30	36,58	19,62	8,01	22,93						49,45	31,56	17,89	
47	1232,50	76,7	7,31	2,57	8,04	0,30	0,30			0,51	17,40	10,34	7,06	
48	1235,50	46,94	21,65	5,00	17,91	0,00	0,00			0,00	40,40	3,85	36,55	
49	1237,30	67,89	3,97	3,11	2,89	0,00	0,00			0,00	7,09	0,00	7,09	
50	1243,40	72,71	1,28	2,73	0,94	0,00	0,00			0,00	2,28	0,00	2,28	
51	1245,50	74,43	1,36	2,89	0,78	0,00				0,00	2,43	0,00	2,43	
52	1247,20	85,95	1,07	0,98	0,70	0,00				0,00	1,91	0,00	1,91	
53	1248,90	72,79	5,78	3,04	6,22	0,00				0,00	13,54	7,06	6,49	
54	1273,40	20,40	37,74	2,11	30,69	0,00				0,00	69,41	4,49	64,92	
55	1276,30	20,81	25,16	8,23	20,31	13,76				23,40	43,28	34,06	9,21	
56	1299,70	8,31	49,42	0,73	38,01	0,59				1,00	97,47	0,00	87,47	
57	1301,80	5,10	49,42	1,02	39,88	0,38				0,65	89,86	4,67	85,20	
58	1304,20	22,09	31,96	3,56	28,66	0,00				0,00	63,90	14,99	48,91	
59	1333,30	86,61	0,80	0,94	0,70	0,15				0,26	1,54	0,65	0,89	
60	1336,40	88,29	5,10	0,16	3,11	0,69				1,17	8,24	0,00	8,24	
61	1338,40	88,56	0,18	0,68	0,34	0,00				0,00	0,70	0,71	0,00	
62	1371,50	83,29	0,16	0,92	0,09	0,00				0,00	0,29	0,00	0,29	
63	1374,20	92,84	0,43	0,30	0,26	0,00				0,00	0,77	0,00	0,77	
64	1394,50	73,29	0,70	1,33	0,43	0,00				0,00	1,25	0,00	1,25	
65	1397,50	75,85	0,31	1,23	0,09	0,00				0,00	0,55	0,00	0,55	
66	1429,80	73,96	1,62	2,15	2,01	0,38				0,65	4,23	3,97	0,26	
67	1432,60	77,75	1,98	0,98	0,43	2,26				3,84	0,94	0,50	0,44	
68	1461,00	82,40	0,37	1,13	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	

Nr próbki	Głęb. (m)	Cz. nierozp.	CaO	MgO	CO ₂	SO ₃	FeS ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	Anhydryt	Węglany	Dolomit	Kalcyt	Sydyryt
69	1467,00	72,93	1,97	1,87	0,86	1,08				1,84	2,17	0,00	2,17	
70	1500,50	75,52	1,08	2,23	0,87	0,00				0,00	1,97	0,09	1,88	
71	1526,40	71,37	1,01	3,00	0,61	0,00				0,00	1,80	0,00	1,80	
72	1528,50	85,44	3,50	0,35	2,70	1,56				2,65	5,03	1,60	3,43	
73	1556,80	67,67	6,69	2,04	5,06	0,00				0,00	11,94	0,00	11,94	
74	1559,50	76,49	1,54	1,85	1,57	0,00				0,00	3,44	1,51	1,93	
75	1562,50	70,92	1,85	2,11	1,46	0,00				0,00	3,32	0,03	3,28	
76	1591,50	76,00	1,22	2,00	0,87	0,00				0,00	2,18	0,00	2,18	
77	1593,50	82,07	0,33	1,85	0,17	0,00				0,00	0,59	0,00	0,59	
78	1596,50	73,90	0,60	2,18	0,26	0,00				0,00	1,07	0,00	1,07	
79	1623,50	74,69	0,54	1,91	0,26	0,00				0,00	0,96	0,00	0,96	
80	1626,80	73,09	0,88	2,15	0,51	0,00				0,00	1,57	0,00	1,57	
81	1650,50	75,96	1,74	1,56	1,22	0,00				0,00	3,11	0,00	3,11	
82	1654,20	79,82	0,82	2,14	0,00	0,12				0,20	0,00	0,00	0,00	
83	1675,50	76,45	0,61	2,21	0,17	0,12				0,20	0,94	0,00	0,94	
84	1679,50	76,97	1,23	2,00	0,34	0,12				0,20	2,05	0,00	2,05	
85	1706,40	72,99	2,15	2,00	0,69	0,92				1,56	2,69	0,00	2,69	
86	1711,50	74,31	2,46	1,93	1,72	0,00				0,00	4,39	0,00	4,39	
87	1736,20	69,10	7,39	2,12	5,40	0,19				0,32	12,95	0,00	12,95	
88	1744,50	69,92	7,14	2,18	5,82	0,18				0,31	13,12	1,32	11,80	
89	1746,00	63,07	8,36	3,75	8,94	0,10				0,17	19,46	10,20	9,26	
90	1749,20	71,47	6,81	2,34	5,72	0,13				0,22	12,85	1,87	10,98	
91	1749,90	75,49	4,65	1,76	3,71	0,18				0,31	8,38	0,67	7,71	
92	1751,80	58,22	15,53	1,73	12,43	0,13				0,22	28,16	1,31	26,84	
93	1752,40	78,53	1,70	1,20	1,38	0,11				0,19	3,10	0,45	2,65	
94	1753,10	84,00	4,98	0,50	3,24	0,51				0,87	8,25	0,00	8,25	
95	1754,80	70,69	0,61	1,64	0,22	0,14				0,24	0,91	0,00	0,91	
96	1755,60	81,36	1,43	1,43	0,94	0,13				0,22	2,39	0,00	2,39	
97	1756,50	78,56	0,72	1,19	0,28	0,13				0,22	1,12	0,00	1,12	
98	1776,70	76,69	8,29	0,86	5,95	0,58				0,99	14,07	0,00	14,07	
99	1777,50	84,51	2,67	0,93	1,88	0,33				0,56	4,35	0,00	4,35	
100	1794,50	75,76	6,36	1,13	5,22	0,22				0,37	11,75	1,46	10,28	
101	1821,50	75,86	5,94	2,00	4,79	0,16	0,59			0,27	10,82	0,91	9,91	
102	1824,90	20,17	39,86	1,94	32,28	0,19				0,32	73,02	4,62	68,40	
103	1838,00	77,97	3,24	1,84	3,17	0,05				0,09	6,97	2,74	4,23	
104	1844,60	79,03	8,41	0,46	6,24	1,01				1,72	14,12	0,82	13,30	
105	1848,60	81,06	2,44	1,63	2,00	0,09				0,15	4,50	0,56	3,94	

Nr próbki	Głęb. (m)	Cz. nierozp.	CaO	MgO	CO ₂	SO ₃	FeS ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	Anhydryt	Węglany	Dolomit	Kalcyt	Sydyryt
106	1855,30	81,30	1,42	1,63	0,82	0,08				0,14	2,43	0,00	2,43	
107	1858,80	79,85	8,32	0,49	5,18	1,25				2,13	13,29	0,00	13,29	
108	1862,20	82,25	1,93	0,21	1,03	0,07				0,12	3,36	0,00	3,36	
109	1887,70	88,01	3,26	0,85	3,79	0,14				0,24	7,42	3,89	3,53	
110	1891,90	79,76	0,61	1,99	0,33	0,12				0,20	0,94	0,00	0,94	
111	1893,10	92,40	0,59	3,46	1,00	0,00				0,00	2,08	2,10	0,00	
112	1921,60	79,47	0,59	1,98	0,52	0,11				0,19	1,14	0,49	0,65	
113	1924,00	94,33	0,89	0,42	0,26	1,99				3,38	0,50	0,54	0,00	
114	1964,50	87,81	0,40	1,06	0,08	0,02				0,03	0,69	0,00	0,69	
115	1971,00	91,59	2,43	0,28	0,41	1,23				2,09	2,80	0,00	2,80	
116	1975,00	90,13	2,63	0,28	1,22	0,94				1,60	3,52	0,00	3,52	
117	2000,30	89,63	1,62	0,57	2,00	0,19				0,32	3,85	2,61	1,24	
118	2007,50	92,42	1,21	0,35	0,66	0,45				0,77	1,60	0,00	1,60	
119	2032,30	91,87	1,31	0,28	0,16	0,46				0,78	1,76	0,00	1,76	
120	2039,70	89,27	2,04	0,35	1,03	0,86				1,46	2,57	0,00	2,57	
121	2068,50	83,85	0,58	1,53	0,16	0,09				0,15	0,92	0,00	0,92	
122	2075,50	92,86	0,68	0,70	0,15	0,14				0,24	1,04	0,00	1,04	
123	2093,50	92,81	0,58	0,56	0,24	0,11				0,19	0,90	0,00	0,90	
124	2100,50	93,68	1,07	0,21	0,83	0,11				0,19	1,87	0,21	1,66	
125	2117,50	93,48	1,46	0,28	1,16	0,07				0,12	2,62	0,22	2,40	
126	2124,50	92,37	1,86	0,28	1,24	0,00				0,00	3,32	0,00	3,32	
127	2145,50	91,72	1,55	0,21	0,87	0,00				0,00	2,77	0,00	2,77	
128	2149,50	95,01	0,68	0,55	0,25	0,00				0,00	1,21	0,00	1,21	
129	2158,50	93,77	0,97	0,35	0,84	0,00				0,00	1,88	0,33	1,55	
130	2169,30	92,64	2,24	0,00	0,90	0,00				0,00	4,00	0,00	4,00	
131	2175,50	91,94	3,32	0,28	1,84	0,00				0,00	5,93	0,00	5,93	
132	2184,50	90,15	2,05	0,70	1,80	0,00				0,00	4,03	0,80	3,22	
133	2190,30	81,64	1,46	1,67	0,99	0,00				0,00	2,61	0,00	2,61	
134	2194,50	78,87	2,62	1,80	1,84	0,00				0,00	4,68	0,00	4,68	
135	2209,50	69,85	6,92	2,64	6,19	0,00	0,48			0,00	13,81	3,18	10,62	
136	2212,80	68,90	8,96	2,29	9,53	0,00	0,98			0,00	20,78	10,47	10,31	
137	2215,30	69,60	7,70	2,32	6,77	0,22	1,55			0,37	15,09	3,55	11,54	
138	2216,30	68,91	8,76	2,11	8,39	0,20	1,16			0,34	18,50	6,81	11,69	
139	2217,40	69,42	9,18	2,33	8,58	0,18	1,26			0,31	18,98	6,18	12,81	
140	2234,50	57,56	13,87	1,98	6,87	8,34				14,18	15,42	2,39	13,03	
141	2236,50	57,09	13,85	2,12	6,98	8,90				15,13	15,51	4,20	11,31	
142	2238,50	57,43	14,33	2,26	8,47	7,03				11,95	18,87	4,56	14,31	

Nr próbki	Głęb. (m)	Cz. nierozp.	CaO	MgO	CO ₂	SO ₃	FeS ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	Anhydryt	Węglany	Dolomit	Kalcyt	Syberyty
143	2240,50	61,54	12,32	2,88	10,06	2,06				3,50	22,33	6,38	15,95	
144	2242,30	62,87	11,04	2,67	8,37	2,46				4,18	18,66	4,43	14,22	
145	2243,80	54,21	15,33	2,26	12,76	3,17				5,39	28,13	10,34	17,79	
146	2245,20	51,02	18,80	2,97	10,37	13,89				23,62	22,40	13,59	8,81	
147	2247,70	62,34	11,93	2,67	9,18	2,34				3,98	20,48	4,63	15,86	
148	2251,50	62,96	11,46	2,96	9,82	1,10				1,87	21,82	6,00	15,82	
149	2256,00	62,46	12,56	2,89	10,36	2,62				4,46	22,86	8,14	14,72	
150	2258,40	65,59	10,46	2,09	9,41	0,55				0,94	20,86	6,30	14,56	
151	2262,30	64,23	8,70	3,46	8,46	0,14				0,24	18,63	7,16	11,47	
152	2265,90	58,38	11,76	3,95	9,22	2,88				4,90	20,40	6,60	13,81	
153	2285,60	65,62	10,07	3,31	8,65	0,30				0,51	19,35	3,82	15,52	
154	2287,70	60,58	11,24	3,94	9,76	0,32				0,54	21,80	4,67	17,13	
155	2289,50	60,10	11,65	4,09	12,65	0,23				0,39	27,47	15,23	12,24	
156	2292,50	60,47	11,74	3,80	9,00	1,45				2,47	20,26	2,45	17,81	
157	2294,50	60,62	9,31	3,64	7,09	1,42				2,41	15,92	2,36	13,56	
158	2308,60	59,32	10,77	4,99	7,90	1,60				2,72	17,85	1,37	16,48	
159	2310,60	60,07	6,43	6,88	5,38	2,29				3,89	11,66	6,67	4,99	
160	2311,90	44,49	16,25	5,08	8,51	8,75				14,88	19,15	2,38	16,77	
161	2313,10	48,79	14,59	5,28	7,63	9,24				15,71	16,90	5,28	11,62	
162	2332,70	52,10	11,26	6,50	7,21	4,76				8,09	16,04	4,15	11,89	
163	2335,10	35,11	18,49	8,98	15,83	10,99				18,69	33,36	30,84	2,52	
164	2358,30	0,92	29,98	1,17	2,62	40,81				69,40	4,93	5,49	0,00	
165	2361,50	63,76	4,55	4,48	3,82	1,22				2,07	8,36	3,85	4,50	
166	2364,50	67,86	3,03	3,84	1,84	0,28				0,48	5,06	0,00	5,06	
167	2368,40	51,62	11,58	7,71	10,32	3,42				5,82	22,36	13,04	9,31	
168	2371,90	54,44	9,08	6,35	10,62	1,01				1,72	22,70	16,97	5,73	
169	2374,50	54,09	9,71	5,27	9,22	0,54				0,92	20,29	7,95	12,34	
170	2378,20	52,83	8,83	6,17	6,85	0,72				1,22	15,47	1,32	14,14	
171	2382,20	56,72	6,40	7,69	7,28	0,42				0,71	15,66	10,43	5,24	
172	2384,70	60,30	12,57	6,33	3,71	13,34				22,68	8,02	4,94	3,08	
173	2385,30	45,94	5,69	7,50	3,50	3,46				5,88	7,62	3,92	3,70	
174	2537,40	1,04	39,66	0,00	0,17	57,46				97,71	0,00	0,00	0,00	
175	2552,20	0,48	37,24	0,42	0,00	53,97				91,78	0,00	0,00	0,00	
176	2556,20	5,22	38,06	6,14	0,00	55,08				93,66	0,00	0,00	0,00	
177	2558,10	4,76	36,69	0,00	0,00	53,04				90,19	0,00	0,00	0,00	
178	2559,00	0,96	38,81	0,00	0,00	57,23				97,32	0,00	0,00	0,00	
179	2586,10	2,53	38,99	0,28	0,32	56,19				95,55	0,59	0,67	0,00	

Nr próbki	Głęb. (m)	Cz. nierozp.	CaO	MgO	CO ₂	SO ₃	FeS ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	Anhydryt	Węglany	Dolomit	Kalcyt	Syderyt
180	2589,20	2,41	39,18	0,55	1,33	56,31				95,76	1,15	2,79	0,00	
181	2592,00	1,83	39,53	0,14	0,54	56,69				96,40	0,29	1,13	0,00	
182	2609,00	43,86	14,40	5,93	7,02	10,54	1,54			17,92	15,42	6,34	9,08	
183	2609,40	54,06	12,53	3,77	4,80	12,64	1,74			21,49	10,23	8,03	2,20	
184	2609,90	17,00	33,30	0,16	0,00	46,68	0,28			79,38	0,00	0,00	0,00	
185	2610,40	15,03	31,27	2,37	0,20	43,43	0,41			73,85	1,51	0,00	1,51	
186	2612,00	27,99	20,50	8,70	2,49	26,03				44,26	5,41	2,98	2,43	
187	2613,50	4,77	39,04	0,59	0,87	53,29				90,62	3,05	0,00	3,05	
188	2615,30	1,10	41,01	0,20	0,93	55,98				95,19	3,21	0,00	3,21	
189	2618,00	1,43	41,80	2,58	6,29	48,84	0,01			83,05	14,18	1,40	12,78	
190	2618,80	2,86	29,78	15,00	33,65	0,84	0,05			1,43	72,68	45,01	27,67	
191	2620,10	0,83	28,42	16,54	36,67	4,65	0,02			7,91	77,33	70,91	6,42	
192	2622,00	0,69	27,78	15,12	35,14	5,49	0,02			9,34	74,06	68,54	5,52	
193	2624,10	1,88	28,46	17,35	39,04	2,99	0,05			5,08	82,21	76,88	5,33	
194	2625,00	0,84	35,88	10,75	22,65	28,91	0,02			49,16	47,79	43,52	4,28	
195	2626,50	1,58	33,30	12,66	30,65	18,74	0,03			31,87	62,49	57,92	4,57	
196	2627,80	2,94	31,17	16,51	36,57	10,58	0,02			17,99	76,75	75,11	1,64	
197	2628,90	3,88	30,67	15,50	34,61	12,81	0,01			21,78	71,15	70,91	0,24	
198	2630,30	2,80	28,04	14,09	31,72	10,96	0,03			18,64	65,82	64,46	1,36	
199	2631,30	2,13	29,85	17,78	40,88	5,18				8,81	83,99	81,34	2,65	
200	2633,20	0,74	29,06	15,94	34,10	9,52	0,01			16,19	71,63	69,25	2,38	
201	2634,50	0,70	30,09	17,33	39,94	2,48				4,22	84,50	74,12	10,37	
202	2635,80	0,58	32,08	14,83	32,52	16,73	0,03			28,45	67,36	68,13	0,00	
203	2637,40	1,52	30,10	15,77	37,26	9,44				16,05	74,91	72,14	2,76	
204	2638,70	0,80	30,39	18,57	40,98	6,87	0,01			11,68	84,50	85,86	0,00	
205	2639,90	3,37	30,39	18,25	40,76	4,58	0,03			7,79	85,74	81,41	4,33	
206	2641,10	6,52	27,81	18,65	40,53	2,19	0,11			3,72	85,04	83,42	1,62	
207	2642,60	3,20	28,69	16,48	36,54	8,15	0,01			13,86	75,49	75,39	0,10	
208	2643,50	3,62	29,75	19,16	43,33	1,41	0,04			2,40	91,11	86,98	4,13	
209	2644,60	5,44	28,22	17,74	38,36	4,88	0,18			8,30	80,47	79,18	1,29	
210	2645,90	4,96	29,02	18,47	40,84	2,52	0,21			4,29	85,91	81,50	4,41	
211	2646,60	8,54	28,16	17,30	38,84	1,53	0,31			2,60	82,03	73,67	8,36	
212	2647,40	4,13	28,29	20,19	43,80	0,31	0,12			0,53	91,81	91,22	0,60	
213	2648,50	7,31	27,58	17,04	38,44	4,55	0,70			7,74	79,18	77,95	1,23	
214	2649,40	1,10	21,21	17,15	31,49	1,08	0,03			1,84	66,08	64,69	1,39	
215	2649,80	1,68	28,37	18,49	42,05	2,04	0,06			3,47	86,76	94,59	2,17	
216	2650,80	1,46	29,94	19,69	44,47	1,08	0,09			1,84	93,27	90,08	3,20	

