



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY –  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY  
Oddział Górnośląski im. St. Doktorowicza-Hrebnickiego

## PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH NA WYKONANIE OTWORU BADAWCZEGO BIBIELA PIG-1

Miejscowość: WOŹNIKI  
Gmina: WOŹNIKI  
Powiat: LUBLINIECKI  
Województwo: ŚLĄSKIE

dla potrzeb przedsięwzięcia z dziedziny geologii pod tytułem:

„Program wierceń badawczych państwowej służby geologicznej PIG-PIB –  
Wiertnicze zbadanie nierozpoznanych profili prekambriu i dolnego paleozoiku  
w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego i ich potencjału złożowego.  
Etap I – otwór badawczy Bibiela PIG-1”

OPRACOWAŁ ZESPÓŁ POD  
KIEROWNICTWEM:

.....  
mgr Ryszard Habryn  
(nr upr. geol. II-1268)

DYREKTOR ODDZIAŁU GÓRNOŚLĄSKIEGO  
PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU GEOLOGICZNEGO  
PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU BADAWCZEGO:

.....  
dr inż. Michał Krobicki

PROJEKT DO ZATWIERDZENIA  
PRZEDKŁADA:



MINISTERSTWO  
ŚRODOWISKA



Wykonano na zamówienie  
Ministra Środowiska  
za środki finansowe wypłacone przez  
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Sosnowiec, październik 2013 r.

### **Zespół wykonawców:**

Dr inż. Zbigniew Buła<sup>1</sup>, nr upr. II-1239

Mgr Ryszard Habryn<sup>1</sup>, nr upr. II-1268

Mgr Anna Chmura<sup>1</sup>, nr upr. V-1266

Mgr inż. Teresa Adamczak-Biały<sup>2</sup>, nr upr. IX-0394

Dr hab. prof. nadzw. PIG-PIB Jacek Grabowski<sup>1</sup>

Dr Monika Jachowicz-Zdanowska<sup>1</sup>

Dr inż. Paweł Kosakowski<sup>3</sup>

Dr Marta Kuberska<sup>2</sup>

Dr Krzysztof Lason<sup>1</sup>

Dr inż. Marek Markowiak<sup>1</sup>, nr upr. II-1269

Prof. dr hab. Jerzy Nawrocki<sup>2</sup>

Dr Magdalena Pańczyk<sup>2</sup>

Mgr Andrzej Piotrowski<sup>1</sup>

Mgr Rafał Sikora<sup>1</sup>, nr upr. VIII-0176

Dr hab. prof. nadzw. PIG-PIB Magdalena Sikorska-Jaworowska<sup>2</sup>

St. tech. Danuta Sikorska<sup>1</sup>

Mgr Paweł Woźniak<sup>1</sup>

Dr inż. Albin Zdanowski<sup>1</sup>, nr upr. 020823

Prof. dr hab. Jerzy Żaba<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy; Sosnowiec, ul. Królowej Jadwigi 1.

<sup>2</sup> Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy; Warszawa, ul. Rakowiecka 4.

<sup>3</sup> Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska; Kraków, Aleje Mickiewicza 30.

<sup>4</sup> Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi; Sosnowiec, ul. Będzińska 60.