Nr próbki	Głęb. (m)	Cz. nierozp.	CaO	MgO	CO ₂	SO ₃	FeS ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	Anhydryt	Węglany	Dolomit	Kalcyt	Syderyt
217	2651,90	0,98	30,23	20,91	45,85	0,91	0,23			1,55	96,17	94,81	1,36	
218	2652,40	6,41	28,81	18,27	40,34	2,91	0,05			4,95	84,82	81,00	3,82	
219	2653,20	0,22	40,58	0,41	0,33	56,42				95,94	2,07	0,00	2,07	
220	2654,20	1,07	32,20	16,85	38,23	10,89	0,03			18,52	79,10	77,08	2,02	
221	2654,80	0,25	40,96	0,71	1,30	56,88				96,72	2,80	1,78	1,03	
222	2703,50	0,23	41,37	0,31	1,54	56,23				95,62	3,54	0,00	3,54	
223	2777,30	0,37	40,96	0,33	0,34	57,82				98,32	0,82	0,00	0,82	
224	2780,00	0,36	38,98	2,03	0,60	55,44				94,28	1,19	1,26	0,00	
225	2781,50	0,35	39,55	1,22	0,52	55,99				95,21	1,09	1,09	0,00	
226	2814,30	7,48	34,18	4,67	4,53	48,21				81,98	8,79	9,49	0,00	
227	2831,00	0,18	39,90	1,42	1,30	56,55				96,16	2,57	2,72	0,00	
228	2850,30	0,38	40,66	0,81	2,32	55,64				94,62	4,70	3,71	0,99	
229	2865,50	1,26	40,74	0,61	1,36	55,82				94,92	3,07	0,31	2,75	
230	2866,40	0,18	40,57	0,20	0,34	57,67				98,07	0,70	0,71	0,00	
231	2882,50	0,04	40,68	0,50	0,35	58,09				98,78	0,67	0,73	0,00	
232	2885,50	0,24	41,00	0,20	0,17	58,46				99,41	0,34	0,36	0,00	
233	2888,50	1,30	40,01	0,00	0,95	56,68				96,38	0,55	0,00	0,55	
234	2898,50	0,15	40,96	0,41	0,43	58,23				99,02	0,87	0,90	0,00	
235	2901,00	0,12	40,93	0,41	0,35	58,00				98,63	0,76	0,48	0,28	
236	2906,50	0,14	40,96	0,20	0,51	58,11				98,82	0,87	1,07	0,00	
237	2920,30	0,16	40,11	0,81	0,60	56,96				96,86	1,21	1,26	0,00	
238	2922,80	0,03	39,83	1,41	1,28	56,28				95,70	2,57	2,68	0,00	
239	2929,30	0,14	40,11	1,01	1,29	56,14				95,47	2,69	2,70	0,00	
240	2937,00	0,11	40,96	0,41	0,69	58,08				98,77	1,35	1,45	0,00	
241	2942,40	0,12	41,04	0,21	0,26	58,15				98,88	0,58	0,08	0,50	
242	2951,10	0,15	40,66	0,41	0,17	58,26				99,07	0,33	0,36	0,00	
243	2953,60	0,38	39,55	1,53	3,45	53,36				90,74	7,08	7,00	0,08	
244	2956,40	0,40	39,83	1,34	2,55	55,63				94,60	4,34	5,34	0,00	
245	2961,80	0,35	40,11	1,01	1,30	56,58				96,21	2,62	2,72	0,00	
246	2966,00	0,38	40,11	1,01	2,50	55,87				95,01	3,85	5,24	0,00	
247	2968,00	0,22	39,83	1,62	2,55	55,22				93,90	5,21	5,34	0,00	
248	2969,40	0,42	39,55	1,62	4,84	52,06				88,53	8,89	7,41	1,48	
249	2970,20	0,30	39,27	2,23	2,99	55,02				93,56	5,93	6,26	0,00	
250	2971,10	0,93	47,74	3,25	31,73	16,25	0,20			27,63	71,02	13,40	57,62	
251	2971,60	1,38	43,01	6,54	35,02	12,96	0,63			22,04	74,24	29,92	44,32	
252	2973,00	2,69	37,29	12,59	35,58	10,94	0,84			18,60	76,50	51,66	24,84	
253	2974,90	3,94	30,23	16,44	37,07	8,76	3,06			14,90	77,39	75,21	2,18	

Nr próbki	Głęb. (m)	Cz. nierozp.	CaO	MgO	CO ₂	SO ₃	FeS ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	Anhydryt	Węglany	Dolomit	Kalcyt	Sydyryt
254	2976,80	16,11	38,70	4,44	36,51	0,86	0,49			1,46	77,28	20,31	56,97	
255	2978,40	2,75	51,26	1,42	40,80	2,79	0,17			4,74	90,97	6,50	84,47	
256	2980,00	6,86	48,87	1,83	39,79	1,60	0,37			2,72	89,05	8,37	80,68	
257	2981,00	12,20	46,04	1,42	37,40	0,35	0,40			0,60	84,53	6,12	78,41	
258	2981,60	42,14	27,40	1,42	22,97	0,18	0,23			0,31	51,65	6,50	45,15	
259	2982,00	26,84	36,44	1,22	29,70	0,36	1,73			0,61	67,08	5,45	61,63	
260	2982,40	26,38	36,44	1,42	30,11	0,23	0,98			0,39	67,72	6,50	61,22	
261	2983,00	12,16	44,92	1,42	36,41	0,35	1,38			0,60	82,32	5,65	76,67	
262	2983,50	26,30	33,90	1,62	27,84	0,16	2,31			0,27	62,84	5,54	57,30	
263	2983,70	60,61	16,95	2,03	13,68	1,17	1,90			1,99	30,75	4,28	26,47	
264	2984,10	65,35	14,69	1,62	11,48	0,61	1,73			1,04	26,01	1,20	24,80	
265	2984,40	82,59	1,41	0,81	0,85	0,09	4,50			0,15	2,40	0,00	2,40	
266	2984,70	69,75	10,17	0,20	7,65	0,23				0,39	17,86	0,00	17,86	
267	2985,70	69,53	9,89	0,41	7,39	0,16				0,27	17,45	0,00	17,45	
268	2987,00	68,21	11,86	0,20	9,71	0,00				0,00	21,59	0,91	20,67	
269	2987,50	71,89	8,19	0,00	6,23	0,00				0,00	14,62	0,00	14,62	
270	2990,50	83,91	0,56	0,81	0,17	0,32				0,54	0,60	0,00	0,60	
271	2994,30	71,17	5,65	1,22	4,14	0,80				1,36	9,36	0,61	8,75	
272	2996,40	79,12	1,41	1,22	1,00	0,11				0,19	2,38	0,00	2,38	
273	2999,50	62,98	12,15	1,62	10,33	0,19				0,32	23,17	3,77	19,40	
274	3005,20	78,78	3,67	0,61	3,31	0,00				0,00	7,37	1,80	5,57	
275	3007,80	81,53	2,26	1,01	2,66	0,00				0,00	5,73	3,71	2,02	
276	3008,40	81,45	2,82	0,41	2,64	0,00				0,00	5,85	1,79	4,06	
277	3012,20	84,49	0,56	1,01	0,85	0,00				0,00	1,79	1,72	0,07	
278	3016,40	86,94	0,28	0,41	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	
279	3019,70	84,09	1,13	0,41	0,09	0,00				0,00	2,02	0,00	2,02	
280	3022,50	86,08	1,13	0,20	0,51	0,00				0,00	2,02	0,00	2,02	
281	3025,50	77,87	3,95	0,00	3,18	0,33				0,56	6,64	0,00	6,64	
282	3027,50	83,97	1,69	0,41	2,20	0,18				0,31	3,65	1,88	1,77	

Analizy wykonali: mgr inż. E. Kotlarski, mgr M. Szunke, K. Kwiecińska

Skład petrograficzny skał permu w otworze Opoczno PIG 2

Lp.	Głęb. (m)	Składniki allochemiczne			Sparyt	Siar- czany	Mikryt	Składniki terygeniczne			Nazwa skały
		bio- klasty	ooidy, peloidy	ziarna nieozna- czone				kwarc i inne	pyłowy	ilasty	
1	2236,10				10			50		40	mułowiec
2	2237,00				5	5		50		40	mułowiec
3	2245,10				20	10		70			waka subリティczna
4	2245,70				25	15		60			waka subリティczna
5	2246,40							50		50	mułowiec
6	2248,30				20	15		60		5	waka subリティczna
7	2253,00				10			50		40	waka subリティczna
8	2254,50							20		80	iłowiec z laminami mułowca
9	2260,00						10	40		50	mułowiec
10	2261,40				10		5	45		40	mułowiec z laminami piaskowca
11	2263,70				5		5	40		50	iłowiec z laminami mułowca
12	2265,90				10	5		40		45	mułowiec
13	2287,10					10		40		50	iłowiec z laminami mułowca
14	2289,40						10	40		50	mułowiec
15	2293,70				10			80		10	mułowiec
16	2309,00					25		30		45	mułowiec z anhydrytem
17	2311,70				10	85				5	anhydryt
18	2333,20							40		60	mułowiec
19	2335,20					15	5	30		50	mułowiec
20	2335,50					15	30	5		50	iłowiec z anhydrytem
21	2336,00				5	95					anhydryt
22	2357,00										sól kamienna
23	2358,25				5	75					anhydryt z solą kamienną
24	2358,60				5	75					anhydryt z solą kamienną
25	2358,80										sól kamienna
26	2360,00										sól kamienna
27	2361,30					10	30	30		30	mułowiec
28	2361,80					10	10	50		30	waka lityczna
29	2365,40						10	60		30	waka lityczna
30	2366,50				15	5		30		50	mułowiec
31	2369,30					20		30		50	mułowiec
32	2372,00				30	5		40	10	15	waka subリティczna
33	2374,50							40	10	50	mułowiec
34	2380,70				15	5		30		50	mułowiec piaszczysty
35	2382,00				15	5		40		40	waka subリティczna
36	2382,90				30	50				20	anhydryt zailony z dolomitem
37	2383,20										sól kamienna
38	2385,20				5	80		5		10	anhydryt
39	2387,10				20	30		20		10	mułowiec z lam. anhydr. i sól
40	2388,00										sól kamienna
41	2526,70					70					anhydryt z solą kamienną
42	2537,40					100					anhydryt
43	2539,40					97				3	anhydryt
44	2540,40					60				2	anhydryt z solą kamienną
45	2545,50										sól kamienna
46	2553,20					100					anhydryt
47	2554,40					97				3	anhydryt

Lp.	Głęb. (m)	Składniki allochemiczne			Sparyt	Siarczany	Mikryt	Składniki terygeniczne			Nazwa skały
		bio-klasty	ooidy, peloidy	ziarna nieoznaczone				kwarc i inne	matriks		
									pyłowy	ilasty	
48	2555,20					97			3	anhydryt	
49	2557,40					98			2	anhydryt	
50	2559,30					95			5	anhydryt	
51	2563,00					2				sól kamienna	
52	2564,60					100				anhydryt	
53	2586,50					100				anhydryt	
54	2588,00				2	98				anhydryt	
55	2594,30				2	98				anhydryt	
56	2609,00					90		2	8	anhydryt	
57	2609,10							5	95	iłowiec	
58	2609,30				20	5	30	45		dolomit piaszczysty	
59	2609,50					95		3	2	anhydryt	
60	2610,50				45	10		45		waka sublityczna	
61	2511,80					85		10	5	anhydryt zapiaszczony	
62	2612,10					80		15	5	anhydryt zapiaszczony	
63	2613,50					60		5	35	anhydryt zailony	
64	2615,40				5	90	5			anhydryt	
65	2617,80				10	80	10			anhydryt	
66	2618,20				30	60	10			anhydryt z dolomitem	
67	2618,80		40		40	5	15			wakston/pakston	
68	2619,30		30		35	5	30			wakston	
69	2620,50		30		35	5	30			wakston	
70	2621,20		30		30	20	20			wakston	
71	2623,70		30		30	30	10			wakston	
72	2624,00		15		40	30	15			wakston	
73	2634,70	10?			30	30	30			madston	
74	2635,00	20?			30	20	30			wakston	
75	2635,60	20?			30	20	30			wakston	
76	2636,70	20?			30	15	35			wakston	
77	2637,40	20?			40	15	25			wakston	
78	2638,30	20			30	20	30			wakston	
79	2638,70	20			35	15	30			wakston	
80	2639,40	10			60	15	15			madston/wakston	
81	2640,40	5			60	5	25	5		dolosparyt	
82	2641,60	3			60	5	30	2		madston/wakston	
83	2642,50	10			55	5	30			madston/wakston	
84	2642,70	10			55	5	30			madston/wakston	
85	2644,20	15	5?		45	5	30			wakston	
86	2644,90	20			45	5	30			wakston	
87	2645,50	15	5?		40	4	35	1		wakston	
88	2646,60				60	5	32	3		dolosparyt	
89	2647,30	15			40	3	40	2		wakston	
90	2648,40	15			30	10	40	5		wakston	
91	2649,00	15			35	10	40			wakston	
92	2649,40				60	10	30			dolosparyt	
93	2649,90				60	10	30			dolosparyt	
94	2651,60				70	10	20			dolosparyt	
95	2651,75				55	5	40			dolosparyt	
96	2651,95			20	45	5	30			wakston	
97	2652,10			20	45	5	30			wakston	
98	2652,40				80	10	5	5		dolosparyt	

Lp.	Głęb. (m)	Składniki allochemiczne			Sparyt	Siarczany	Mikryt	Składniki terygeniczne			Nazwa skały
		bio-klasty	ooidy, peloidy	ziarna nieoznaczone				kwarc i inne	matriks		
									pyłowy	ilasty	
99	2352,65			80	15	5				dolosparyt	
100	2652,75			5	90	5				anhydryt	
101	2653,20			10	90					anhydryt	
102	2653,60			40	50	10				anhydryt z dolosparytem	
103	2653,70			60	30	10				dolosparyt z anhydrytem	
104	2654,20			40	30	30				dolosparyt z anhydrytem	
105	2654,50			45	30	25				dolosparyt z anhydrytem	
106	2654,90			5	95					anhydryt	
107	2703,60			5	95					anhydryt	
108	2778,40				60	35				anhydryt z dolomikrytem	
109	2780,50				40	40			20	anhydryt z zailonym dolomikr.	
110	2781,30				50	40			10	anhydryt z dolomikrytem	
111	2807,10			3	90				7	anhydryt	
112	2812,80			10	80				10	anhydryt	
113	2814,30			45	50				5	anhydryt z dolosparytem	
114	2827,00			15	85					anhydryt	
115	2832,30			10	90					anhydryt	
116	2844,20			10	90					anhydryt	
117	2847,10			15	85					anhydryt	
118	2850,00			10	90					anhydryt	
119	2852,40			10	90					anhydryt	
120	2854,60			5	95					anhydryt	
121	2857,50			3	97					anhydryt	
122	2860,20			40	60					anhydryt z dolosparytem	
123	2864,10			5	95					anhydryt	
124	2866,00			5	95					anhydryt	
125	2870,00			5	95					anhydryt	
126	2875,50			3	97					anhydryt	
127	2882,00			5	95					anhydryt	
128	2883,60			50	50					dolosparyt w anhydrylicie	
129	2884,70			5	95					anhydryt	
130	2886,30				100					anhydryt	
131	2888,60			10	90					anhydryt	
132	2890,60			2	98					anhydryt	
133	2894,20				100					anhydryt	
134	2899,40				100					anhydryt	
135	2901,70				100					anhydryt	
136	2904,50			20	80					anhydryt z dolosparytem	
137	2907,00			60	40					dolosparyt w anhydrylicie	
138	2909,80			5	95					anhydryt	
139	2914,00				100					anhydryt	
140	2915,30			10	90					anhydryt	
141	2918,00			10	90					anhydryt	
142	2919,50			10	90					anhydryt	
143	2920,30			5	95					anhydryt	
144	2922,80			10	90					anhydryt	
145	2924,50			10	90					anhydryt	
146	2926,20			5	95					anhydryt	
147	2929,30			10	90					anhydryt	
148	2932,80				100					anhydryt	
149	2935,00				100					anhydryt	

Lp.	Głęb. (m)	Składniki allochemiczne			Sparyt	Siar- czany	Mikryt	Składniki terygeniczne			Nazwa skały
		bio- klasty	ooidy, peloidy	ziarna nieozna- czone				kwarc i inne	matriks		
									pyłowy	ilasty	
150	2937,00				5	95					anhydryt
151	2940,20				15	85					anhydryt z dolosparytem
152	2941,30				30	70					anhydryt z dolosparytem
153	2942,40				5	95					anhydryt
154	2944,30				5	95					anhydryt
155	2951,10				90	10					dolosparyt
156	2953,60				15	85					anhydryt z dolosparytem
157	2955,50				15	85					anhydryt z dolosparytem
158	2956,40				10	90					anhydryt
159	2958,00				5	95					anhydryt
160	2961,90				5	95					anhydryt
161	2963,20				5	95					anhydryt
162	2964,70				5	95					anhydryt
163	2965,00				20	80					anhydryt z dolosparytem
164	2965,80				50	50					anhydryt z dolosparytem
165	2968,60				40	60					anhydryt z dolosparytem
166	2969,10				50	50					anhydryt z dolosparytem
167	2970,20				70	30					dolosparyt z anhydrytem
168	2970,80				5	95					anhydryt
169	2971,00				80	20					sparyt
170	2971,60				80	20					sparyt/dolosparyt
171	2971,90				80	20					sparyt/dolosparyt
172	2972,60				80	20					dolosparyt/sparyt
173	2973,30				75	15	10				dolosparyt/sparyt
174	2974,00				30	20	50				dolomkrosparyt
175	2975,10				50	20	30				dolosparyt z anhydrytem
176	2975,90				60	10	30				dolosparyt z anhydrytem
177	2976,10				50	20	30				dolosparyt z anhydrytem
178	2977,80	5			5	5	80	5			madston
179	2978,40	7					88	5			madston
180	2979,40	8					90	2			madston
181	2979,80	5					90	5			madston
182	2980,90	10	2				73	15			wakston
183	2981,30	20					75	5			wakston
184	2981,70	8					72	20			madston
185	2982,00	5					75	20			madston
186	2982,30						90	10			madston
187	2982,50				70	5		15		10	wapień laminow. subst. bitum.
188	2983,10	3			70	5		7		15	wapień laminow. subst. bitum.
189	2983,50				70	5		10		15	wapień laminow. subst. bitum.
190	2983,60	5			70	5		10		15	wapień laminow. subst. bitum.
191	2983,65				25			60		15	waka lityczna
192	2983,90				20			60		20	waka lityczna
193	2984,15				25			50		25	waka lityczna
194	2984,25				20			60		20	waka lityczna
195	2984,30				15			80		5	waka lityczna

Skład określono na podstawie wzorców wizualnych

Skład petrograficzny skał kajpru i pstrego piaskowca w otworze Opoczno PIG 2

Lp.	Głęb. (m)	Wymiary ziarn kwarcu				Składniki terygeniczne frakcje >0.06 mm						Składniki ortochemiczne i allochemiczne						Inne	Nazwa skały
		dmax		dmf		okruchy				matriks		mi- kryt zail.	spa- ryt	siar- czany	kwarc aut.	bioklas- ty/in- traklast- y(n)	ooidy/ onko- idy (d)		
		mm	phi	mm	phi	kwarc	ska- leń	skał	łysz- czyki	pyło wy	ilasty								
KAJPER i "RETYK"																			
1	573,2	0,18	2,50	0,12	3,50	50	3	16	1	30									waka lityczna droboziarnista
2	575,4	0,12	2,00	0,05	4,30	30	1	8	1	60								w	mułowiec
3	578,5	0,15	2,75	0,10	3,34	40	3	15	2	40								w	waka lityczna droboziarnista
4	675,1	0,05	4,30	0,20	5,75					5	95							p	madston zailony
5	771,1	0,45	1,15	0,10	3,34	10		2			68				15	5n			margiel ilasty
6	773,0	0,22	2,15	0,06	4,05	43x		15	2		40								mułowiec marglisty
7	776,1	0,25	2,00	0,10	3,34	20		10			60				5	5n		p	margiel ilasto-piaszczysty
8	880,2	0,05	4,30	0,20	5,75					2	8				90			p	rudston bioklastyczny
9	883,5	0,05	4,30	0,03	5,10	2					98							p	madstom ilasty
10	937,5	0,20	2,55	0,05	4,30	30x		10			50							10 gk	mułowiec z gruzłami kalcyt.
11	939,6	0,15	2,75	0,06	4,50	45x	3	25	2		25								pyłowiec
12	941,7	0,15	2,75	0,08	3,65						20							80 gk	gruzły kalcytowe w mułowcu
13	1030,5	0,45	1,15	0,15	2,75	33	5	20	2	40								p w	waka lityczna drobnoziarn.
14	1032,3	0,06	4,05	0,03	5,10						3	5	5		50n	37d		p	rudston intrakl.-onkoidowy
15	1031,5	0,12	3,05	0,03	5,10	20x		5			75							p w	iłowiec
PSTRY PIASKOWIEC DOLNY I ŚRODKOWY																			
20	1393,3	0,18	2,48	0,03	5,10	8		1			91								mułowiec
21	1398,5	0,10	3,34	0,04	4,65	15		2			83								mułowiec piaszczysty
22	1466,1	0,12	3,05	0,02	5,65	4		1			20				75	n			zlepieniec pseudoolitowy
23	1498,7	0,04	4,65	0,01	6,65						100								iłowiec
24	1502,9	0,12	3,05	0,10	3,34	71	2	5	2	8		6	1		5	5n			arenit sublit. drobnoziarn.
25	1527,4	0,12	3,05	0,10	3,34	48	3	9	5	20		15							waka sublityczna wapnista
26	1528,4	0,25	2,00	0,18	2,48	74	2	4	2	3		10	2	5					arenit sublityczny wapnisty
27	1562,5	0,28	1,85	0,02	5,65	5		1		60								35 gk	mułowiec z gruzłem kalcyt.
28	1593,1	0,05	4,30	0,03	5,10				10	90									mułowiec
29	1594,1	0,15	2,75	0,10	3,34	45	2	5	10	35		2		3					waka lityczna drobnoziarn.
30	1594,8	0,28	1,85	0,22	2,18	80	2	3	2	5		8							arenit kwarcowy drobnoziarn.
31	1626,5	0,06	4,05	0,03	5,10				5	35								60 gk	mułowiec z gruzłem kalcyt.
32	1650,0	0,15	2,75	0,10	3,34	79	2	3	3	3		4		6					arenit kwarcowy drobnoziarn.

Lp.	Głęb. (m)	Wymiary ziarn kwarcu				Składniki terygeniczne frakcje >0.06 mm						Składniki ortochemiczne i allochemiczne						Inne	Nazwa skały
		dmax		dmf		okruchy				matriks		mi- kryt zail.	spa- ryt	siar- czany	kwarc aut.	bioklas- ty/in- traklast y(n)	ooidy/ onko- idy (d)		
		mm	phi	mm	phi	kwarc	ska- leń	skał	łysz- czyki	pyło wy	ilasty								
33	1655,7	0,06	4,05	0,02	5,65					70								30 gk	iłowiec z gruzłem kalcyt.
34	1677,0	0,15	2,75	0,02	5,65	10		1	2	62								25 gk	iłowiec piasz. z gruz. calc.
35	1708,1	0,30	1,75	0,08	3,65	18	1	2	2	77				3					mułowiec piaszczysty
36	1710,1	0,80	0,32	0,18	2,48	74	1	3	1	3		15	1	3					arenit kwarcowy wapnisty
37	1735,5	0,10	3,34	0,03	5,10	5			1	94								p	margiel ilasto-mułkowy
38	1736,5	0,06	4,05	0,03	5,10					100								p	iłowiec marglisty
39	1744,8	0,05	4,30	0,03	5,10					100								p	iłowiec marglisty
40	1745,6	0,10	3,34	0,03	5,10	5			2	93									mułowiec marglisty
41	1747,6	0,60	0,74	0,02	5,65					100									iłowiec marglisty
42	1751,5	0,12	3,05	0,08	3,65	3						87			10				sparyt z bioklastami
43	1752,4	0,20	2,34	0,04	4,65	10	1		1	43		40			5				madston z bioklastami
44	1752,9	0,40	1,32	0,18	2,48	55	2	7	2	10		20	1	3					waka sublityczna wapnista
45	1754,5	0,45	1,17	0,04	4,65	25		5	1	49								20 gk	mułowiec piasz. z gruz. calc.
46	1756,7	0,30	1,75	0,02	5,65	5			2	93									iłowiec
47	1774,1																	100 gk	gruzel kalcytowy
48	1793,3	0,40	1,32	0,12	3,05	45	5	15		8		20							arenit sublityczny wapnisty
49	1820,1	0,30	1,75	0,15	2,75	39		5	1	10		15			5	25			aren. sublit. wapn. z ooidami
50	1821,9	0,06	4,05	0,04	4,65				5	75		20							mułowiec wapnisty
51	1822,2	0,50	1,00	0,15	2,75	18		2		5		25			5	45			greinston ooidowy piaszcz.
52	1824,9									5		15				80			greinston ooidowy
53	1825,5	0,55	0,87	0,15	2,75	61	1	3		2		5	2	5		20			arenit sublityczny z ooidami
54	1839,0	0,25	2,00	0,10	3,34	65	4	9		2			5	5		10			arenit sublit. z biokl. i ooidami
55	1840,4	0,30	1,75	0,15	2,75	23		2		15		25				45			greinston ooidowy piaszcz.
56	1842,1	0,25	2,00	0,16	2,65	60	1	3		2		5	1	8		20			arenit sublityczny z ooidami
57	1844,6	0,70	0,52	0,12	3,05	73	3	3		5		10	1			5			arenit kwarc. wap. z ooidami
58	1847,3	0,12	3,05	0,08	3,65	60	3	4	1	2		10		5	10	5			arenit kwarc. wap. z biokl.
59	1848,0	0,60	0,74	0,20	2,34	36	2	2				25				35			greinston ooidowy piaszcz.
60	1850,3	0,06	4,05	0,02	5,65				10	90									iłowiec
61	1853,9	0,50	1,00	0,15	2,75	50	3	6		5		5	1	5		25			arenit sublityczny z ooidami
62	1857,4	0,70	0,52	0,20	2,34	57	3	7				5	10	8	10	5			arenit sublityczny
63	1863,8	0,40	1,32	0,20	2,34	63	4	7		4		7	1	8	6				arenit sublityczny z bioklast.
64	1888,3	0,60	0,74	0,18	2,48	68	5	6	2	15				6					waka sublit. drobnziarn.
65	1891,2	0,14	2,85	0,08	3,65	32	2	3	25	38									waka drobnz. z lam. iłowca

Lp.	Głęb. (m)	Wymiary ziarn kwarcu				Składniki terygeniczne frakcje >0.06 mm						Składniki ortochemiczne i allochemiczne						Inne	Nazwa skały
		dmax		dmf		okruchy				matriks		mi- kryt zail.	spa- ryt	siar- czany	kwarc aut.	bioklas- ty/in- traklas- ty(n)	ooidy/ onko- idy (d)		
		mm	phi	mm	phi	kwarc	ska- leń	skał	łysz- czyki	pyło wy	ilasty								
66	1892,0	0,70	0,52	0,15	2,75	70	6	6		6		2		10				arenit sublityczny drobnoziar.	
67	1893,6	0,40	1,32	0,20	2,34	66	4	6	2	8		8	2	4				arenit sublityczny średnioz.	
68	1898,4	1,00	0,00	0,15	2,75	48	7	8	1	30				6				waka lityczna drobnoz.	
69	1919,0	0,50	1,00	0,30	1,75	60	2	4		8		10	5	11				arenit sublityczny średnioz.	
70	1924,8	0,45	1,17	0,30	1,75	70	5	10		6			1	8				arenit sublityczny średnioz.	
71	1948,0	1,20	0,26	0,32	1,67	69	4	8	1	4		8	2	4				arenit sublityczny średnioz.	
72	1962,3	0,50	1,00	0,30	1,75	64	8	4		8		6	3	7				subarkoza średnioz.	
73	1967,1	0,15	2,75	0,08	3,65	34	8	8	16	34								waka lit/arkoz. drobnoz.	
74	1969,1	1,20	0,26	0,50	1,00	60	2	14		2		14		8				arenit sublit. gruboz. wap.	
75	1974,6	0,20	2,34	0,10	3,34	40	8	8	18	24				2				waka lit/arkoz. drobnoz.	
76	2001,1	0,7;0,4	0,52;1,32	0,3;0,15	1,75;2,75	62	6	4	6	14		2		6				subarkoza średnioz.	
77	2008,0	0,45	1,17	0,30	1,75	52	2	8	2	1		23		12				arenit sublit. średnioz. wap.	
78	2033,0	0,15	2,75	0,04	4,65	20			20	60								mułowiec piaszcz. z łyszcz.	
79	2037,2	0,55	0,87	0,25	2,00	78	8	4	2	2				8				subarkoza drobnoziar.	
80	2070,1	0,62	0,69	0,30	1,75	48	10	11	13	15				4				waka lityczna średnioziar.	
81	2076,5	1,00	0,00	0,32	1,67	60	10	11	4	6		1		6				arenit sublityczny średnioz.	
82	2078,0	0,60	1,74	0,15	2,75	20	9	9	36	24				2				waka lit/arkoz. z łyszcz.	
83	2089,5	0,65	0,62	0,32	1,67	63	10	12		8		2		5				arenit sublityczny średnioz.	
84	2097,1	0,90	0,15	0,52	0,95	60	8	18	2	6		2		4				arenit sublityczny drobnoz.	
85	2121,0	0,65	0,62	0,28	1,85	52	14	10	2	14				8				subarkoza średnioz.	
86	2126,1	0,75	0,42	0,40	1,32	62	12	12		9				5				subarkoza/arenit sub. śred.	
87	2144,8	0,65;0,20	0,62;2,34	0,4;0,15	1,32;2,75	36	8	14	12	26		2		2				waka lityczna różnoziar.	
88	2158,4	0,62	0,63	0,40	1,32	66	8	14	3	3				3				arenit sublityczny średnioz.	
89	2169,2	0,50	1,00	0,22	2,18	54	14	16	2	6		4		4				arenit sublityczny drobnoz.	
90	2174,0	0,80	0,32	0,52	0,95	62	8	14	1	6		5		4				arenit sublityczny gruboz.	
91	2184,0	0,40	1,32	0,26	1,96	55	12	15	5	3		7		3				arenit sublityczny średnioz.	
92	2184,8	0,30	1,75	0,10	3,34	56	12	10	10	8		2		2				subarkoza drobnoziar.	
93	2190,4	0,40	1,32	0,20	2,34	65	8	10	2	1		12		3				arenit sublit. drobnoz. wap.	
94	2191,5	0,25	0,20	0,18	2,48	65	10	12	2	3		3		3		2		arenit sublityczny drobnoz.	
95	2192,2	0,50	1,00	0,20	5,65	71	10	8	1	1		6		3				subarkoza drobnoziar.	
96	2193,5	0,05	4,30	0,03	5,10				10	90								mułowiec marglisty	
97	2209,5	0,06	3,65	0,02	5,65					100								iłowiec marglisty	
98	2210,8	0,15	2,75	0,03	5,10	20	1	3		5		46			15 n	10		wakston piaszcz.z ooid. intra.	

Lp.	Głęb. (m)	Wymiary ziarn kwarcu				Składniki terygeniczne frakcje >0.06 mm						Składniki ortochemiczne i allochemiczne						Inne	Nazwa skały	
		dmax		dmf		okruchy				matriks		mi- kryt zail.	spa- ryt	siar- czany	kwarc aut.	bioklas- ty/in- traklast- y(n)	ooidy/ onko- idy (d)			
		mm	phi	mm	phi	kwarc	ska- leń	skał	łysz- czyki	pyło- wy	ilasty									
99	2214,0	0,05	4,30	0,03	5,10						100									mułowiec marglisty
100	2217,6	0,10	3,34	0,05	4,30						80		20							mułowiec marglisty

Skład określono na podstawie wzorców wizualnych

x - określono skład frakcji pyłowej

p - piryt

w - substancja węglista

gk - gruzły kalcytowe

n - intraklasty

d - onkoidy

Skład petrograficzny skał retu i wapienia muszlowego w otworze Opoczno PIG 2

Lp.	głębokość	składniki terygeniczne			składniki allochemiczne		tło					nazwa skały
		kwarc	okruchy skał	skalenie	bioklasty	inne	mikryt	sparyt	siarczany	kwarc reg.	matriks	
1	1130,4	1					69		30			madston dolomit-anhydrytowy
2	1132,8	0,5				0,5	99					madston dolomitowy
3	1133,7	0,4			0,4		68,6					madston dolomitowy
4	1165,3	0,5			9,5		90					madston
5	1174,3	0,5			25	0,5	69	5				wakston/pakston
6	1175,7				11	0,5	88,5					madston/wakston
7	1182,6	1			39		60					pakston
8	1195,8	1			5		94					madston
9	1195,8	2			30	1	66		1			wakston/pakston
10	1201,6	2			30	0,5	64,5	3				wakston/pakston
11	1209,1	2		0,5	22		72,5		3			wakston
12	1211,7	1			28	2	69					wakston krynoidowy
13	1213,3	1			23		74	2				wakston
14	1219,4	5			17,5		77		0,5			wakston zapiaszczony
15	1220,6				40	2	50	8				wakston/pakston
16	1221,6	5			12		73	10				dolomikryt zapiaszczony
17	1224,6	12			23	0,5	62,5	2				wakston zapiaszczony
18	1226,8	50	8		2						40	waka kwarcowa średnioziarnisty
19	1227,2	10			23		67					wakston
20	1231,6	91,5	2			0,5		1	2		3	arenit kwarcowy średnioziarnisty
21	1234,2	47	3	2							48	waka kwarcowa różnoziarnista
22	1235,2	0,5	0,5		10		88		1			madston
23	1237,3	31		1	5	3	4				56	mułowiec piaszczysty
24	1248,4	43	3	2		7				3	42	waka sublityczna/mułowcowo-piaszczysta
25	1249,5	66	1	2		1		25	3	2		arenit kwarcowy drobnoziarnisty
26	1273,9	3	1		23	2	61		10			wakston
27	1302,5	38	1			1			1		59	mułowiec wapnisty
28	1334,2	76	8			0,5	4		1	5	5,5	arenit kwarcowy drobnoziarnisty
29	1338,5	68	12	5	2					5	8	arenit sublityczny
30	1371,7	15	3								82	iłowiec piaszczysty
31	1374,5	85	3							8	2	arenit kwarcowy średnioziarnisty

**Wyniki analiz planimetrycznych piaskowców dolnojurajskich
z otworu Opoczno PIG 2 (w %)**

Głębokość (m)	184,60	288,60	387,60	468,60
Kwarc	75,06	78,00	62,54	48,78
Kwarcyty	1,65	1,25	2,52	2,86
Miki	0,38	-	0,23	-
Chalcedony	0,25	0,63	1,95	1,53
Związki Fe	-	-	0,11	1,70
Szczałki roślin	0,13	-	-	-
Spoivo żel.-ilasto-krzemionkowe	22,52	14,13	8,82	-
Spoivo węglanowe	-	6,00	-	-
Spoivo węgl. z pyłem kwarcowym	-	-	-	45,07
Spoivo mułowcowe	-	-	23,83	-
Razem	99,99	100,01	100,00	100,00

Wyniki analizy spektralnej próbek z otworu Opoczno PIG 2

Lp.	Głęb. (m)	Zawartość w g/t (ppm)											
		Cu	Zn	Pb	Ag	Ni	Co	V	Cr	Mo	Sr	Ba	Sn
1	135,5	75	60	10	0	70	64	115	125	0	2500	380	5
2	185,0	10	10	5	0,1	10	15	30	50	0	10	10	0
3	287,5	80	50	13	0	60	44	125	170	10	770	390	10
4	386,5	16	10	5	0	50	17	250	310	0	700	480	0
5	465,5	15	60	10	0	45	20	270	180	5	1300	620	5
6	573,5	12	50	12	0	85	10	290	270	5	70	490	5
7	577,5	10	30	9	0	45	15	150	185	0	480	510	1
8	673,5	7	45	9	0	55	10	295	260	5	50	450	5
9	772,5	20	40	15	0,1	60	20	230	220	0	430	1800	1
10	775,5	170	10	9	0	35	8	72	69	0	70	120	5
11	879,2	180	10	18	0	30	12	45	55	10	80	90	5
12	884,5	190	10	14	0	40	10	50	64	0	50	70	0
13	937,5	15	75	8	0	70	15	285	280	10	6800	1800	5
14	939,5	16	55	7	0	55	10	280	200	5	490	950	1
15	1030,5	40	60	1	0	70	10	290	620	10	120	600	5
16	1032,7	18	40	25	0,1	64	25	295	290	5	90	720	1
17	1036,5	22	50	8	0	60	20	250	280	5	130	700	5
18	1130,5	30	50	10	0	15	5	10	10	0	140	10000	0
19	1133,3	140	10	10	0	25	6	30	57	0	50	110	0
20	1136,5	60	10	20	0	20	20	100	90	0	40	900	0
21	1162,5	20	20	20	0	38	5	75	55	0	70	290	1
22	1165,5	100	110	20	0	25	20	0	100	0	50	1000	0
23	1166,5	33	20	10	0	43	10	90	60	0	130	310	1
24	1175,0	35	10	10	0	10	1	0	15	0	10	680	0
25	1178,0	50	10	40	0	10	0	0	25	0	40	700	0
26	1180,5	40	500	40	0	10	1	0	25	0	35	780	0
27	1184,5	35	10	25	0	20	1	0	30	0	35	1000	0
28	1188,5	30	10	20	0	15	1	0	55	0	70	1100	0
29	1191,2	110	10	10	0	0	0	0	20	0	10	1300	0
30	1195,5	50	1850	90	0	5	0	0	50	0	50	1400	0
31	1200,5	160	10	100	0	65	15	250	140	0	220	1700	0
32	1205,5	120	10	90	0	45	10	140	150	0	170	1750	0
33	1208,5	130	10	50	0	30	10	100	170	0	180	1850	0
34	1212,5	30	10	20	0	15	5	130	70	0	170	1900	0
35	1216,5	45	30	40	0	25	1	0	35	0	100	1500	0
36	1219,5	80	20	80	0	10	5	0	35	0	50	500	0
37	1222,3	270	10	500	0,9	90	20	500	130	10	120	370	0
38	1223,3	15	0	18	0,1	10	5	10	10	5	10	380	0
39	1224,7	10	0	5	0	10	0	100	30	0	140	10000	0
40	1226,1	350	100	1250	0,4	120	20	750	210	10	40	280	0
41	1227,7	50	1800	90	0	0	5	0	30	0	340	1200	0
42	1229,3	38	25	450	0,1	35	15	100	48	10	410	2600	5
43	1232,5	10	20	10	0	10	7	120	25	0	830	2900	0
44	1235,5	30	10	50	0	55	20	200	30	1	70	120	0
45	1237,3	8	50	7	0	50	17	140	220	5	50	800	1
46	1243,3	25	60	10	0	45	25	50	85	0	40	50	3
47	1245,5	25	55	8	0	48	15	150	250	0	90	850	5
48	1247,2	10	10	6	0	20	10	85	125	0	135	1000	1
49	1248,9	14	10	15	0	40	20	75	60	1	150	130	1
50	1273,4	16	10	35	0	14	8	40	20	0	100	160	0