## **SPIS TRESCI**

<b>A. CZĘŚĆ OGÓLNA .....</b>	<b>4</b>
<b>1. WSTĘP .....</b>	<b>4</b>
1.1. Podstawa prawna opracowania projektu .....	5
1.2. Określenie zadania geologicznego i jego celów .....	6
<b>2. LOKALIZACJA I CHARAKTERYSTYKA REJONU PROJEKTOWANYCH         ROBÓT GEOLOGICZNYCH.....</b>	<b>20</b>
2.1. Położenie administracyjne i geograficzne .....	21
2.2. Morfologia i hydrografia .....	21
2.3. Zagospodarowanie terenu (z uwzględnieniem obiektów i obszarów chronionych) .....	22
<b>3. OMÓWIENIE WYNIKÓW WCZEŚNIEJ PRZEPROWADZONYCH ROBÓT         GEOLOGICZNYCH, BADAŃ GEOFIZYCZNYCH I         HYDROGEOLOGICZNYCH W REJONIE PROJEKTOWANEGO OTWORU</b>	<b>23</b>
3.1. Wyniki wcześniej wykonanych wierceń .....	23
3.2. Stan badań geofizycznych.....	24
3.3. Wyniki przeprowadzonych badań hydrogeologicznych.....	26
<b>4. BUDOWA GEOLOGICZNA W REJONIE PROJEKTOWANEGO OTWORU...</b>	<b>28</b>
4.1. Pozycja tektoniczna utworów mezozoicznych i paleozoicznych w rejonie projektowanych badań .....	28
4.2. Stratygrafia i litologia .....	30
4.3. Tektonika .....	40
4.4. Warunki hydrogeologiczne.....	44
<b>B. CZĘŚĆ SZCZEGÓŁOWA .....</b>	<b>49</b>
<b>5. LOKALIZACJA ORAZ PROFIL PRZYPUSZCZALNY PROJEKTOWANEGO         OTWORU .....</b>	<b>49</b>
<b>6. MOŻLIWOŚĆ OSIĄGNIĘCIA CELU ROBÓT GEOLOGICZNYCH .....</b>	<b>51</b>
6.1. Uzasadnienie lokalizacji i rodzaju projektowanego otworu .....	51
6.2. Przewidywana konstrukcja projektowanego otworu .....	54
6.3. Informacje dotyczące zamykania poziomów wodonośnych .....	55
6.4. Sposób i termin likwidacji otworu.....	56
6.5. Prace geodezyjne .....	57
6.6. Dozór geologiczny, obserwacje i badania podczas wiercenia otworu .....	57
6.7. Badania i opróbowanie rdzenia wiertniczego .....	64
<b>7. PRZEDSIĘWZIĘCIA KONIECZNE ZE WZGLĘDU NA OCHRONĘ         ŚRODOWISKA .....</b>	<b>82</b>
<b>8. OCENA BEZPIECZEŃSTWA POWSZECHNEGO I BEZPIECZEŃSTWA         PRACY .....</b>	<b>88</b>
<b>9. OKREŚLENIE PRÓBEK GEOLOGICZNYCH PODLEGAJĄCYCH         PRZEKAZANIU ORGANOWI ADMINISTRACJI GEOLOGICZNEJ.....</b>	<b>89</b>

<b>10. HARMONOGRAM PROJEKTOWANYCH PRAC I ROBÓT GEOLOGICZNYCH .....</b>	<b>89</b>
<b>11. OKRESLENIE RODZAJU DOKUMENTACJI WYNIKÓW ROBÓT GEOLOGICZNYCH .....</b>	<b>92</b>
<b>12. WNIOSKI I ZALECENIA .....</b>	<b>92</b>
<b>13. SPIS LITERATURY I OPRACOWAŃ ARCHIWALNYCH .....</b>	<b>94</b>

### **Spis figur zamieszczonych w tekście**

- Fig.1. Mapa geologiczna odkryta po karbon (według: Buła, Habryn (red.) 2008; obszar GZW - Jureczka i in. 2005)
- Fig.2. Mapa strukturalna stropu dolnego paleozoiku i prekambriu (według: Buła, Habryn (red.) 2008; uzupełniona).
- Fig.3. Mapa geologiczna odkryta po prekambriu (według: Buła, Żaba 2005; Buła, Habryn (red.) 2008; zmodyfikowana).
- Fig.4. Mapa geologiczna odkryta po dolny paleozoik (według: Buła, Żaba 2005; Buła, Habryn (red.) 2008; zmodyfikowana).
- Fig.5. Schemat korelacyjny profili dolnego paleozoiku wschodniej części bloku górnośląskiego i południowo-zachodniej części bloku małopolskiego (według: Buła 2000; Buła, Żaba 2005)
- Fig.6. Przekrój geologiczny I—I Sosnowiec – Starcza (według: Buła 2000)
- Fig.7. Pozycja rejonu projektowanego otworu Bibiela PIG-1 na tle jednostek hydrogeologicznych (według: Paczyńskiego (red.) 1995; z uzupełnieniami A.Chmury)

### **Spis załączników tekstowych**

- Załącznik I. Mapa ewidencyjna. Skala 1 : 5 000
- Załącznik II. Wypis z rejestru gruntów.
- Załącznik III. Zezwolenie Dyrektora Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Katowicach na zawarcie umowy pomiędzy Nadleśnictwem Świerklaniec a Państwowym Instytutem Geologicznym – Państwowym Instytutem Badawczym na udostępnienie gruntów leśnych, obr. leśny Brynica, Oddz. 120a dla wykonania otworu badawczego Bibiela PIG-1 (pismo z dn. 2013-09-12; znak ZS-S-2126/480/2013).
- Załącznik IV. Umowa najmu gruntu położonego w pododdziale 120a leśnictwa Cynków; obr. leśny Brynica, stanowiącego część działki ewidencyjnej 98/47; obr. ewidencyjny Woźniki celem wykonania otworu badawczego Bibiela PIG-1 zawarta pomiędzy Skarbem Państwa Państwowym Gospodarstwem Leśnym Lasy Państwowe Nadleśnictwem Świerklaniec a Państwowym Instytutem Geologicznym – Państwowym Instytutem Badawczym (umowa z dnia 2013-10-22; znak ZG-2110/33/2013).