Lp.	Głęb. (m)	Zawartość w g/t (ppm)											
		Cu	Zn	Pb	Ag	Ni	Co	V	Cr	Mo	Sr	Ba	Sn
51	1276,3	8	50	10	0	40	5	53	30	0	200	900	0
52	1299,7	22	640	45	0	20	0	100	20	0	400	1300	0
53	1301,8	14	830	70	0	10	0	100	10	0	410	1050	0
54	1304,2	35	390	840	0	90	10	600	65	10	40	400	0
55	1333,3	50	70	50	1	75	170	150	80	0	60	30	1
56	1336,4	30	20	5	0,1	5	5	40	60	0	10	10	0
57	1338,4	10	30	6	0	30	15	160	500	5	120	720	1
58	1371,5	35	60	10	0	62	20	215	380	10	1250	1750	5
59	1374,2	20	15	9	0	18	12	185	100	5	150	230	1
60	1394,5	43	55	22	0	60	22	270	240	10	1390	2480	2
61	1397,5	39	50	20	0	57	18	190	230	10	1400	2500	3
62	1429,8	35	50	19	0	50	20	270	250	10	1370	5000	5
63	1432,6	40	80	23	0	60	18	295	290	10	1050	1200	5
64	1461,0	32	55	20	0	50	20	280	295	10	2750	1800	5
65	1467,0	15	110	10	0	75	20	150	190	5	750	980	10
66	1500,5	18	100	15	0	70	15	160	170	5	290	500	10
67	1526,5	20	105	12	0	100	17	180	240	5	500	650	10
68	1528,5	10	20	5	0,1	10	10	70	30	0	840	600	0
69	1556,8	23	120	10	0	80	20	200	140	0	280	620	5
70	1559,5	30	130	18	0	67	17	170	160	5	490	600	10
71	1562,5	15	120	16	0	70	15	165	150	5	580	930	10
72	1591,5	12	115	10	0	65	15	160	145	5	550	800	10
73	1593,5	210	105	9	0	75	20	220	165	0	470	680	5
74	1596,5	14	125	17	0	50	13	150	135	5	480	740	10
75	1623,5	20	115	12	0	65	16	155	180	5	650	900	10
76	1626,8	12	100	8	0	50	20	160	150	5	680	870	10
77	1650,5	15	90	10	0	48	18	155	140	5	460	690	10
78	1679,5	12	115	10	0	45	18	310	260	4	380	560	4
79	1675,5	10	120	12	0	47	15	185	255	5	700	800	5
80	1706,4	20	105	11	0	48	14	210	185	4	400	620	3
81	1711,5	18	100	10	0	45	12	175	170	5	910	1000	3
82	1736,2	17	120	200	0	70	25	490	85	10	360	150	1
83	1744,5	20	105	110	0	50	21	500	70	5	350	100	0
84	1746,0	25	100	350	0,1	59	24	510	75	10	230	140	0
85	1749,2	30	160	300	0,5	50	28	480	60	10	220	110	1
86	1749,9	68	45	150	0,1	65	30	520	68	5	290	150	1
87	1751,8	55	80	100	0,1	40	18	470	45	1	170	100	0
88	1752,4	8	55	60	0	55	30	450	95	1	250	160	1
89	1753,1	150	10	9	0	35	10	160	120	0	3900	930	0
90	1754,8	17	130	10	0	48	18	290	250	8	900	590	5
91	1755,6	14	100	10	0	45	15	310	240	7	870	890	5
92	1756,5	15	115	9	0	49	17	215	230	6	850	690	6
93	1776,7	20	30	5	0	30	10	110	100	2	650	700	0
94	1777,5	14	50	7	0	40	19	250	170	3	750	580	3
95	1794,5	15	50	9	0	35	17	170	150	4	1200	920	2
96	1821,5	18	90	8	0	44	16	240	155	3	1180	700	5
97	1824,9	390	10	100	0,5	40	20	350	50	0	300	710	0
98	1838,0	7	50	45	0	50	20	500	90	1	190	100	0
99	1844,6	5	10	10	0	12	9	150	20	0	1900	750	0
100	1848,6	17	125	20	0	42	18	250	160	5	770	520	5
101	1855,3	16	130	19	0	50	20	290	230	5	700	500	6
102	1858,8	25	10	1	0	25	10	70	50	0	980	960	0
103	1862,2	30	125	14	0	50	23	330	270	1	1200	1030	8

Lp.	Głęb. (m)	Zawartość w g/t (ppm)											
		Cu	Zn	Pb	Ag	Ni	Co	V	Cr	Mo	Sr	Ba	Sn
104	1887,7	20	20	9	0	15	9	80	70	0	400	500	0
105	1891,9	35	135	15	0	45	20	290	260	7	960	900	5
106	1893,1	8	50	18	0,1	20	10	220	85	1	910	1600	5
107	1921,6	15	160	20	0	50	20	270	140	5	890	2400	10
108	1924,0	17	50	15	0	10	5	60	28	0	670	1100	0
109	1964,5	15	100	13	0	40	15	285	210	2	750	500	9
110	1971,0	20	10	8	0	8	5	40	30	0	900	200	0
111	1975,0	25	10	7	0	10	5	60	120	0	2100	870	0
112	2000,3	30	40	12	0	15	9	80	150	2	800	350	0
113	2007,5	28	50	10	0	15	7	50	130	1	920	250	0
114	2032,3	25	50	14	0	18	8	65	140	1	810	300	0
115	2039,7	25	30	13	0	14	5	90	145	1	2900	850	0
116	2068,5	35	140	16	0	45	20	270	250	6	3600	1300	6
117	2075,5	15	15	15	0	15	9	68	45	0	1100	900	3
118	2093,5	25	15	13	0,1	12	9	65	40-0	0	750	590	3
119	2100,5	20	10	12	0	10	8	50	35	0	860	500	0
120	2117,5	14	16	10	0	7	7	47	30	0	890	450	0
121	2124,5	18	10	12	0	9	5	65	50	0	670	750	2
122	2145,5	15	15	14	0	20	10	63	55	1	600	890	5
123	2149,5	13	10	10	0	9	8	40	45	0	720	150	0
124	2158,5	10	20	10	0	14	9	50	44	0	690	460	0
125	2169,3	30	16	12	0	10	9	44	39	0	890	350	0
126	2175,5	40	10	10	0	12	8	53	50	0	1050	760	0
127	2184,5	35	25	18	0	16	10	85	60	1	920	1600	5
128	2190,3	33	100	22	0	25	18	190	150	7	710	980	10
129	2194,5	8	40	25	0	54	12	500	75	5	300	130	0
130	2209,5	10	45	20	0	50	14	550	70	5	200	120	0
131	2212,8	19	40	70	0	48	15	400	75	1	210	100	0
132	2215,3	160	50	120	0,5	85	30	490	80	10	200	250	1
133	2216,3	170	55	100	0	52	18	390	55	5	110	150	1
134	2217,4	260	50	100	0,5	60	70	490	62	10	190	210	1
135	2234,5	25	10	9	0	50	15	250	60	5	1290	2500	0
136	2236,5	20	0	10	0	45	14	180	55	4	1780	5700	0
137	2238,5	30	0	10	0	52	17	160	65	1	1350	3800	0
138	2240,5	24	0	12	0	46	15	155	60	1	1400	2300	0
139	2242,3	28	130	20	0	55	20	110	40	4	100	50	1
140	2243,8	15	0	8	0	50	19	100	50	3	1690	10000	1
141	2245,2	30	0	1	0	15	12	30	70	0	740	10000	0
142	2247,7	45	120	10	0	49	20	140	60	1	890	1300	1
143	2251,5	27	10	4	0	45	18	130	65	1	1480	2100	0
144	2256,0	30	10	7	0	50	22	125	67	3	1200	3600	1
145	2258,4	35	10	15	0	47	18	145	65	2	1540	1900	0
146	2262,3	48	115	20	0	60	20	200	68	4	1190	1250	1
147	2265,9	47	120	18	0	53	19	150	50	5	1000	830	1
148	2285,6	50	10	14	0	59	20	190	76	5	1270	2200	1
149	2287,7	55	130	15	0	70	20	185	65	5	100	300	1
150	2289,5	9	80	12	0	45	15	140	72	5	1500	3200	1
151	2292,5	14	85	10	0	30	10	90	60	4	10	500	1
152	2294,5	16	100	14	0	35	12	150	65	4	50	100	1
153	2308,6	15	95	9	0	27	14	180	70	3	830	2900	0
154	2310,6	14	105	10	0	25	15	130	67	6	620	1000	3
155	2311,9	12	70	8	0	20	16	150	65	3	1300	4800	1
156	2313,1	15	90	4	0	30	13	160	80	3	1800	7600	0

Lp.	Głęb. (m)	Zawartość w g/t (ppm)											
		Cu	Zn	Pb	Ag	Ni	Co	V	Cr	Mo	Sr	Ba	Sn
157	2332,7	15	30	5	0	40	20	130	87	7	790	1900	2
158	2335,1	18	80	6	0,1	24	10	110	55	2	760	5400	0
159	2357,9	5	0	0	1	0	3	0	1	0	30	500	0
160	2358,3	10	10	0	0	30	0	30	1	0	20	7500	0
161	2359,3	8	0	0	0,1	1	1	0	0	0	20	100	0
162	2361,5	16	50	8	0	32	14	125	160	6	780	5100	5
163	2364,5	35	100	10	0	70	18	225	155	10	1000	1600	5
164	2368,4	10	10	8	0	42	12	165	85	5	1200	2900	0
165	2371,9	17	10	5	0	35	10	80	70	1	900	2000	1
166	2374,5	18	10	8	0	40	14	90	74	1	1000	5700	1
167	2378,2	20	10	4	0	100	22	170	85	7	930	2100	0
168	2382,2	22	20	5	0	60	18	150	65	4	970	1500	1
169	2383,4	5	0	0	0,5	1	5	0	0	0	30	50	0
170	2384,7	20	10	1	0	35	5	40	35	1	50	3300	0
171	2385,3	19	30	5	0	90	20	175	160	5	880	3000	2
172	2525,5	5	0	0	0	0	2	10	1	0	50	1000	0
173	2537,4	20	10	0	0	1	0	30	1	0	30	1500	0
174	2540,3	4	0	0	0,2	0	3	10	0	0	50	1000	0
175	2543,7	2	0	0	0,1	0	3	0	0	0	10	200	0
176	2546,7	3	0	0	0	0	1	0	0	0	10	100	0
177	2552,2	5	10	0	0	0	0	20	0	0	20	7500	0
178	2554,3	6	0	0	0	0	4	10	1	0	30	5000	0
179	2556,2	3	10	0	0	0	0	30	1	0	10	5000	0
180	2558,1	12	0	0	0	5	2	10	5	0	50	1000	0
181	2559,0	4	10	0	0	0	1	20	1	0	10	2000	0
182	2560,4	3	0	0	0	0	2	10	0	0	10	3000	0
183	2562,6	5	0	0	0	0	4	10	0	0	10	5000	0
184	2564,4	4	0	0	0	0	3	0	1	0	10	500	0
185	2566,5	1	0	0	0	0	5	10	1	0	10	1500	0
186	2568,0	2	0	0	0	0	3	10	0	0	10	7500	0
187	2570,0	8	0	0	0	0	3	10	0	0	30	2000	0
188	2586,1	7	10	0	0	0	0	10	1	0	10	1000	0
189	2589,2	9	10	0	0	0	0	30	1	0	30	5000	0
190	2592,0	8	10	0	0	0	0	30	0	0	30	5000	0
191	2609,0	25	10	20	0	65	10	140	100	3	2000	4900	0
192	2609,4	18	10	14	0	100	25	180	148	8	1600	3800	1
193	2609,9	30	250	750	0,1	10	7	20	10	1	5000	2000	1
194	2610,4	70	50	40	0	50	9	50	30	1	450	2000	10
195	2612,0	70	50	20	0	30	20	60	70	20	30	50	1
196	2613,5	9	10	1	0	10	5	20	30	0	50	2500	1
197	2615,3	3	10	0	0	5	1	10	10	0	10	1000	0
198	2618,0	5	10	1	0	5	1	1	10	0	30	1000	0
199	2618,8	45	0	0	0	5	1	100	5	0	590	390	0
200	2620,1	30	0	1	0,1	8	1	100	4	0	500	720	0
201	2623,0	10	0	0	0,2	10	1	100	7	0	520	750	0
202	2624,1	15	0	5	0,3	1	0	100	1	0	250	930	0
203	2625,0	10	0	1	0,3	5	1	100	8	1	100	400	0
204	2626,0	25	0	1	0,2	9	1	100	7	1	30	680	0
205	2627,8	100	0	9	0,1	7	5	100	9	5	70	250	0
206	2628,9	10	0	10	0	2	1	100	8	1	10	260	0
207	2630,3	34	0	5	0	20	3	100	10	10	50	610	0
208	2631,6	10	0	10	0	1	0	100	6	5	40	370	0
209	2633,2	20	0	3	0	9	2	100	6	1	260	690	0

Lp.	Głęb. (m)	Zawartość w g/t (ppm)											
		Cu	Zn	Pb	Ag	Ni	Co	V	Cr	Mo	Sr	Ba	Sn
210	2634,5	18	0	2	0,3	10	8	100	4	500	50	420	0
211	2635,8	12	0	2	0	2	2	100	8	5	20	900	0
212	2637,4	39	100	10	0	2	5	100	10	1	50	750	0
213	2638,7	12	100	5	0	1	4	100	9	1	10	650	0
214	2639,9	24	0	9	0	7	7	100	14	1	10	410	0
215	2641,1	25	0	20	0,1	10	10	100	16	1	10	100	1
216	2642,6	27	0	1	0	3	6	100	9	1	20	200	1
217	2643,5	24	0	1	0	3	1	100	15	1	10	130	0
218	2644,6	15	0	18	0	15	0	100	18	5	50	180	0
219	2645,9	47	0	10	0	8	0	100	14	5	30	170	1
220	2646,6	50	0	25	0	5	1	100	16	5	50	50	0
221	2647,4	65	0	9	0	9	0	100	20	1	310	100	1
222	2648,5	70	0	20	0,1	15	3	100	15	10	190	420	1
223	2649,4	10	0	5	0	4	0	100	8	5	460	1050	0
224	2649,8	20	0	15	0	10	1	100	7	0	6700	1800	0
225	2650,8	15	0	6	0	10	4	100	5	1	450	260	0
226	2651,9	35	10	10	0	10	0	100	5	1	360	300	0
227	2652,4	30	10	40	0	30	8	200	50	30	50	250	0
228	2653,2	5	10	0	0	7	1	5	1	0	20	1000	0
229	2654,2	1	10	0	0	10	0	100	5	1	30	1000	0
230	2654,8	8	10	0	0	1	1	1	1	0	100	1000	0
231	2703,5	9	10	0	0	1	1	1	3	0	10	1000	0
232	2777,3	8	10	0	0	1	0	0	1	0	10	1000	0
233	2780,0	7	10	1	0	5	0	10	10	0	45	10000	0
234	2781,5	12	10	1	0	1	0	5	8	0	35	7500	0
235	2808,2	7	10	0	0	6	10	0	1	0	30	7500	0
236	2814,3	15	10	5	0	8	8	50	50	5	280	10000	0
237	2829,2	1	0	0	0	0	5	50	1	0	10	1500	0
238	2831,0	5	10	0	0	0	5	50	0	1	10	1000	1
239	2844,3	6	20	0	0	0	2	50	1	0	10	1000	0
240	2850,3	5	100	0	0	0	3	50	0	0	80	1000	0
241	2853,5	6	0	0	0	0	6	50	0	0	30	1000	0
242	2858,5	1	0	0	0	0	10	50	0	0	20	1000	1
243	2861,4	3	0	0	0	0	1	50	0	0	40	1500	0
244	2866,4	5	0	0	0	0	0	50	0	0	75	1000	0
245	2869,0	7	0	0	0	0	1	50	0	0	30	1000	0
246	2875,0	1	0	0	0	0	0	50	0	0	20	1000	0
247	2879,5	7	0	0	0	0	5	50	0	1	30	1000	0
248	2882,5	1	10	0	0	0	1	50	0	0	20	1000	0
249	2885,5	8	10	0	0	0	1	50	0	0	20	1000	0
250	2888,5	5	0	0	0	0	0	50	0	0	10	1500	0
251	2892,2	5	0	0	0	0	0	50	0	0	10	1500	0
252	2898,5	1	0	0	0,1	0	0	5	0	0	10	1500	0
253	2901,0	1	10	0	0	0	0	1	0	0	10	1500	0
254	2906,5	2	0	0	0	0	0	5	0	0	40	1500	0
255	2911,5	1	0	0	0	0	0	5	0	0	10	1500	0
256	2916,0	1	0	0	0	0	5	5	5	0	10	1500	0
257	2920,3	2	10	0	0	0	5	1	5	0	60	1500	0
258	2922,8	1	0	0	0	0	3	1	3	0	30	1500	0
259	2926,2	5	0	0	0,1	0	0	1	0	0	50	2000	0
260	2929,3	6	0	0	0	0	0	5	0	0	20	1500	0
261	2933,0	1	0	0	0	0	1	5	1	0	70	1500	0
262	2937,0	8	0	0	0	0	1	1	1	0	100	1500	0

Lp.	Głęb. (m)	Zawartość w g/t (ppm)											
		Cu	Zn	Pb	Ag	Ni	Co	V	Cr	Mo	Sr	Ba	Sn
263	2942,4	2	0	0	0	0	1	1	1	0	200	1500	0
264	2951,1	1	0	0	0	0	0	5	0	0	40	1500	0
265	2953,6	4	10	0	0	0	1	100	5	1	100	1600	0
266	2956,4	4	10	0	0	0	1	1	1	0	50	1500	0
267	2959,5	6	0	0	0	0	0	5	5	0	200	5000	0
268	2961,8	4	10	0	0	0	0	5	1	0	180	1500	0
269	2966,0	10	10	0	0	0	0	10	0	0	10	1500	0
270	2968,0	3	10	0	0	0	0	1	0	0	30	2000	0
271	2969,4	9	10	0	0,1	0	0	1	0	0	20	2000	0
272	2970,2	2	10	0	0	0	1	1	0	0	10	1500	0
273	2971,1	8	1590	15	0	10	0	100	1	0	20	1250	0
274	2971,6	12	1480	10	0	10	0	100	1	0	30	500	0
275	2973,9	30	890	34	0,3	20	0	100	1	0	5000	4500	0
276	2974,9	15	10	35	0,1	30	0	100	1	0	80	500	0
277	2976,8	26	1830	90	0	40	15	250	50	0	60	250	0
278	2978,4	12	720	10	0	0	1	100	1	0	30	1200	0
279	2980,0	17	730	50	0	20	5	100	5	0	370	800	0
280	2981,0	20	520	37	0	15	5	100	20	0	150	240	0
281	2981,6	32	510	65	0	65	10	700	60	0	50	350	0
282	2982,0	30	410	110	0,6	100	10	400	50	0	30	100	0
283	2982,4	29	450	105	0,5	110	5	150	40	1	20	50	0
284	2983,0	30	3050	700	0,5	30	17	100	5	10	30	700	0
285	2983,5	270	4650	2730	7	410	30	3900	110	50	40	900	0
286	2983,7	37	100	40	0,1	20	14	90	35	10	1300	4600	0
287	2984,1	40	50	25	0,5	23	15	85	40	9	1000	3400	0
288	2984,4	50	50	30	0,5	25	35	190	150	10	2800	5600	10
289	2984,7	45	50	10	0,1	10	5	110	42	5	1150	5000	5
290	2985,7	15	70	8	0	11	1	60	15	5	950	4800	5
291	2987,0	5	50	5	0	5	0	50	12	3	1300	4500	1
292	2987,5	12	90	5	0	10	1	60	14	6	350	1900	5
293	2990,5	6	70	6	0	16	1	100	50	7	1150	1300	10
294	2994,3	15	100	4	0	12	1	68	25	5	250	1200	5
295	2996,4	10	100	3	0	15	1	80	20	8	1000	2100	10
296	2999,5	7	50	1	0,1	5	5	45	18	1	750	5900	0
297	3005,2	18	30	8	0,1	14	8	74	35	6	500	1700	8
298	3007,8	15	40	9	1	18	10	104	42	5	1050	1900	7
299	3008,4	19	110	10	0	20	10	85	30	4	930	1600	6
300	3012,2	5	50	12	0	18	15	110	44	7	1200	1850	5
301	3016,4	12	50	10	0	20	10	155	58	3	2800	2000	5
302	3019,8	10	60	10	0	19	10	140	55	5	2900	2500	7
303	3022,5	25	45	25	0,5	20	12	100	37	8	2850	4300	9
304	3025,5	18	90	20	0,1	10	10	50	20	7	1700	1750	4
305	3027,5	20	40	24	0	15	15	73	38	5	2000	4500	10