## **Spis załączników**

### Załącznik 1-12 – Załączniki graficzne

- Załącznik 1. Szkic sytuacyjny projektowanego otworu Bibiela PIG-1 (skala 1 : 100 000).
- Załącznik 1a. Lokalizacja projektowanego otworu Bibiela PIG-1 na mapie topograficznej z uwzględnieniem podziału administracyjnego (skala 1 : 50 000).
- Załącznik 2. Lokalizacja projektowanego otworu badawczego Bibiela PIG-1 na tle Mapy geośrodowiskowej Polski (skala 1 : 50 000).
- Załącznik 3. Mapa lokalizacji wierceń wykonanych w rejonie projektowanego otworu Bibiela PIG-1 (skala 1 : 50 000).
- Załącznik 4a. Lokalizacja projektowanego otworu badawczego Bibiela PIG-1 na tle mapy anomalii Bouguera (według: Królikowski, Petecki 2004).
- Załącznik 4b. Lokalizacja projektowanego otworu badawczego Bibiela PIG-1 na tle mapy anomalii magnetycznych dT (według: Królikowski, Petecki 2004).
- Załącznik 5. Mapa geologiczna bez utworów czwartorzędowych w rejonie projektowanego otworu Bibiela PIG-1 (skala 1 : 50 000).
- Załącznik 6. Mapa strukturalna stropu utworów węglanowych triasu w rejonie projektowanego otworu Bibiela PIG-1 (skala 1 : 50 000).
- Załącznik 7. Mapa geologiczna odkryta po karbon w rejonie projektowanego otworu Bibiela PIG-1 (skala 1 : 50 000).
- Załącznik 8a. Przekrój geologiczny A—B (skala 1 : 50 000).
- Załącznik 8b. Przekrój geologiczny C—D (skala 1 : 50 000).
- Załącznik 9a. Mapa zasięgu występowania, głębokości i hydroizohips pietra czwartorzędowego (skala 1 : 50 000).
- Załącznik 9b. Mapa hydrogeologiczna serii węglanowej triasu (skala 1 : 50 000).
- Załącznik 9c. Przekroje hydrogeologiczne (skala 1 : 50 000).
- Załącznik 10. Lokalizacja projektowanego otworu Bibiela PIG-1 na mapie topograficznej z uwzględnieniem podziału administracyjnego (skala 1 : 10 000).
- Załącznik 11. Projekt geologiczno-techniczny otworu Bibiela PIG-1.
- Załącznik 12. Schematyczny profil otworu wiertniczego BM-152.

### Załącznik 13 – Załącznik tabelaryczny

- Tabela 1. Zestawienie otworów wiertniczych zlokalizowanych w rejonie projektowanego otworu „Bibiela PIG-1”
- Tabela 2. Zestawienie otworów hydrogeologicznych zlokalizowanych w rejonie projektowanego otworu „Bibiela PIG-1” (wg Banku HYDRO).

## A. CZĘŚĆ OGÓLNA

### 1. WSTĘP

Niniejszy „Projekt robót geologicznych na wykonanie otworu badawczego Bibiela PIG-1” sporządzono dla potrzeb realizacji przedsięwzięcia z dziedziny geologii (zadania geologicznego) pn . „Program wierceń badawczych państwowej służby geologicznej PIG-PIB – Wiertnicze zbadanie nierozpoznanych profili prekambriu i dolnego paleozoiku w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego i ich potencjału złożowego. Etap I – otwór badawczy Bibiela PIG-1” zleconego przez Ministerstwo Środowiska i finansowanego z NFOŚiGW.

Projektowany otwór badawczy Bibiela PIG-1 jest pierwszym spośród trzech wierceń przewidzianych do realizacji w ramach w/w zadania geologicznego. Następne dwa otwory badawcze – Chrzastowice PIG-1 i Kraków PIG-1 planowane są do wykonania w kolejnych etapach realizacji tego zadania geologicznego.

Celem projektowanego, pełnordzeniowanego otworu badawczego Bibiela PIG-1, o planowanej głębokości 1500 m, jest przede wszystkim:

- zbadanie, nierozpoznanego dotychczas, w obszarze północno-wschodniej części bloku górnośląskiego, odcinka profilu osadów dolnopaleozoicznych występujących między ordowikiem górnym a kambrem dolnym, należących do: ordowiku środkowego, być może ordowiku dolnego?, kambriu górnego? i kambriu środkowego oraz osiągnięcie stropowego odcinka kambriu dolnego o miąższości około 200 m;
- szczegółowe określenie pozycji stratygraficznej osiągniętych wierceniem utworów: triasu, dewonu, ordowiku i kambriu oraz udokumentowanie luk stratygraficznych (sedymentacyjnych, erozyjnych) w ich profilach;
- ustalenie cech rozwoju sedymentacyjno-facjalnego rozpoznanych otworem osadów ordowiku i kambriu;
- określenie cech tektonicznych przewierconych utworów mezozoicznych i paleozoicznych oraz odtworzenie warunków ich deformacji i ewolucji strukturalnej;
- ustalenie warunków hydrodynamicznych i hydrochemicznych poziomów wodonośnych występujących w rozpoznanych otworem kompleksach skalnych;
- przeprowadzenie oceny intensywności mineralizacji kruszczowej w skałach triasu i paleozoiku, określenie jej formy i asocjacji mineralnych oraz cech geochemicznych;

- określenie potencjału węglowodorowego utworów paleozoicznych, w oparciu o wyniki badań geochemicznych materii organicznej;
- określenie genezy i wieku skał magmowych (w przypadku ich stwierdzenia w profilu paleozoiku);
- rozpoznanie parametrów petrofizycznych skał przebitych otworem;
- określenie warunków termicznych w górotworze.

### 1.1. Podstawa prawna opracowania projektu

Przy opracowaniu niniejszego projektu wykorzystano następujące akty prawne:

- Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – *Prawo geologiczne i górnicze* (Dz.U. z 2011 r., Nr 163, poz. 981);
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w *sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonanie wymaga uzyskania koncesji* (Dz.U. Nr 288, poz. 1969);
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w *sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innych dokumentacji geologicznych* (Dz.U. Nr 282, poz. 1656);
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w *sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej* (Dz.U. Nr 282, poz. 1657);
- Ustawa z dnia 3 października 2008 – *O udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko* (Dz.U. Nr 199, poz. 1227 z późn. zm.);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w *sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko* (Dz.U. Nr 213, poz. 1397);
- Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. - *Prawo Wodne* (Dz. U. z 9 lutego 2012 r., poz. 145 w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo Wodne);
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w *sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych* (Dz.U. Nr 143, poz. 896).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w *sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego* (Dz. U. 2006 nr 137, poz. 984) i zmieniające rozporządzenie z dnia 28.01.2009 (Dz.U.09.27.169)

- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – *Prawo ochrony środowiska* (Dz.U. z 2001 r., Nr 62, poz. 627);
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie *dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku* (Dz.U. Nr 120, poz. 826).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r. *zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku* (Dz.U. z 2012 r., poz. 1109)

## 1.2. Określenie zadania geologicznego i jego celów

W wyniku badań geologicznych, przeprowadzonych w ostatnim 20-leciu na rdzeniach i próbkach archiwalnych skał pochodzących z licznych wierceń wykonanych w II połowie XX wieku na Dolnym i Górnym Śląsku i w Małopolsce, zweryfikowano model podpermsko-mezozoicznej budowy geologicznej południowej Polski (na E od Sudetów). Wykazano istnienie tu dwóch regionalnych jednostek tektonicznych – bloku górnośląskiego, który wraz z blokiem Brna położonym na terytorium Czech tworzy większą jednostkę określaną jako złożony terran Brunovistulicum (lub Brunovistulia) oraz bloku małopolskiego – oddzielonych wąską strefą uskokuwą Kraków – Lubliniec, różniących się budową prekambryjskiego fundamentu oraz cechami rozwoju paleogeograficzno-facjalnego i paleotektonicznego osadów paleozoicznych tworzących pokrywy osadowe w ich obszarze (m.in. Buła, Jachowicz 1996; Buła i in. 1997, 2002, 2008; Żaba 1999; Buła, Żaba 2005, 2008; Jachowicz 2005; Jachowicz-Zdanowska 2010, 2013; Buła, Habryn 2008, 2010; Żelaźniewicz i in. 2011).