Średnie i skrajne zawartości pierwiastków śladowych w osadach z otworu Opoczno PIG 2

Nazwa wydzielenia	Liczba próbek	Parametry	Zawartość w g/t (ppm)											
			Cu	Zn	Pb	Ag	Ni	Co	V	Cr	Mo	Ba	Sr	Sn
JURA DOLNA														
Dolna jura	5	min	10	10	5	0	10	15	30	50	0	10	10	0
		max	80	60	13	0,1	70	64	270	310	10	2500	620	10
		śr. arytm.	35	38	9	0,02	47	32	158	167	3	1056	376	4
TRIAS														
Kajper i „retyk“	12	min	7	10	1	0	30	8	45	55	0	50	70	0
		max	190	75	25	0,1	85	25	295	620	10	6800	1800	5
		śr. arytm.	33	41	11	0,01	58	13	223	235	4	509	600	4
Wapień muszlowy	25	min	10	0	5	0	0	0	0	10	0	10	110	0
		max	350	1850	1250	0,9	120	20	750	210	10	410	10000	5
		śr. arytm.	81	186	120	0,06	28	7	95	66	1,4	107	1744	0,3
Piaskowce	2	min	10	0	5	0	10	0	10	10	0	10	380	0
		max	15	0	18	0,1	10	5	100	30	5	140	10000	0
		śr. arytm.	12	0	11	0,05	10	3	55	20	3	75	5190	0
Margle	2	min	20	20	10	0	38	6	70	60	0	70	290	1
		max	34	20	20	0	42	10	90	60	0	130	310	1
		śr. arytm.	27	20	15	0	40	8	80	60	0	100	300	1
Wapienie	19	min	30	10	10	0	0	0	0	15	0	10	280	0
		max	350	1850	1250	0,9	120	20	750	210	10	410	2600	5
		śr. arytm.	94	239	155	0,07	29	8	109	75	1,6	113	1185	0,3
Górny piaskowiec pstry - ret	14	min	8	10	5	0	5	0	40	10	0	10	10	0
		max	50	830	840	1	90	170	600	30	10	140	2900	5
		śr. arytm.	21	159	83	0,07	38	22	136	20	1	75	693	0,9
Środkowy piaskowiec pstry	50	min	5	10	1	0	10	9	70	20	0	120	100	0
		max	390	160	350	0,5	100	30	520	500	10	3900	5000	10
		śr. arytm.	35	82	38	0,03	49	18	251	167	4,7	787	854	4,2
Dolny piaskowiec pstry	28	min	8	10	7	0	7	5	40	28	0	110	100	0
		max	260	160	120	0,5	85	70	550	250	10	3600	2400	10
		śr. arytm.	40	42	26	0,04	26	13	175	86	2,2	907	624	2

Nazwa wydzielenia	Liczba próbek	Parametry	Zawartość w g/t (ppm)											
			Cu	Zn	Pb	Ag	Ni	Co	V	Cr	Mo	Ba	Sr	Sn
Piaskowce	30	min	5	10	1	0	5	5	40	28	0	10	10	0
		max	150	140	18	0,1	50	20	285	250	6	3900	1600	9
		śr. arytm.	26	29	10	0,04	19	9	93	95	0,9	1028	662	1,4
Mułowce	38	min	8	20	5	0	10	10	70	30	0	120	130	0
		max	210	160	25	0,1	100	23	500	500	10	2750	5000	10
		śr. arytm.	25	94	14	0,03	52	17	223	200	5,3	814	1064	5,9
Margle	16	min	7	10	10	0	10	7	40	20	0	70	100	0
		max	260	160	350	0,5	85	70	550	95	10	830	2900	1
		śr. arytm.	57	62	114	0,1	51	24	412	63	4,7	248	314	0,4
PERM GÓRNY														
Stropowa seria terygeniczna PZt	24	min	9	0	1	0	15	10	30	40	0	10	50	0
		max	55	130	20	0,1	70	22	250	87	7	1800	10000	3
		śr. arytm.	27	58	10	0,04	43	16	145	64	3,4	128	3135	0,7
Poziom Na4	3	min	5	0	0	0	0	0	0	0	0	20	100	0
		max	10	10	0	1	30	3	30	1	0	30	7500	0
		śr. arytm.	8	3	0	0,4	10	1,3	10	0,7	0	23	2700	0
Poziom T4a	7	min	10	10	4	0	32	10	80	65	1	780	1500	0
		max	35	100	10	0	100	22	225	160	10	1200	5700	5
		śr. arytm.	20	30	7	0	54	15	144	99	4,9	969	2986	1,9
Łącznie osady cyklotemu PZ4	10	min	5	0	0	0	0	0	0	0	0	20	100	0
		max	35	100	10	1	100	22	225	160	10	1200	7500	5
		śr. arytm.	16	22	5	0,1	41	11	103	70	3,4	685	2900	1,3
Sole poziomu Na3	12	min	1	0	0	0	0	1	0	0	0	10	50	0
		max	8	0	0	0,5	1	5	10	1	0	50	7500	0
		śr. arytm.	4	0	0	0,06	0,08	3	7	0,3	0	22	2237	0
Anhydryty poziomu Na3	5	min	3	0	0	0	0	0	10	0	0	10	1000	0
		max	20	10	0	0	5	2	30	5	0	50	7500	0
		śr. arytm.	9	8	0	0	1,2	0,6	22	1,6	0	24	3400	0
Mułowce poziomu Na3	2	min	18	10	1	0	36	6	40	36	1	50	3000	0
		max	20	30	5	0	90	20	176	160	6	880	3300	2
		śr. arytm.	19	20	3	0	62	12	107	97	3	465	3150	1

Nazwa wydzielenia	Liczba próbek	Parametry	Zawartość w g/t (ppm)											
			Cu	Zn	Pb	Ag	Ni	Co	V	Cr	Mo	Ba	Sr	Sn
Łącznie w poziomie Na 3	19	min	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	50	0
		max	20	30	5	0,5	90	20	175	160	5	880	7500	2
		śr. arytm.	7	4	0,3	0,04	7	3	21	11	0,3	69	2639	0,1
Poziom A3	3	min	7	10	0	0	0	0	10	0	0	10	1000	0
		max	9	10	0	0	0	0	30	1	0	30	5000	0
		śr. arytm.	8	10	0	0	0	0	23	0,7	0	23	3667	0
Poziom Ca3	2	min	19	10	14	0	66	9	140	100	3	1600	3800	0
		max	25	10	20	0	100	25	180	148	8	2000	4900	1
		śr. arytm.	22	10	17	0	82	17	160	124	5,5	1800	4350	0,5
Łącznie osady cyklotemu PZ3	24	min	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	50	0
		max	25	30	20	0,5	100	25	180	160	8	2000	7500	2
		śr. arytm.	8	5	2	0,03	12	4	33	19	0,7	207	2910	0,1
Poziom A2	6	min	3	10	0	0	5	1	1	10	0	10	50	0
		max	70	250	750	0,1	50	20	60	70	20	5000	2500	10
		śr. arytm.	31	63	135	0,01	18	7	27	27	4	929	1425	2,2
Poziom Ca2	29	min	10	0	0	0	1	0	100	1	0	10	50	0
		max	100	100	40	0,3	30	10	200	50	500	6700	1800	1
		śr. arytm.	29	8	9	0,06	8	3	103	11	21	388	489	0,2
Łącznie osady cyklotemu PZ2	35	min	3	0	0	0	1	0	1	1	0	10	50	0
		max	100	250	750	0,3	50	20	200	70	500	6700	2500	10
		śr. arytm.	30	17	30	0,05	10	3,4	90	14	18	481	650	0,5
Poziom A1g	4	min	1	10	0	0	1	0	1	1	0	10	1000	0
		max	9	10	0	0	10	1	100	5	1	100	10000	0
		śr. arytm.	6	10	0	0	4,8	0,8	27	3	0,3	40	1000	0
Poziom Na1	3	min	7	10	0	0	1	0	0	1	0	10	1000	0
		max	12	10	1	0	5	0	10	10	0	45	10000	0
		śr. arytm.	9	10	0,7	0	2,3	0	5	6	0	30	6167	0
Poziom A1d	38	min	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1000	0
		max	15	100	5	0,1	8	10	100	50	5	280	10000	1
		śr. arytm.	4	7	0,1	0,05	0,4	2	25	2	0,2	52	1871	0,05

Nazwa wydzielenia	Liczba próbek	Parametry	Zawartość w g/t (ppm)											
			Cu	Zn	Pb	Ag	Ni	Co	V	Cr	Mo	Ba	Sr	Sn
Poziom Ca1	10	min	8	10	10	0	0	0	100	1	0	20	100	0
		max	32	1830	110	0,6	100	15	700	60	0	5000	4500	0
		śr. arytm.	20	869	46	0,1	31	5	205	19	0	582	969	0
Poziom T1	3	min	29	450	105	0,5	30	5	100	5	1	20	50	0
		max	270	4650	2730	7	410	30	3900	110	50	40	900	0
		śr. arytm.	110	2717	1178	2,7	183	17	1383	52	20	30	550	0
Łącznie osady cyklotemu PZ1	58	min	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	50	0
		max	270	4650	2730	7	410	30	3900	110	50	5000	10000	1
		śr. arytm.	13	296	69	0,2	16	3	126	8	1,2	140	1809	0,03
Anhydryty cyklotemu PZ3	8	min	3	0	0	0	0	0	10	0	0	10	1000	0
		max	20	10	0	0	5	2	30	5	0	50	7500	0
		śr. arytm.	8	9	0	0	0,7	0,3	22	1,2	0	24	3500	0
Anhydryty cyklotemu PZ1	42	min	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1000	0
		max	15	100	5	0,1	8	10	50	50	5	280	10000	1
		śr. arytm.	5	7	0,2	0,04	0,7	1,9	21	2,4	0,2	50	2131	0,05
Łącznie anhydryty cechsztynu PZ	57	min	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	50	0
		max	70	250	750	0,1	50	20	60	70	20	5000	10000	10
		śr. arytm.	8	13	14	0,05	3	2	22	5	0,5	138	2342	0,3
Poziom transgresywny Zp1	2	min	36	50	24	0,1	20	15	85	34	9	1000	3400	0
		max	40	100	40	0,5	22	15	90	40	10	1300	4600	0
		śr. arytm.	38	75	32	0,3	21	15	87	37	9,5	1150	4000	0
KARBON DOLNY														
Górny turnej- dolny wizen	18	min	5	30	1	0	5	0	45	12	1	250	1200	0
		max	50	110	30	1	25	35	190	150	10	2900	5900	10
		śr. arytm.	17	64	11	0,1	15	8	92	39	6	1424	3022	6,2

Tabela 4A

Zestawienie wyników badań geochemicznych otworu wiertniczego Opoczno PIG 2

Lp	Stratygrafia	Litologia	Głęb. (m)	Nr próby	Bituminy (%)	Kwasy humusowe (%)	C _{org} (%)	Eh (mV)	Stopień zmetamorfizowania	Zawartość węglowodorów		Skład węglowodorów			Współczynnik migracji	Zawartość n-alkanów w bitumalach		n-C max	CPIΣ	€PI 27-29	Węglowodory izoprenoidowe				Współczynnik β	
										w bituminach (%)	w skale (%)	nasycone (%)	aromatyczne %	n/a		całość (%)	≥C ₁₈ (%)				zawartość w bituminach (%)	dystrybucje				
																						C ₁₈ /C ₁₉	C ₂₀ /C ₁₉	C ₂₁ /C ₁₉		
1	Trias dolny	wap. szary zbity	1301,5	44/92	0,008	s.l	0,1		I	43	0,003	34	9	3,8	0,030	1,632	1,487	C ₁₈	0,96	1,13	0,03	40,17	0,99	0,19	8,0	
2	Perm górny	j.w.	2216,1	45/92	0,002	0,00	0,1		III																2,0	
3		wapień szary dolomityczny	2372,7	46/92	0,003	0,02	śl.		IV	35	0,001	22	13	1,7		0,286	0,271	C ₁₉ , C ₂₃	1,49	0,66	0,02	20,14	0,44	0,28		
4		wapień czerwony	2378,1	47/92	0,003	0,00	śl.		V	20	0,001	16	4	4,0												
5		dolomit szary z warstw. soli	2618,6	48/92	0,015	0,00	0,1		I	71	0,011	63	8	7,9	0,110	1,134	1,027	C ₂₀ , C ₂₅	0,84	0,83	0,02	50,12	1,07	0,18	15,0	
6		wapień c. szary	2974,8	49/92	0,003	0,00	0,3		II	50	0,002	39	11	3,5	0,007	0,546	0,541	C ₂₁	1,1	1,09	śl.					1,0
7		czarny wapień z warstw. ilow.	2983,6	50/92	0,015	0,02	2,5		III	22	0,003	8	14	0,6	0,001	0,072	0,058	C ₁₇	1,09		śl.					0,6
8		szary wapień gruzłowy	2984,3	51/92	0,007	0,01	0,1		III	43	0,003	24	19	1,3	0,030	0,168	0,162	C ₂₀	0,83		śl.					7,0
9	Karbon dolny	szary wapień dolomityczny	2985,4	52/92	0,004	0,00	0,1		V	32	0,001	21	11	1,9	0,010	0,336	0,336	C ₂₁	0,90		śl.					4,0
10		wapień c. szary	2996,7	53/92	0,004	0,00	0,4		IV	34	0,001	24	10	2,4	0,002	0,432	0,432	C ₂₅	1,03	0,66	0,010	śl.	0,72	0,15		1,0
11		wapień szary	3042,1	54/92	0,006	0,00	0,1		III	26	0,002	16	10	1,6	0,020	0,144	0,119	C ₁₇	1,10		0,02	0,15	0,99	śl.		6,0

Tabela 4B

Zawartość i skład węglowodorów n-parafinowych (n-alkany) w otworze wiertniczym OPOCZNO PIG 2

Lp	Stratygrafia	Głęb. (m)	Litologia	Zawartość w bituminach (%)	Procentowy udział poszczególnych związków w całości n-parafinów																			CPI Σ		
					C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈	C ₁₉	C ₂₀	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₂₄	C ₂₅	C ₂₆	C ₂₇	C ₂₈	C ₂₉	C ₃₀	C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃		C ₃₄	C ₃₅
1	Trias dolny	1301,5	wap. szary zbity	1,632	-	2,0	6,9	10,3	9,2	9,6	7,2	8,6	7,6	7,7	6,7	5,8	4,5	3,8	4,1	2,6	1,8	1,2	0,6	0,4	0,4	0,96
2	Perm górny	2372,7	wapień szary dolomityczny	0,286	-	3,4	2,0	4,9	19,0	4,3	6,8	5,6	11,7	4,6	9,1	9,1	2,7	5,5	4,6	6,7	-	-	-	-	-	1,49
3		2618,6	dolomit szary z warst. soli	1,134	1,7	3,0	4,7	3,7	3,2	7,3	4,0	5,2	2,2	3,3	8,5	6,7	3,2	4,4	4,1	7,8	7,8	7,1	6,2	5,9	-	0,84
4		2974,8	wapień c. szary	0,546	-	-	0,9	4,7	6,1	5,3	27,9	4,7	3,8	4,3	3,3	20,7	2,5	2,3	2,5	2,3	5,6	3,1	-	-	-	1,10
5		2983,6	czarny wapień z warstw. ilow.	0,072	-	-	19,2	5,2	4,5	11,8	6,3	5,6	8,9	5,6	5,5	9,9	śl.	3,5	4,5	3,5	3,2	2,8	-	-	-	1,09
6		2984,3	szary wapień gruzłowy	0,168	-	-	3,4	6,7	5,1	12,3	5,7	3,7	3,8	4,6	10,1	7,6	śl.	5,3	5,3	2,2	4,8	6,8	7,3	5,3	-	0,83
7		Karbon dolny	2985,4	szary wapień dolomityczny	0,336	-	-	-	14,1	3,8	5,2	19,5	5,6	4,5	11,7	6,1	5,4	śl.	6,3	8,4	4,4	5,0	-	-	-	-
8	2996,7		wapień c. szary	0,432	-	-	0,2	2,7	5,1	7,1	6,3	6,5	8,6	8,5	12,1	8,5	4,8	7,1	4,6	3,2	5,8	2,1	3,3	3,5	-	1,03
9	3042,1		wapień szary	0,144	-	-	17,3	0,9	5,1	8,2	5,3	6,0	7,0	8,5	9,6	5,3	śl.	4,8	4,5	8,6	3,6	5,3	-	-	-	1,10

Tabela 5

Porowatość i przepuszczalność skał w profilu otworu Opoczno PIG 2

Lp.	Wiek	Głębokość (m)	Gęstość właściwa (g/cm ³)	Gęstość objętościowa (g/cm ³)	Porowatość efektywna (%)	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)
1.	JURA DOLNA	132,3	2,69	2,41	5,95	10,40	X/X
2.		135,3	2,68	2,39	4,83	10,82	X/X
3.		137,8	2,67	2,38	6,26	10,48	X/X
4.		182,5	2,66	1,97	25,40	25,94	0,76/0,54
5.		185,1	2,66	2,00	24,27	24,81	0,80/0,40
6.		187,5	2,66	1,97	25,54	25,94	0,48/0,15
7.		284,2	2,80	2,69	3,24	3,57	X/X
8.		288,5	2,66	2,36	11,05	11,27	12,0/7,6
9.		289,5	2,67	2,37	10,05	11,23	X/X
10.		385,2	2,66	2,21	16,45	16,92	13,0/19,0
11.		385,8	2,67	2,42	8,32	9,36	9,5/4,0
12.		386,8	2,67	2,50	2,69	6,36	0,11/0,21
13.		387,9	2,67	2,46	7,14	7,86	X/X
14.		388,9	2,68	2,52	5,89	5,97	0,30/X
15.		462,5	2,68	2,60	0,88	2,98	X/X
16.		464,0	2,67	2,59	1,77	2,99	-
17.		467,2	2,68	2,62	0,85	2,24	-
18.		468,7	2,84	2,79	1,12	1,75	X/X
19.	TRIAS „retyk”	573,5	2,75	2,47	9,76	10,18	X/X
20.		575,8	2,75	2,42	10,45	12,0	X/X
21.		576,4	2,72	2,57	4,93	5,51	X/X
22.		578,9	2,74	2,47	9,16	9,85	X/X
23.		579,2	2,73	2,45	9,11	10,25	-
24.		671,6	2,80	2,49	10,59	11,07	
25.		672,3	2,76	2,40	12,24	13,04	0,79/6,6
26.		673,9	2,77	2,44	11,29	11,91	-
27.		674,5	2,77	2,57	6,62	7,22	
28.		771,5	-	-	-	-	-
29.		772,8	2,75	2,43	10,25	11,63	0,215/X
30.		774,3	2,75	2,51	7,75	8,72	-
31.	776,4	2,75	2,55	6,60	7,27	X/X	
32.	kajper	879,1	2,70	2,65	0,89	1,88	X/X
33.		882,0	2,68	2,50	7,06	7,20	-
34.		884,4	2,72	2,54	5,89	6,61	-
35.		884,9	2,76	2,56	6,49	7,25	-
36.		938,4	2,80	2,71	2,60	3,21	X/X
37.		939,1	2,74	2,62	3,83	4,38	X/X
38.		940,5	-	-	-	-	-
39.		942,0	-	-	-	-	-