Dotychczas prezentowane poglądy i interpretacje odnoszące się do wglębnej budowy bloku górnośląskiego są przeważnie niespójne i znacznie się różnią. Wynika to, ze skomplikowanej budowy geologicznej tej jednostki tektonicznej, a przede wszystkim słabego, fragmentarycznego rozpoznania jej fundamentu prekambryjskiego i wczesnopaleozoicznej pokrywy osadowej.

W części północno-zachodniej bloku górnośląskiego, położonej w zasięgu morawsko-śląskiego pasma fałdowo-nasuwczego, podłoże prekambryjskie przykryte jest zdeformowanymi sukcesjami waryscyjskiej przyzmy akrecyjnej o kilkukilometrowej miąższości. W granicach Polski pojawia się ono lokalnie na powierzchni w masywach Strzelina i Jesioników położonych w bezpośrednim sąsiedztwie nasunięcia moldanubskiego (Franke, Żelaźniewicz 2000; Oberc-Dziedzic i in. 2001, 2003). Należy podkreślić, że w tej

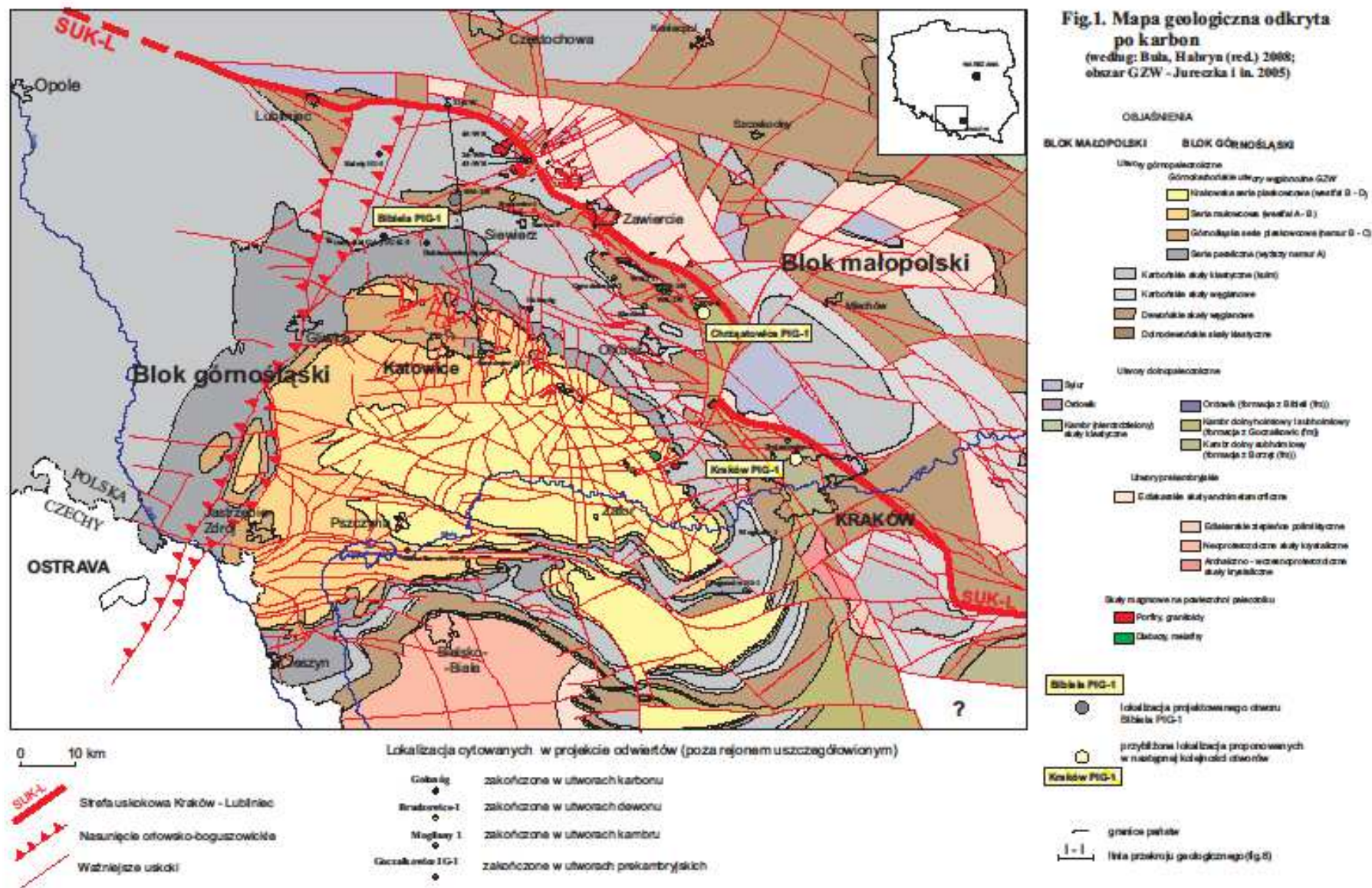


części bloku górnośląskiego zarówno utwory prekambryjskie jak i paleozoiczne uległy silnym przeobrażeniom w wyniku waryscyjskich procesów tektonotermalnych i odtworzenie ich pierwotnych cech – co zwłaszcza dotyczy utworów wczesnopaleozoicznej pokrywy osadowej – jest praktycznie niemożliwe.

W północno-wschodniej części bloku górnośląskiego, położonej w zasięgu zapadliska górnośląskiego i obejmującej obszar między nasunięciem orłowsko-boguszowickim na zachodzie po strefę uskokową Kraków – Lubliniec na północnym wschodzie (Fig.1), licznymi otworami (ponad 6 tys. wierceń) i robotami górniczymi zbadano głównie górną część pokrywy paleozoicznej. Ta część pokrywy paleozoicznej, należąca do waryscyjskiego pokrywowego piętra strukturalnego, reprezentowana jest przez (od dołu) (Fig.1): dolnodewońskie skały klastyczne (old red); środkowo-, górnodewońskie i dolnokarbońskie utwory węglanowe; dolnokarbońskie silikoklastyki typu kulmu oraz górnokarbońskie utwory molasy węglonośnej tworzące Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW). Wymienione powyżej utwory waryscyjskiego pokrywowego piętra strukturalnego charakteryzują się w omawianej części bloku górnośląskiego bardzo silnie zróżnicowaną miąższością, zmieniającą się w przedziale od kilkuset do ponad 6000 m, co wiąże się nie tylko ze zmiennym przestrzennie i warunkowanym tektonicznie tempem ich depozycji na etapie rozwoju basenowego, ale również jest wynikiem pokarbońskich, poinwersyjnych ruchów tektonicznych i związanych z nimi procesów erozyjnych. Dewońsko-karbońskie skały tworzące waryscyjskie pokrywowe piętro strukturalne w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego, a lokalnie również skały starsze – prekambryjskie i dolnopaleozoiczne (Fig.1), przykryte są niezgodnie przez różnowiekowe utwory występujące w formie nieciągłych pokryw, których powstanie wiąże się głównie z alpejskimi procesami sedymentacyjno-diastroficznymi (np. Kotas 1982, 1985; Buła, Kotas 1994; Buła i in. 2002; Buła, Habryn 2008). Są to: wulkaniczno-klastyczne utwory permu wypełniające rów Sławkowa (o miąższości do 600 m); węglanowo-klastyczne utwory triasu i jury tworzące południowo-zachodnią część monokliny Śląsko-Krakowskiej (o miąższości ~300 m); mioceńskie utwory molasowe stanowiące wypełnienie zapadliska przedkarpackiego (o miąższości do ponad 1000 m), na które od południa nasunięte są jednostki fliszowe Karpat zewnętrznych.

Fundament prekambryjski i osady pokrywy wczesnopaleozoicznej w południowo-wschodniej części bloku poznano fragmentarycznie, co wynika nie tylko z braku rozpoznania wiertniczego, ale również ich skomplikowanej struktury. Możliwości osiągnięcia otworami

---



skał dolnopaleozoicznych i prekambryjskich w tej części bloku górnośląskiego są ograniczone, przede wszystkim ze względu na zróżnicowaną i generalnie dużą głębokość ich zalegania pod zróżnicowaną miąższościowo pokrywą utworów dewońsko-karbońskich, permsko-mezozoicznych i kenozoicznych (w tym utworów fliszowych Karpat zewnętrznych).