Lp.	Wiek	Głębokość (m)	Gęstość właściwa (g/cm ³)	Gęstość objętościowa (g/cm ³)	Porowatość efektywna (%)	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)
40.	kajper	1030,5	2,74	2,69	1,43	1,83	X/X
41.		1031,8	2,69	2,60	2,97	3,34	X/X
42.		1032,3	2,66	2,51	1,01	5,63	X/X
43.		1034,5	2,70	2,61	1,25	3,33	X/X
44.	wapień muszlowy	1130,1	2,75	2,67	0,982	2,90	X/X
45.		1132,1	2,75	2,65	1,35	3,63	X/X
46.		1133,4	2,75	2,64	1,97	4,00	X/X
47.		1135,5	2,78	2,69	1,32	3,23	X/X
48.		1163,5	2,75	2,69	1,11	1,82	X/X
49.		1165,5	2,74	2,70	0,99	1,46	-
50.		1167,7	2,76	2,72	0,65	1,44	X/X
51.		1174,6	2,76	2,72	0,48	1,81	X/X
52.		1175,8	2,77	2,71	0,16	1,81	X/X
53.		1179,8	2,76	2,65	1,73	3,98	X/X
54.		1182,6	2,75	2,70	0,91	1,82	X/X
55.		1186,9	2,75	2,70	0,62	1,82	X/X
56.		1188,9	2,76	2,69	0,76	2,18	X/X
57.		1191,6	2,76	2,71	0,97	1,81	X/X
58.		1194,8	2,76	2,71	1,22	1,81	X/X
59.		1196,7	2,76	2,71	1,16	1,81	X/X
60.		1198,3	2,76	2,70	1,46	2,17	X/X
61.		1200,3	2,77	2,74	0,68	1,08	X/X
62.		1203,3	2,75	2,70	1,44	1,82	X/X
63.		1206,4	2,76	2,71	0,88	1,81	X/X
64.		1208,1	2,76	2,71	1,07	1,81	X/X
65.		1210,1	2,75	2,72	0,88	1,10	X/X
66.		1212,4	2,75	2,67	1,18	2,90	3,0/1,3
67.		1215,3	2,74	2,50	1,47	2,75	1,1/0,45
68.		1217,2	2,75	2,69	1,18	2,18	0,45/0,62
69.		1220,4	2,75	2,70	1,07	1,81	0,61/1,1
70.		ret	1223,0	2,74	2,52	2,71	8,03
71.	1224,7		2,75	2,54	2,59	7,63	0,37/0,25
72.	1226,6		2,74	2,69	0,84	1,82	0,32/0,12
73.	1228,4		2,76	2,71	0,37	1,81	X/X
74.	1231,5		2,68	2,59	2,98	3,36	0,16/0,66
75.	1234,7		2,74	2,66	2,44	2,92	0,18/X
76.	1236,7		2,69	2,51	6,51	6,69	X/X
77.	1241,8		2,72	2,66	1,45	2,21	X/X
78.	1245,8		2,68	2,54	4,75	5,22	X/X
79.	1247,2		1,67	2,51	5,18	5,99	X/X
80.	1249,1		2,68	2,59	2,11	3,36	X/X

Lp.	Wiek	Głębokość (m)	Gęstość właściwa (g/cm ³)	Gęstość objętościowa (g/cm ³)	Porowatość efektywna (%)	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)	
81.	ret	1275,5	2,76	2,70	0,78	2,17	X/X	
82.		1275,8	2,75	2,68	0,61	2,54	X/X	
83.		1277,3	2,75	2,67	0,77	2,90		
84.		1299,9	2,75	2,65	0,55	3,63	X/X	
85.		1301,4	2,77	2,68	1,07	3,24	X/X	
86.		1304,5	2,76	2,64	0,94	4,34	X/X	
87.		1334,1	2,67	2,56	2,51	4,30	X/X	
88.		1335,9	2,68	2,45	8,24	8,58	X/X	
89.		1338,1	2,66	2,55	3,79	4,14	X/X	
90.		1338,9	2,68	2,49	4,37	7,09	X/X	
91.		1371,3	2,74	2,68	2,74	3,65	-	
92.		1373,5	2,69	2,47	7,99	8,19	0,66/0,46	
93.		piaskowiec pstry	1394,1	2,75	-	-	-	-
94.			1396,2	2,75	-	-	-	-
95.	1398,5		2,76	-	-	-	-	
96.	1429,3		2,75	2,71	0,51	1,45	-	
97.	1431,5		2,75	-	-	-	-	
98.	1433,6		2,75	-	-	-	-	
99.	1460,5		2,76	2,65	4,71*	3,98*	-	
100	1463,0		2,75	2,64	4,00*	4,82*	-	
101	1498,5		2,76	2,69	3,03*	2,54*	-	
102	1450,5		2,77	2,69	3,47*	2,89*	-	
103	1526,5		2,69	2,65	3,69*	1,49*	-	
104	1527,5		2,74	2,64	4,28*	3,65*	-	
105	1528,3		2,70	2,65	1,43	1,85	X/X	
106	1556,1		2,75	2,64	1,70	4,00	0,12/X	
107	1560,5		2,75	2,66	0,60	3,27	X/X	
108	1562,8		2,76	2,68	0,97	2,89	X/X	
109	1592,0		2,75	2,65	2,00	3,77	X/X	
110	1593,2		2,74	2,63	1,59	4,01	X/X	
111	1595,1		2,76	2,67	1,31	3,26	X/X	
112	1596,8		2,75	2,66	1,81	3,27	X/X	
113	1626,2		2,77	2,66	2,08	3,97	X/-	
114	1627,5		2,75	2,67	1,37	2,91	0,12/X	
115	1652,7		2,78	2,68	2,76	3,59	X/X	
116	1653,2		2,70	2,61	2,31	3,33	X/X	
117	1674,2		2,72	2,55	2,17	6,25	X/X	
118	1677,5		2,76	2,57	5,40	6,88	-	
119	1680,8		2,72	2,61	1,45	4,04	-	
120	1706,3		2,71	2,61	1,59	3,69	-	
121	1708,8	2,70	2,56	2,94	5,18	X/X		
122	1710,9	2,72	2,51	2,89	7,72	0,36/0,15		

Lp.	Wiek	Głębokość (m)	Gęstość właściwa (g/cm ³)	Gęstość objętościowa (g/cm ³)	Porowatość efektywna (%)	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)
123	piaskowiec pstry	1735,5	2,75	2,66	3,05	3,27	-/029
124		1736,5	-	-	-	-	-
125		1746,0	2,78	2,69	1,57	3,24	-
126		1746,5	2,79	2,69	1,32	3,58	-
127		1750,0	2,78	2,69	1,46	3,24	-
128		1752,8	2,70	2,61	2,76	3,33	0,32/0,31
129		1754,0	2,71	2,61	2,13	3,69	0,29/0,27
130		1756,3	2,77	2,67	3,56	3,61	-
131		1777,3	2,73	2,59	2,65	5,12	X/X
132		1778,1	2,77	2,58	2,85	6,85	X/X
133		1793,3	2,74	2,63	1,93	4,18	1,5/X
134		1794,6	2,72	2,59	0,69	4,78	X/X
135		1820,4	2,72	2,62	1,84	3,67	X/X
136		1822,7	2,74	2,66	1,53	2,19	X/X
137		1825,2	2,72	2,63	1,16	3,31	X/X
138		1838,5	2,69	2,64	1,33	1,86	1,08/1,31
139		1840,5	2,70	2,63	1,49	2,59	1,31/1,20
140		1843,7	2,71	2,63	1,40	2,95	1,80/1,70
141		1845,4	2,71	2,64	1,65	2,58	1,55/1,34
142		1848,0	2,74	2,68	1,39	2,18	1,70/1,50
143		1852,5	2,73	2,62	2,11	4,02	0,46/0,47
144		1855,4	2,69	2,64	1,49	1,86	0,38/0,32
145		1857,5	2,70	2,63	1,41	2,59	0,24/0,48
146		1858,6	2,69	2,64	1,29	1,85	0,42/0,28
147		1862,6	2,72	2,64	1,43	2,94	0,18/0,19
148		1888,2	2,72	2,49	2,48	8,82	X/X
149		1890,3	2,72	2,52	1,61	7,35	X/X
150		1892,1	2,70	2,48	2,43	8,14	X/X
151		1894,4	2,71	2,52	3,60	7,01	X/X
152		1895,1	2,71	2,42	3,75	10,70	X/X
153		1897,1	2,73	2,43	2,43	10,98	X/X
154		1899,4	2,70	2,48	3,51	8,14	X/X
155		1901,0	2,72	2,55	3,22	8,45	X/X
156		1903,1	2,72	2,59	1,90	4,78	X/X
157	1920,1	2,70	2,48	1,04	8,15	X/X	
158	1922,4	2,70	2,49	2,67	7,77	X/X	
159	1924,2	2,71	2,47	1,21	8,85	X/X	
160	1926,0	2,71	2,49	1,23	8,12		
161	1948,4	2,72	2,57	2,74	5,15	0,12/X	
162	1963,1	2,70	2,54	4,47	5,97	X/X	
163	1965,0	2,71	2,56	2,74	5,53	X/X	
164	1967,1	2,70	2,50	3,79	7,40	X/X	

Lp.	Wiek	Głębokość (m)	Gęstość właściwa (g/cm ³)	Gęstość objętościowa (g/cm ³)	Porowatość efektywna (%)	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)
165	piaskowiec pstry	1970,1	2,72	2,52	3,50	7,35	0,23/X
166		1971,8	2,74	2,58	2,71	5,84	X/X
167		1973,9	2,73	2,52	4,50	7,69	X/X
168		1975,5	2,72	2,48	3,12	8,82	X/0,13
169		2001,9	2,68	2,48	5,44	7,46	X/X
170		2005,0	2,66	2,47	3,96	7,14	X/X
171		2007,1	2,67	2,50	3,52	6,37	X/X
172		2032,7	2,69	2,48	4,47	7,81	X/X
173		2035,1	2,72	2,56	3,57	5,88	X/X
174		2038,1	2,69	2,45	4,94	7,06	X/X
175		2069,4	2,68	2,49	4,46	7,09	X/X
176		2071,1	2,69	2,53	3,95	5,95	X/X
177		2074,1	2,70	2,50	4,00	7,40	X/X
178		2077,4	2,67	2,50	4,43	6,37	X/X
179		2095,4	2,71	2,54	4,17	5,90	X/X
180		2097,5	2,69	2,49	5,60	7,43	X/X
181		2100,5	2,68	2,44	6,19	8,96	X/X
182		2120,1	2,68	2,43	7,23	9,33	X/X
183		2124,4	2,70	2,49	5,92	7,77	X/X
184		2126,1	2,69	2,44	6,09	9,29	0,14/4,6
185		2143,1	2,70	2,45	7,30	9,26	4,6/4,75
186		2145,4	2,71	2,52	4,63	7,01	4,6/4,3
187		2150,1	2,71	2,51	5,92	7,75	X/X
188		2153,3	2,72	2,53	3,23	6,98	X/X
189		2155,1	2,72	2,51	3,22	7,72	X/X
190		2157,1	2,70	2,50	3,83	7,41	X/X
191		2169,3	2,72	2,51	3,44	7,77	X/X
192		2171,2	2,70	2,53	3,43	6,29	X/X
193		2174,1	2,71	2,53	3,42	6,64	X/X
194		2176,0	2,72	2,50	5,95	8,08	X/X
195		2185,1	2,72	2,60	0,93	4,41	X/X
196		2187,2	2,71	2,55	1,52	5,90	0,15/X
197		2188,8	2,73	2,62	2,15	4,02	X/X
198		2190,2	2,70	2,52	1,24	6,66	X/X
199		2192,1	2,70	2,58	1,32	4,44	X/X
200		2210,6	2,70	2,67	0,49	1,11	X/X
201	2212,1	2,70	2,66	0,47	1,48	X/X	
202	2214,4	2,71	2,67	0,71	1,47	X/X	
203	PERM GÓRNY cechsztyń	2235,9	2,74	2,69	0,64	1,82	X/X
204		2237,9	2,76	2,72	0,40	1,44	X/X
205		2239,0	2,75	2,69	0,55	2,18	X/X
206		2241,8	2,75	2,70	0,40	1,81	X/X

Lp.	Wiek	Głębokość (m)	Gęstość właściwa (g/cm ³)	Gęstość objętościowa (g/cm ³)	Porowatość efektywna (%)	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)
207	cechsztyn	2243,0	2,76	2,73	0,40	1,08	X/X
208		2245,3	2,80	2,72	0,29	2,85	X/X
209		2246,6	2,76	2,70	0,52	2,17	X/X
210		2247,1	2,73	2,68	0,48	1,46	X/X
211		2249,7	2,71	2,68	0,72	1,10	X/X
212		2252,0	2,71	2,69	0,46	0,73	X/X
213		2254,0	2,75	2,71	0,44	1,45	X/X
214		2256,5	2,74	2,69	0,76	1,82	X/X
215		2259,4	2,75	2,72	0,24	1,09	X/X
216		2261,6	2,76	2,72	0,20	1,45	X/X
217		2263,5	2,74	2,71	0,36	1,09	X/X
218		2265,5	2,77	2,72	0,16	1,80	X/X
219		2286,5	2,72	2,66	0,45	2,20	X/X
220		2288,6	2,72	2,67	0,74	1,83	X/X
221		2290,7	2,71	2,66	0,39	1,84	X/X
222		2292,8	2,71	2,67	0,61	1,47	X/X
223		2294,3	2,70	2,66	0,26	1,48	X/X
224		2309,5	2,71	2,65	1,04	2,21	X/X
225		2312,3	2,69	2,65	0,61	1,48	X/X
226		2333,8	2,72	2,64	1,33	2,94	-
227		2335,9	2,93	2,91	0,20	0,68	X/X
228		2361,5	2,67	2,41	4,72	9,73	-
229		2364,0	2,68	2,46	0,70	8,20	X/X
230		2365,6	2,78	2,69	0,59	3,23	X/X
231		2368,7	2,76	2,45	9,23	11,23	X/X
232		2371,6	2,71	2,62	0,30	3,32	-
233		2374,3	2,69	2,43	3,18	9,66	-
234		2377,2	2,70	2,48	2,16	8,14	X/X
235		2380,5	2,72	2,44	10,07	10,29	-
236		2382,1	2,67	2,52	3,31	4,96	-
237		2384,5	2,66	2,37	5,10	10,90	X/X
238		2539,1	2,96	2,89	1,33	2,36	X/X
239	2552,1	2,98	2,92	0,93	1,01	X/X	
240	2555,2	2,97	2,89	1,44	2,69	X/X	
241	2558,1	2,96	2,88	1,05	2,70	X/X	
242	2560,0	2,98	2,92	0,66	2,01	X/X	
243	2586,8	2,98	2,91	1,06	2,34	X/X	
244	2588,1	2,98	2,92	0,41	2,01	X/X	
245	2590,0	2,96	2,91	0,80	1,68	X/X	
246	2593,8	2,97	2,91	0,81	2,02	X/X	
247	2613,5	2,93	2,85	2,26	2,73	X/X	
248	2618,6	2,83	2,51	7,98	11,31	4,7/X	

Lp.	Wiek	Głębokość (m)	Gęstość właściwa (g/cm ³)	Gęstość objętościowa (g/cm ³)	Porowatość efektywna (%)	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)
249	cechsztyn	2620,5	2,82	2,53	5,39	10,28	35,0/2,3
250		2623,5	2,84	2,75	2,36	3,17	X/X
251		2625,8	2,86	2,74	2,02	4,19	X/X
252		2627,4	2,85	2,77	2,34	2,81	X/X
253		2629,5	2,86	2,70	5,09	5,59	X/X
254		2632,4	2,84	2,72	3,95	4,23	X/X
255		2636,4	2,86	2,79	1,68	2,44	X/X
256		2637,5	2,85	2,65	5,65	7,01	12 -niez- mierzalna, szczelina
257		2642,4	2,84	2,76	2,01	2,81	X/X
258		2642,5	2,83	2,78	1,12	1,77	X/X
259		2645,4	2,85	2,77	1,18	2,81	X/X
260		2647,3	2,85	2,79	0,62	2,10	X/X
261		2650,0	2,84	2,70	2,16	4,92	X/X
262		2654,2	2,87	2,84	0,38	1,04	X/X
263		2703,5	2,96	2,92	0,60	1,35	X/X
264		2778,6	2,94	2,89	0,27	1,70	X/X
265		2780,6	2,92	2,85	0,60	2,39	X/X
266		2808,1	2,98	2,95	0,31	1,00	X/X
267		2811,1	2,98	2,95	0,25	1,00	X/X
268		2814,0	2,96	2,92	0,74	1,35	X/X
269		2826,9	2,96	2,92	0,75	1,35	X/X
270		2828,8	2,91	2,84	1,51	2,41	X/X
271		2832,1	2,97	2,94	0,45	1,01	X/X
272		2844,6	2,95	2,91	0,6	1,35	X/X
273		2845,7	2,96	2,93	0,77	1,01	X/X
274		2847,8	2,98	2,92	1,04	2,01	X/X
275		2850,0	2,97	2,94	0,61	1,02	X/X
276		2851,0	2,96	2,93	0,62	1,01	X/X
277	2853,1	2,95	2,92	0,44	1,03	X/X	
278	2855,5	2,94	2,92	0,29	0,68	X/X	
279	2857,3	2,97	2,94	0,62	1,02	X/X	
280	2861,0	2,97	2,93	0,61	1,35	X/X	
281	2863,0	2,97	2,93	0,59	1,35	X/X	
282	2865,0	2,96	2,92	0,73	1,35	X/X	
283	2868,0	2,94	2,91	0,61	1,02	X/X	
284	2870,0	2,97	2,93	0,61	1,35	X/X	
285	2872,0	2,98	2,94	0,61	1,34	X/X	
286	2874,5	2,96	2,92	0,44	1,35	X/X	
287	2877,5	2,95	2,92	0,58	1,03	X/X	
288	2879,5	2,95	2,93	0,41	0,68	X/X	