Powierzchnia stropowa tych utworów charakteryzuje się bardzo dużymi deniwelacjami od +170 m n.p.m. do poniżej –6000 m p.p.m. (Fig.2). Wyraźnie zaznacza się trend jej stopniowego zapadania w kierunku głębokiego obniżenia, którego centrum przypada na okolice Żor – Orzesza. Nierównomierne obniżanie tej powierzchni (do poniżej –6000 m p.p.m.) obserwuje się również w obszarze na południe od Krakowa. Jest to efektem intensywnego zdyslokowania utworów paleozoicznych przez uskoki o dużych amplitudach zrzutu (do ponad 1000 m) i stopniowego ich pograżania pod nasunięte od południa jednostki tektoniczne fliszu Karpat zewnętrznych. Maksymalne podniesienie tej powierzchni obserwuje się w krawędziowej części bloku górnośląskiego bezpośrednio przylegającej do strefy uskokowej Kraków – Lubliniec, gdzie utwory dolnopaleozoiczne odstaniają się lokalnie na powierzchni podmezozoicznej. W strukturze powierzchni stropowej dolnego paleozoiku i prekambriu można tu wyróżnić szereg mniejszych elementów podniesionych lub obniżonych, przemieszczanych uskokami o różnych amplitudach zrzutu. Elementy morfostrukturalne uwidaczniające się na powierzchni stropowej dolnego paleozoiku i prekambriu stanowią odzwierciedlenie struktur tektonicznych (typu antyklin, synklin i zrębów) wyróżnianych w utworach paleozoicznych i prekambryjskich, odstaniających się w omawianej części bloku górnośląskiego na powierzchni podpermisko-mezozoicznej i podkenozoicznej (np. Buła i in. 2008) (Fig.1).

Obecny stan rozpoznania podłoża prekambryjskiego i wczesnopaleozoicznej pokrywy osadowej w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego i związanych z nim problemów badawczych przedstawiają się następująco.

#### Stan rozpoznania fundamentu prekambryjskiego w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego i zasadnicze problemy dotyczące jego struktury

Rozpoznanie fundamentu prekambryjskiego w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego ograniczone jest tylko do jego południowego fragmentu. Reprezentujące go skały krystaliczne i anchimetamorficzne nawiercono dotychczas w 22 otworach usytuowanych w obszarze na południe od Pszczyny – Zatora – Krakowa, gdzie zalegają pod

różnowiekowymi osadami należącymi do: kambru dolnego, jury i miocenu (Fig.3; Moryc, Heflik 1998; Buła 2000; Buła, Żaba 2005). W tej części bloku górnośląskiego fundament prekambryjski reprezentują trzy zróżnicowane genetycznie i wiekowo, strefowo rozmieszczone kompleksy skalne (Buła, Żaba 2005, 2008; Żelaźniewicz i in. 2009). Idąc od południa i zachodu na północ i wschód są to (Fig.3):