Lp.	Wiek	Głębokość (m)	Gęstość właściwa (g/cm ³)	Gęstość objętościowa (g/cm ³)	Porowatość efektywna (%)	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)
289	cechsztyn	2881,5	2,97	2,93	0,59	1,34	X/X
290		2883,7	2,94	2,91	0,54	1,02	X/X
291		2884,5	2,96	2,94	0,41	0,68	X/X
292		2889,1	2,97	2,92	0,65	1,71	X/X
293		2891,1	2,97	2,92	0,74	1,71	X/X
294		2893,1	2,96	2,91	0,63	1,72	X/X
295		2895,1	2,96	2,92	0,62	1,37	X/X
296		2898,0	2,97	2,95	0,25	0,67	X/X
297		2899,0	2,97	2,95	0,31	0,67	X/X
298		2902,0	2,95	2,92	0,75	1,01	X/X
299		2905,0	2,94	2,91	0,74	1,01	X/X
300		2907,0	2,96	2,92	0,75	1,35	X/X
301		2909,0	2,96	2,93	0,54	1,01	X/X
302		2911,0	2,97	2,94	0,45	1,01	X/X
303		2914,0	2,96	2,95	0,16	0,33	X/X
304		2916,0	2,96	2,95	0,07	0,33	X/X
305		2918,0	2,94	2,92	0,17	0,66	X/X
306		2920,0	2,94	2,92	0,18	0,66	X/X
307		2923,0	2,97	2,95	0,31	0,66	X/X
308		2924,9	2,96	2,95	0,15	0,33	X/X
309		2927,0	2,95	2,92	0,66	1,02	X/X
310		2929,1	2,95	2,91	1,06	1,36	X/X
311		2931,0	2,95	2,92	0,41	1,02	X/X
312		2933,0	2,95	2,91	0,80	1,36	X/X
313		2936,0	2,95	2,91	0,81	1,36	X/X
314		2939,1	2,95	2,92	0,60	1,02	X/X
315		2943,0	2,96	2,94	0,61	1,67	X/X
316		2953,0	2,92	2,88	0,56	1,37	X/X
317		2956,0	2,93	2,88	0,40	1,70	X/X
318		2958,0	2,94	2,90	0,61	1,36	X/X
319		2961,0	2,92	2,87	0,45	1,71	X/X
320		2964,0	2,94	2,90	0,42	1,36	X/X
321	2967,0	2,94	2,90	0,60	1,36	X/X	
322	2972,0	2,85	2,81	0,51	1,40	X/X	
323	2975,0	2,78	2,70	0,50	2,87	X/X	
324	2977,0	2,80	2,76	0,40	1,42	X/X	
325	2982,0	2,82	2,67	0,35	5,30	X/X	
326	KARBON DOLNY	2985,0	2,83	2,76	0,53	5,65	X/X
327		2986,0	2,76	2,69	0,81	2,53	X/X
328		2987,0	2,75	2,69	0,31	2,18	X/X
329		2988,0	2,76	2,72	0,31	1,45	X/X
330		2989,0	2,74	2,69	0,30	1,82	X/X

Lp.	Wiek	Głębokość (m)	Gęstość właściwa (g/cm ³)	Gęstość objętościowa (g/cm ³)	Porowatość efektywna (%)	Porowatość całkowita (%)	Przepuszczalność (mD)
331	KARBON DOLNY	2993,0	2,74	2,70	0,79	1,46	X/X
332		2994,1	2,75	2,69	0,69	2,18	X/X
333		2996,6	2,73	2,67	0,98	2,19	X/X
334		2998,5	2,74	2,70	0,33	1,45	X/X
335		3004,4	2,76	2,71	0,62	1,81	X/X
336		3006,7	2,74	2,68	0,63	2,18	X/X
337		3009,0	2,72	2,68	0,89	2,57	X/X
338		3013,2	2,60	2,49	0,41	4,23	X/X
339		3016,0	2,70	2,65	0,61	1,85	X/X
340		3019,0	2,80	2,77	0,53	1,07	X/X
341		3022,1	2,70	2,67	0,37	1,11	X/X
342		3026,1	2,73	2,68	0,41	1,81	X/X
343		3029,0	2,74	2,68	0,59	2,18	X/X
344		3031,3	2,72	2,67	0,26	1,84	X/X
345		3034,2	2,70	2,65	9,54	1,85	X/X
346		3042,9	2,72	2,66	0,36	2,20	X/X
347		3044,7	2,75	2,72	9,51	1,09	X/X
348		3047,1	2,87	2,82	0,31	1,74	X/X

X — wartość przepuszczalności mniejsza od 0,1 mD

- przepuszczalności nie oznaczono ze względu na brak możliwości wycięcia kształtki; porowatości na skutek rozwarstwiania próbek

0,215/X pierwsza wartość oznacza przepuszczalność równoległą, druga prostopadłą do uławicenia

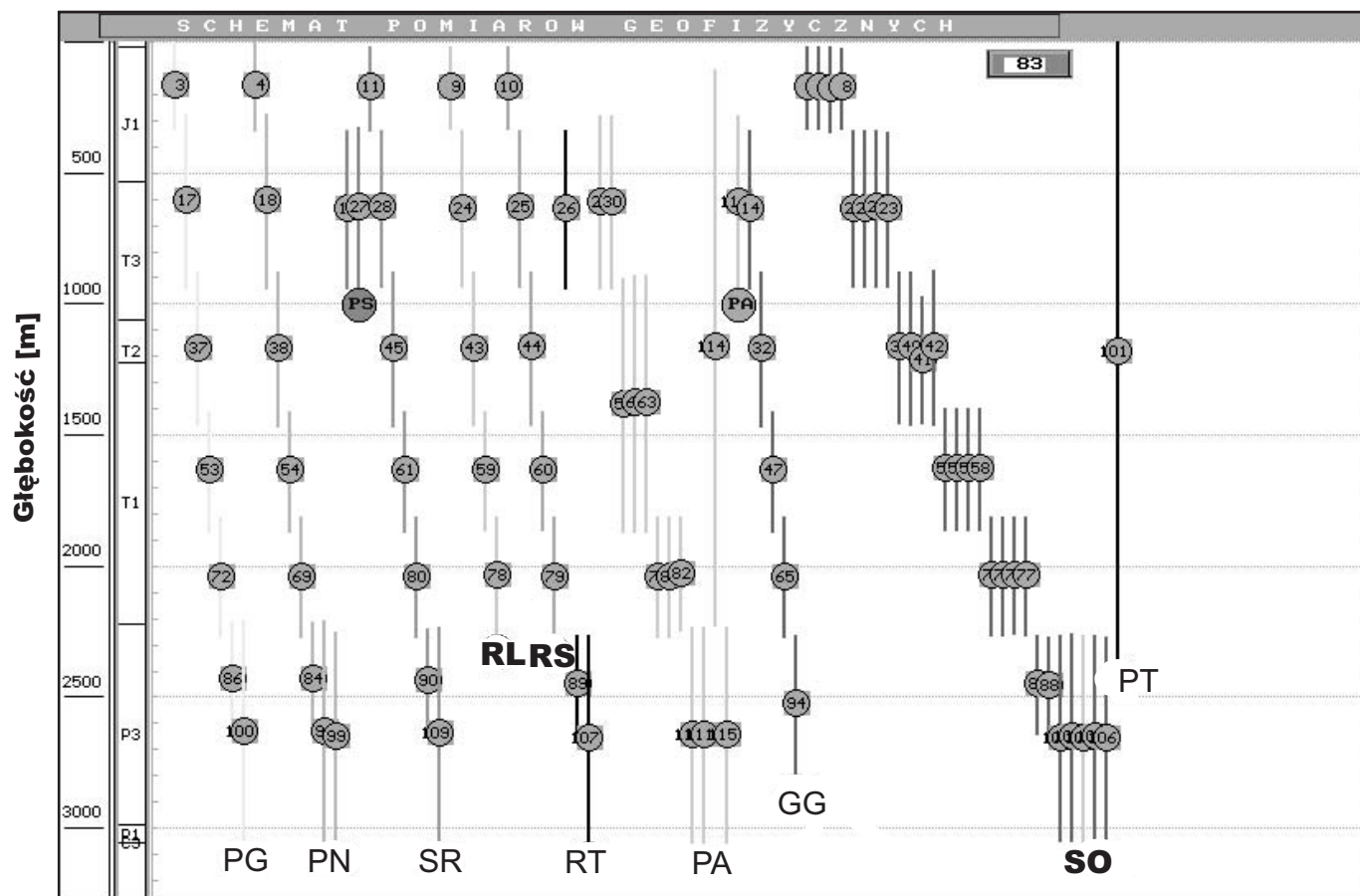
* próbki podczas nasycenia do porowatości rozwarstwiają się i powstają szczeliny; porowatość niemiarodajna

Tabela 6

Zestawienie wyników opróbowania otworu Opoczno PIG'2

Lp.	Stratygrafia Litologia	Głębokość badanego poziomu m p.p.t.	Metoda badania	a) Głębokość otworu b) głębokość buta rur m p.p.t.	Data wykonania badania	Rodzaj przyływu	Ciśnienie denne Pd = x10 ³ hPa	Uwagi
1	Perm górny Dolomit	2614–2646	Rurowy próbnik złoża KJJ-2M-146)	2646 2275 średnica 9 i 5/8"	91.07.19-20	brak przyływu	404,5	-
2	Perm + Karbon Piaskowce	2953–2995	Rurowy próbnik złoża KJJ-2M-146)	2995 2275 średnica 9 i 5/8"	91.10.03-04	brak przyływu	213,9	-
3	Karbon Piaskowce	-	Rurowy próbnik złoża KJJ-2M-146)	3055 2275 średnica 9 i 5/8"	91.10.25-28	-		Badanie nieudane. Próbnik przechwytywany w gł. 2552 m. Mimo kilkakrotnych prób nie schodzi do spodu. Ponowne próby po przeobrażeniu otworu bez rezultatu. Próbnik nie schodzi poniżej 2485 m.

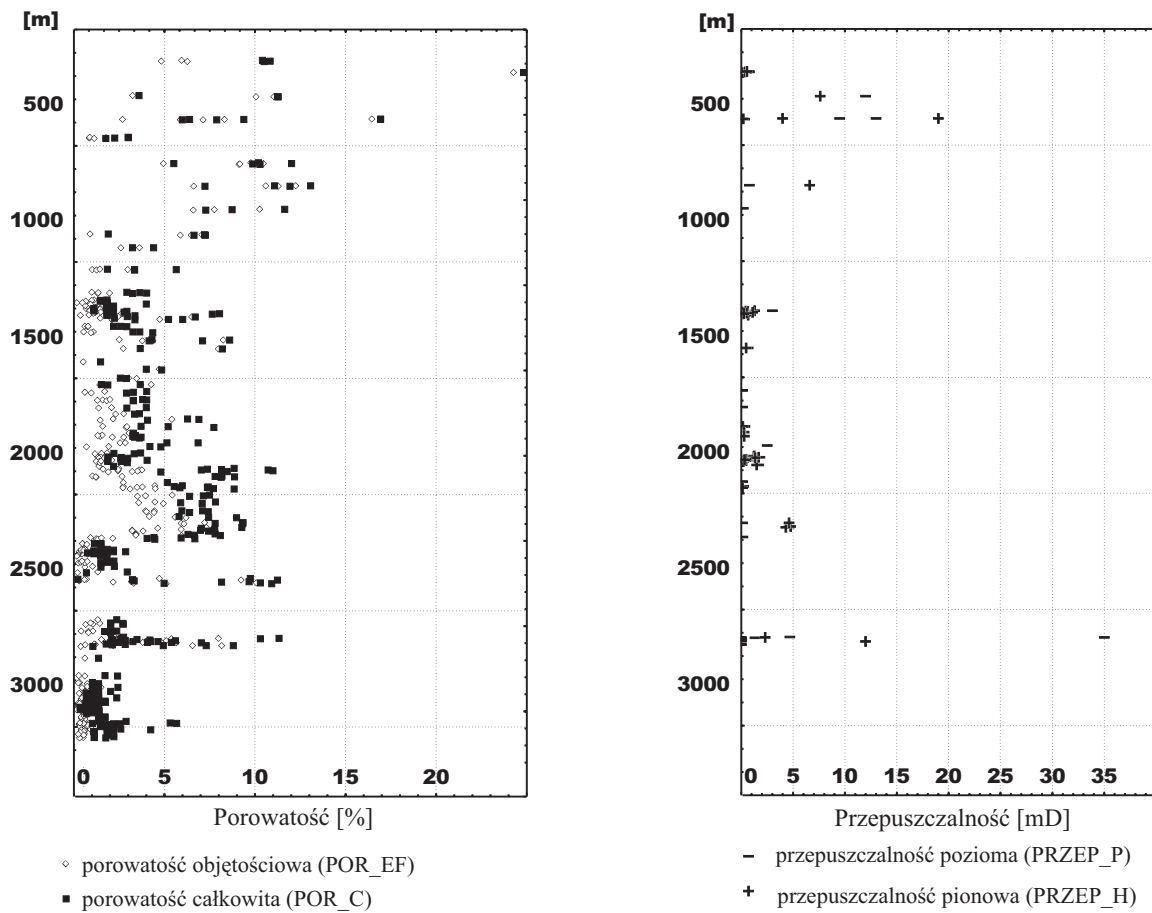
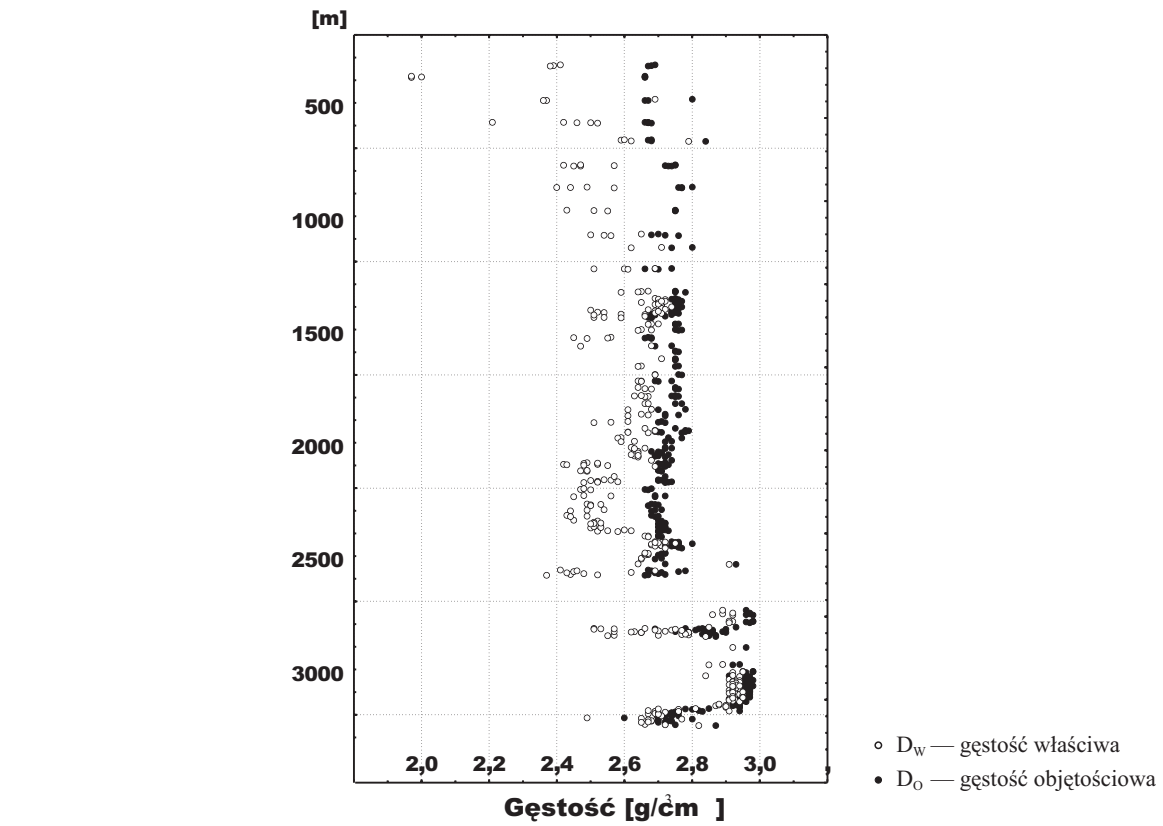
Typy badań geofizycznych wykonanych w otworze Opczno PIG 2



Oznaczenia skrótów typów profilowań geofizycznych

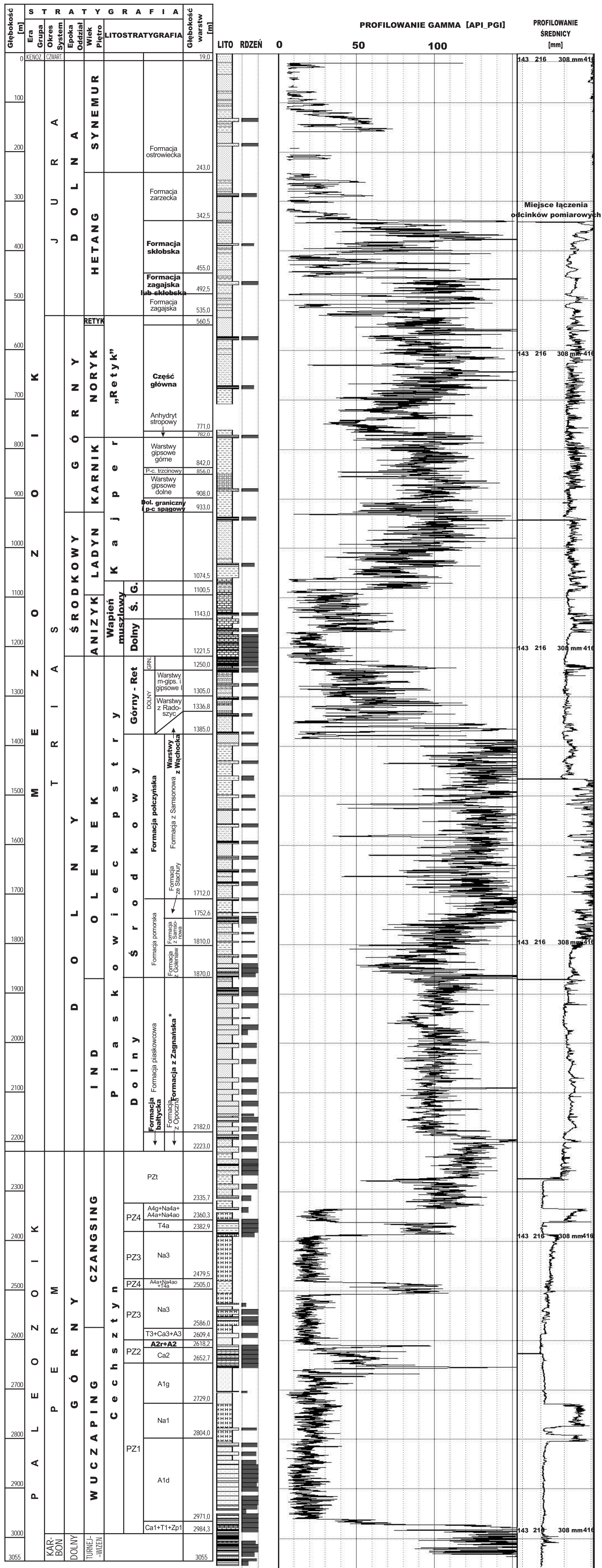
- PG** — profilowanie naturalnego promieniowania gamma
- PN** — profilowanie neutronowe
- PS** — profilowanie potencjałów samoistnych
- SR** — profilowanie średnicy otworu
- RL** — profilowanie oporności długą sondą gradientową
- RS** — profilowanie oporności krótką sondą potencjałową
- RT** — profilowanie oporności polem sterowanym
- GG** — profilowanie gęstości typu gamma-gamma
- PA** — profilowanie akustyczne
- SO** — profilowania (sondowania) oporności
- PT** — profilowanie temperatury

Wyniki badań laboratoryjnych



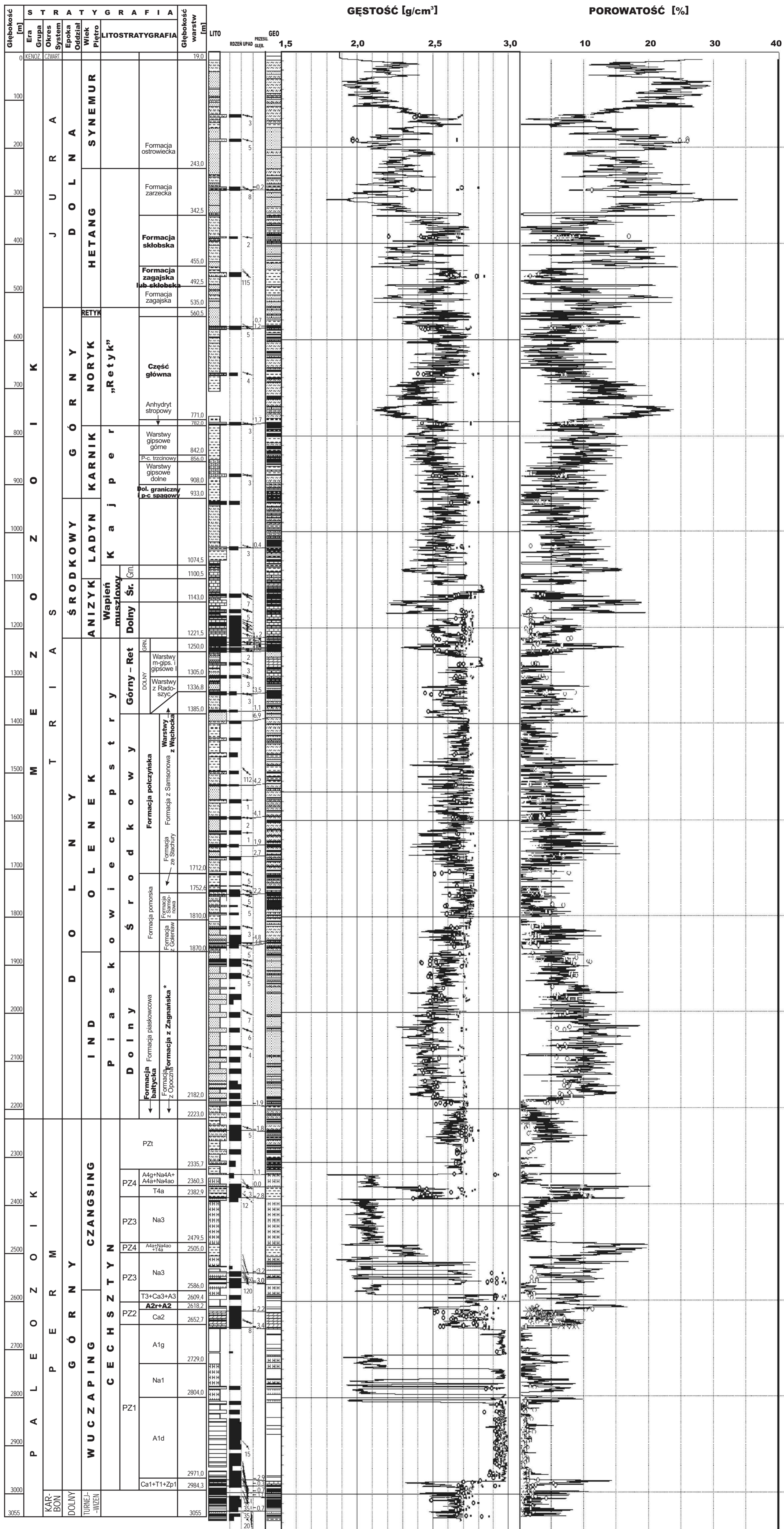
PROFIL OTWORU WIERTNICZEGO OPCZNO PIG 2

Załącznik 3



* nieformalne jednostki wyróżnione w Górach Świętokrzyskich

LITO — profil litologiczny



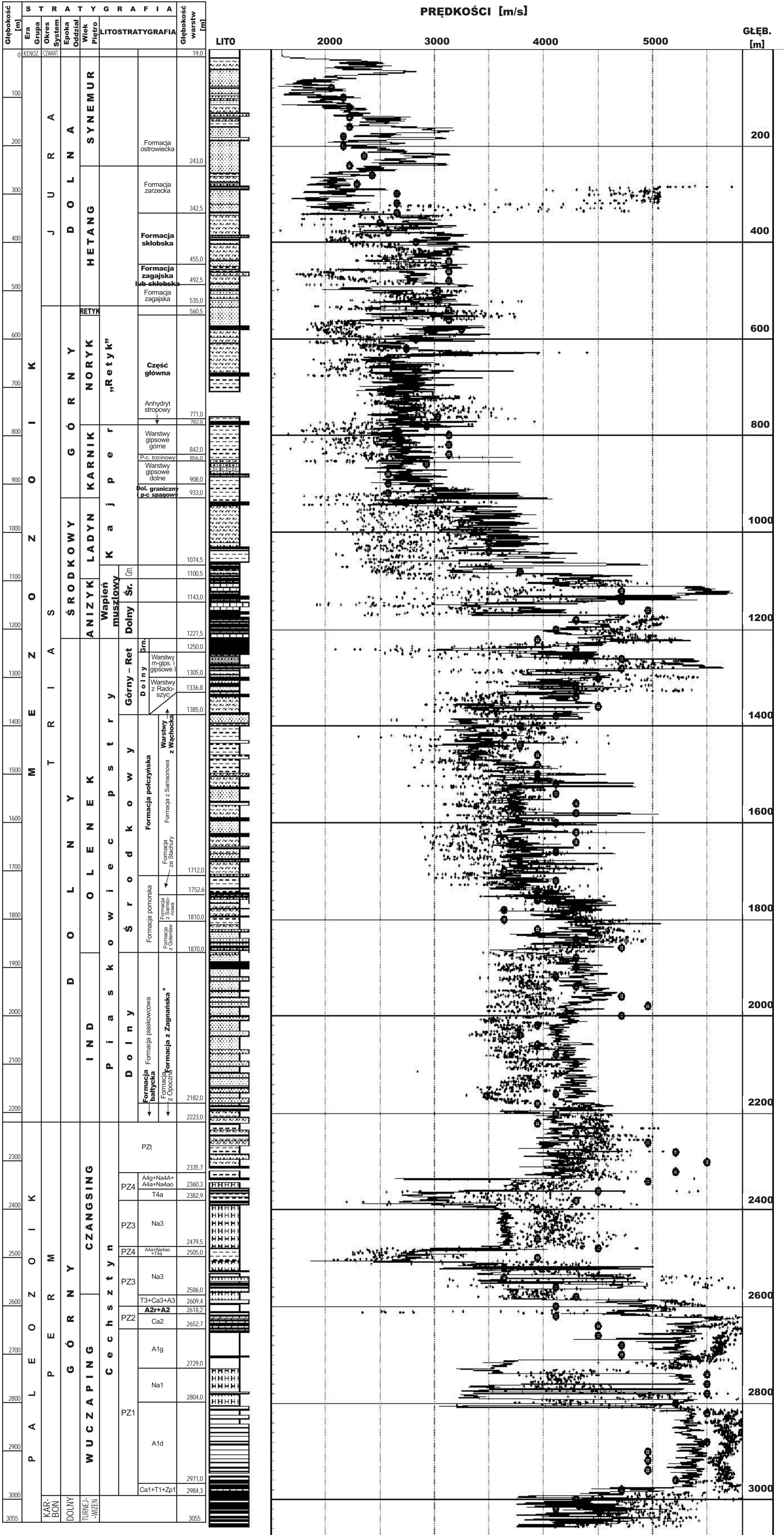
LITO — profil litologiczny
GEO — profil geofizyczny

kółko — gęstość objętościowa
krzyżyk — gęstość właściwa

kółko — porowatość objętościowa
krzyżyk — całkowita właściwa

* nieformalne jednostki wyróżnione w Górach Świętokrzyskich

PROFIL OTWORU WIERTNICZEGO OPCZNO PIG 2

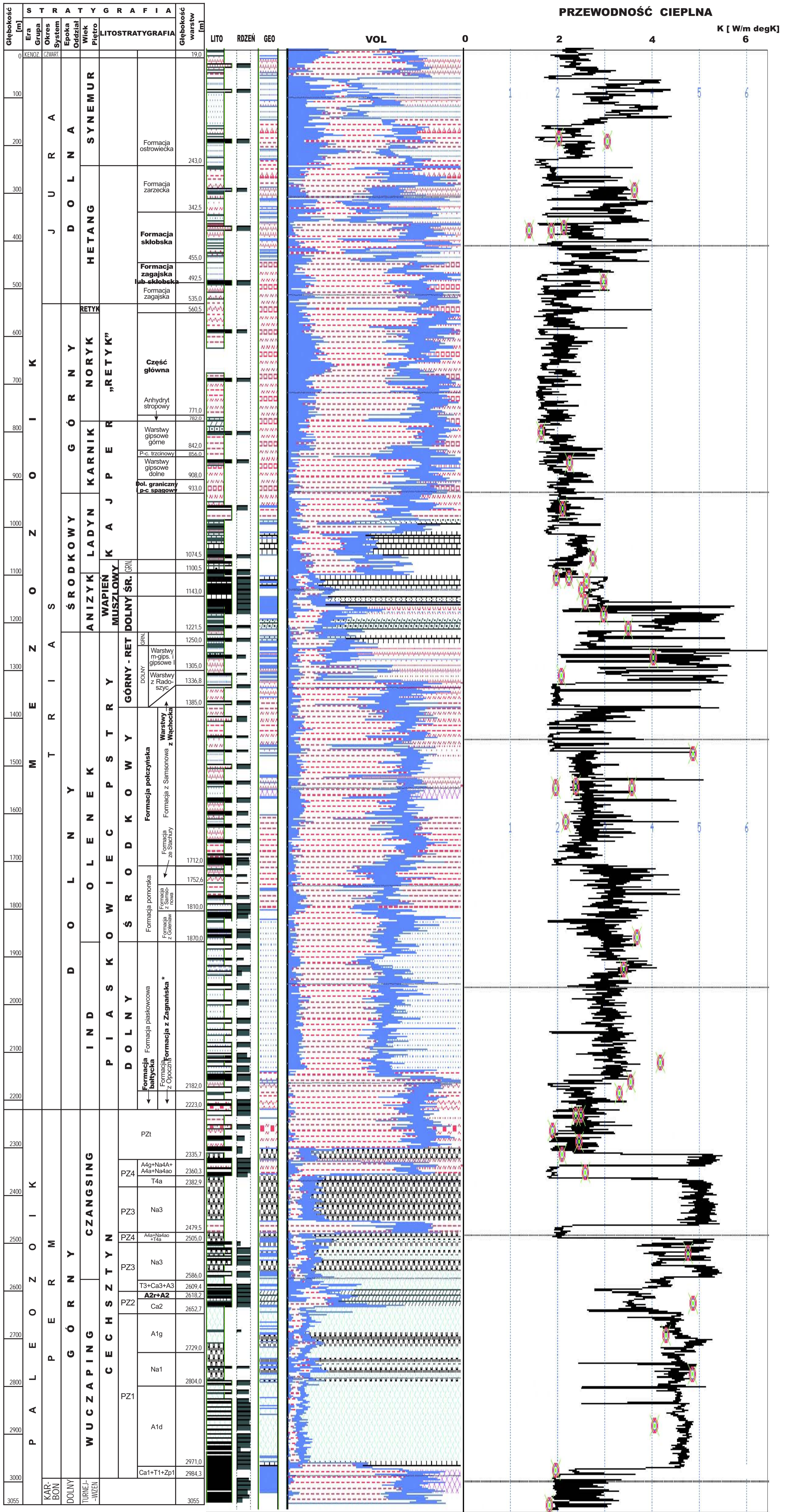


* nieformalne jednostki wyróżnione w Górach Świętokrzyskich

DT — bezpośrednie pomiary akustyczne (kropki)

DTS — syntetyczne profilowanie akustyczne (linia ciągła)

Dt_VSP — sejsmiczne prędkości pseudoakustyczne (duże kropki)



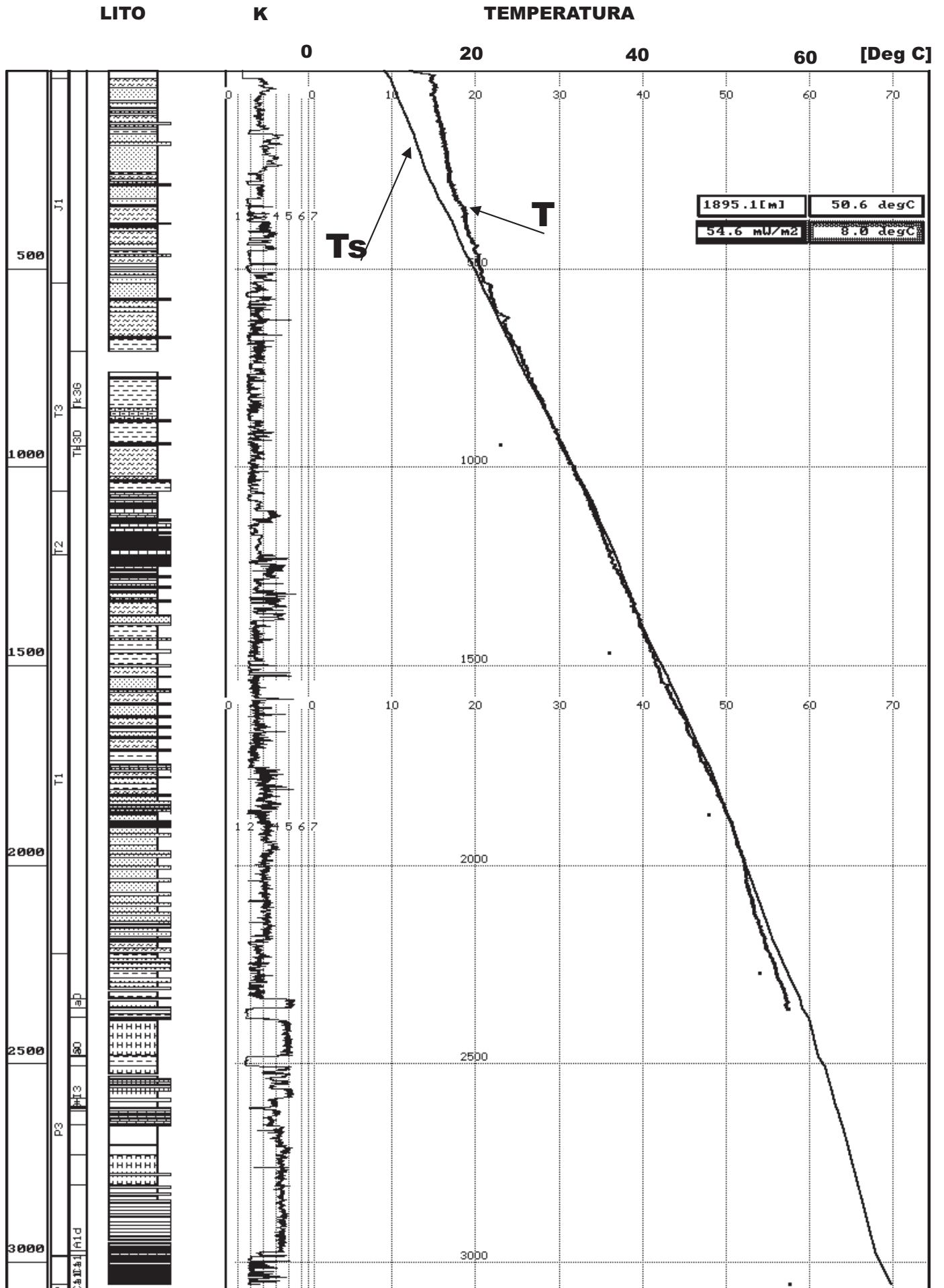
* nieformalne jednostki wyróżnione w Górach Świętokrzyskich

VOL — litologiczno-objętościowy model profilu otworu

Przewodność cieplna określona laboratoryjnie (kółka)

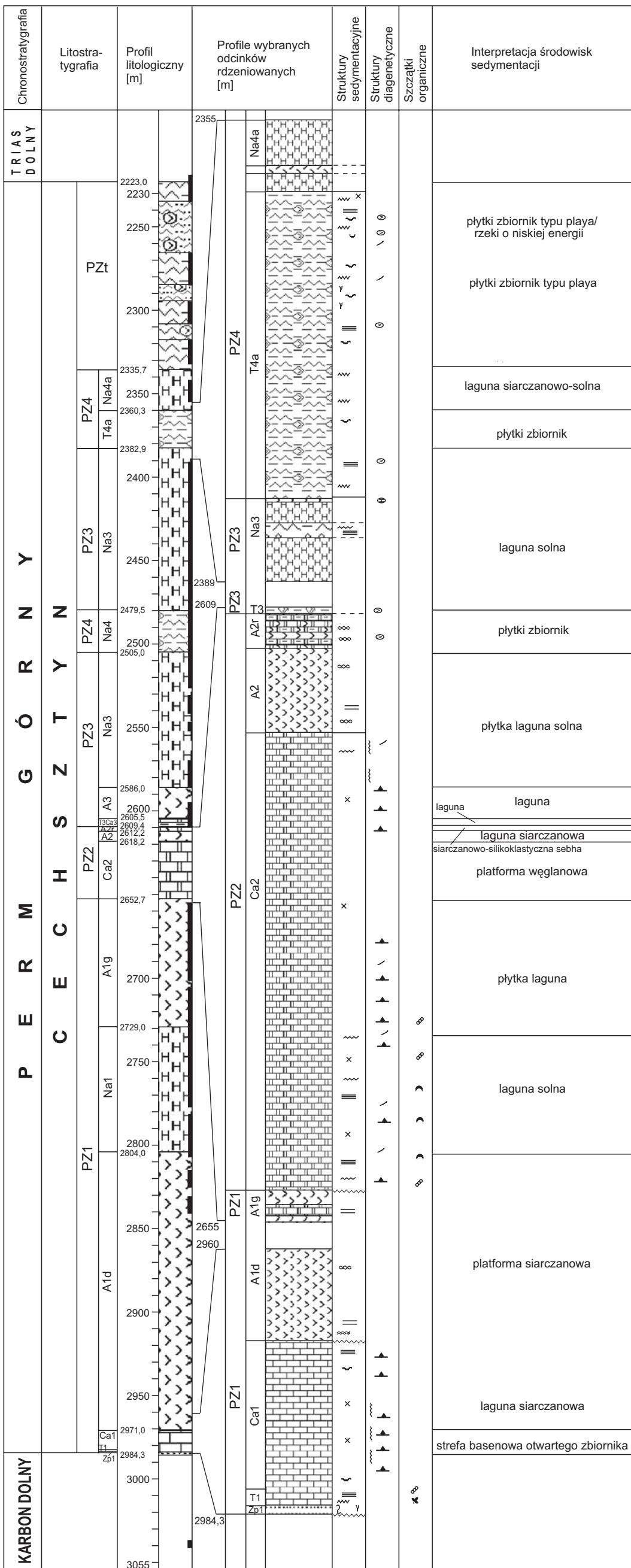
Przewodność cieplna określona na podstawie interpretacji geofizycznych (linia ciągła)

Profil temperatury



- LITO** — profil litologiczny
- K** — przewodność cieplna
- T** — bezpośredni pomiar temperatury
- Ts** — synteryczne profilowanie temperatury

Fig. 3. Profil osadów permu górnego w otworze Opoczno PIG 2



Litologia

- zlepienie
- piaskowce
- mulowce
- iłowce
- wapień
- dolomity
- anhydryty
- sole

Struktury sedimentacyjne

- warstwowanie poziome centymetrowe
- warstwowanie poziome milimetrowe
- przekątne małej skali
- faliste
- smużyste
- gruzłowe
- biolaminaria

inne struktury

- brak widocznych struktur
- rozmycia
- intraklasty
- bioturbacje

kontakty warstw

- ostry
- przejściowy
- erozyjny

szczałki organiczne

- mikrofauna
- makrofauna
- flora

Struktury diagenetyczne

- konkrecje solne
- konkrecje siarczanowe
- żyłki siarczanowe
- żyłki soli kamiennej
- stylolity
- spęknięcia
- odcinki nierdzieniwane