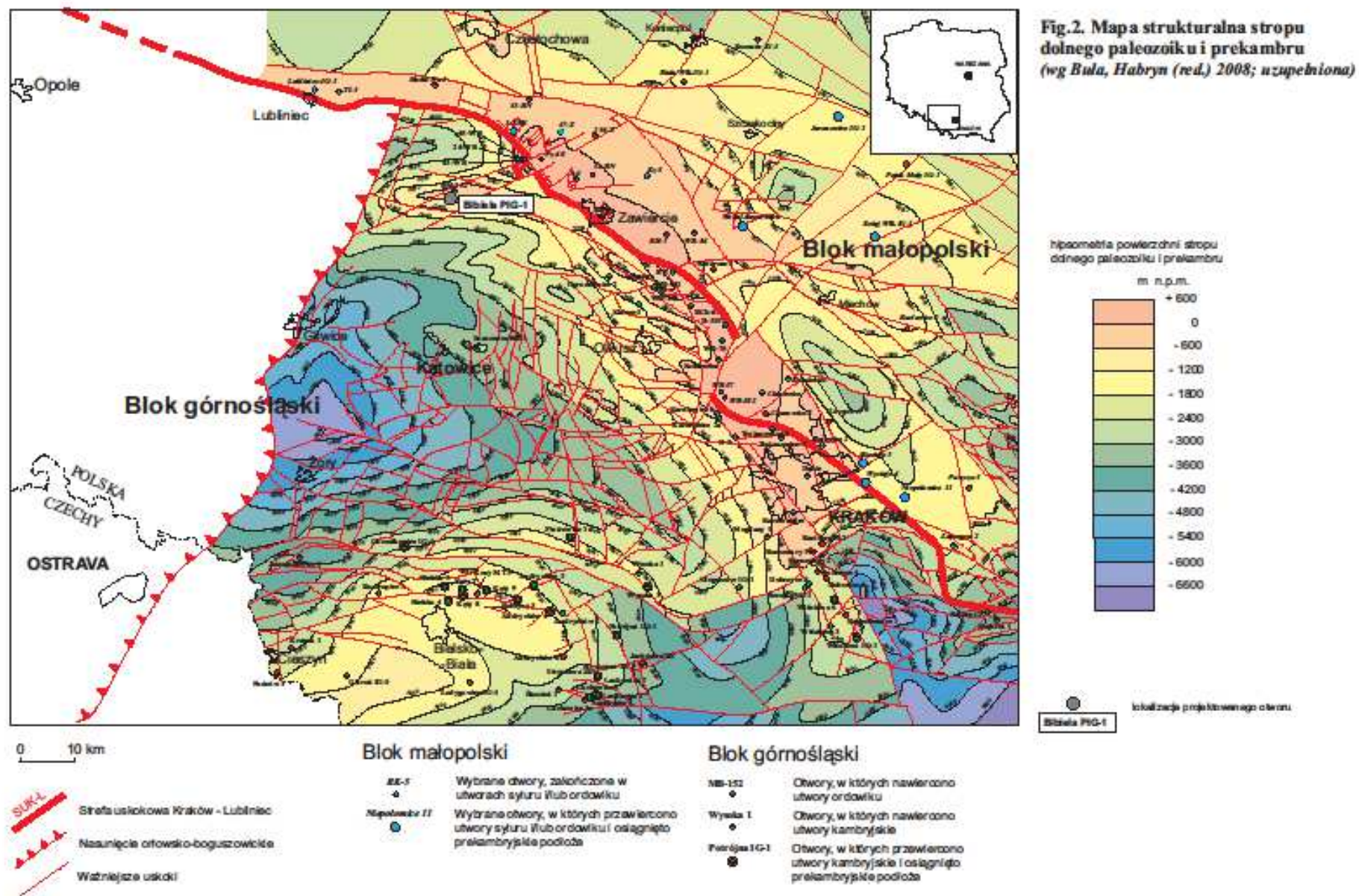
1. Kompleks neoproterozoicznych (wiek 660-556 Ma) skał krystalicznych (metamorficznych i magmowych) rozpoznanych w rejonie Cieszyna – Żywca – Bielska-Białej – Andrychowa – Kęt. Reprezentujące go skały kontynuują się dalej w kierunku południowo-zachodnim na terenie Republiki Czeskiej, po okolice Brna;
2. Kompleks anchimetamorficznych, ediakarskich silikoklastyków o charakterze fliszowym, silnie tektonicznie zdeformowanych, lokalnie sphyllityzowanych. Ten kompleks skalny rozpoznano w wąskim pasieciągącym się od Goczałkowic przez Piotrowice – Wysoką – Potrójną po okolice Lachowic. Od południa i zachodu przylega on do w/w kompleksu – neoproterozoicznych skał krystalicznych;
3. Kompleks paleoproterozoicznych (wiek 2,0 Ga) skał krystalicznych (metamorficznych) z odziedziczonymi elementami archaicznymi wieku ~2,7 Ga. Skały te rozpoznano w rejonie Rzeszotar – Wiśniowej (na południe od Krakowa), w obrębie subpołudniowego elementu strukturalnego – zrębu Rzeszotar.

Dotychczasowe wyniki badań litologicznych, petrograficznych i radiometrycznych skał podłoża prekambryjskiego w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego wskazują na jego złożoną, heterogeniczną budowę. Buła i Żaba (2005, 2008) oraz Żelaźniewicz i in. (2009) ewolucję tektonometamorficzną neoproterozoicznych skał krystalicznych i anchimetamorficznych należących do w/w kompleksów 1 i 2 wiążą z procesami kadomskimi (kadomsko-awalońskimi), przy czym – ich zdaniem – neoproterozoiczne skały krystaliczne (kompleks 1) reprezentują wewnętrzną część orogenu kadomskiego (internidy kadomskie), a anchimetamorficzne silikoklastyki ediakaru o charakterze fliszowym (kompleks 2) tworzą jego zewnętrzną część (eksternidy kadomskie). Skały krystaliczne występujące w strefie zrębu Rzeszotar (kompleks 3), ukształtowane w wyniku archaiczno-wczesnoproterozoicznych procesów tektonicznych i metamorficznych, należą – według cytowanych autorów – do przedpoła orogenu kadomskiego.

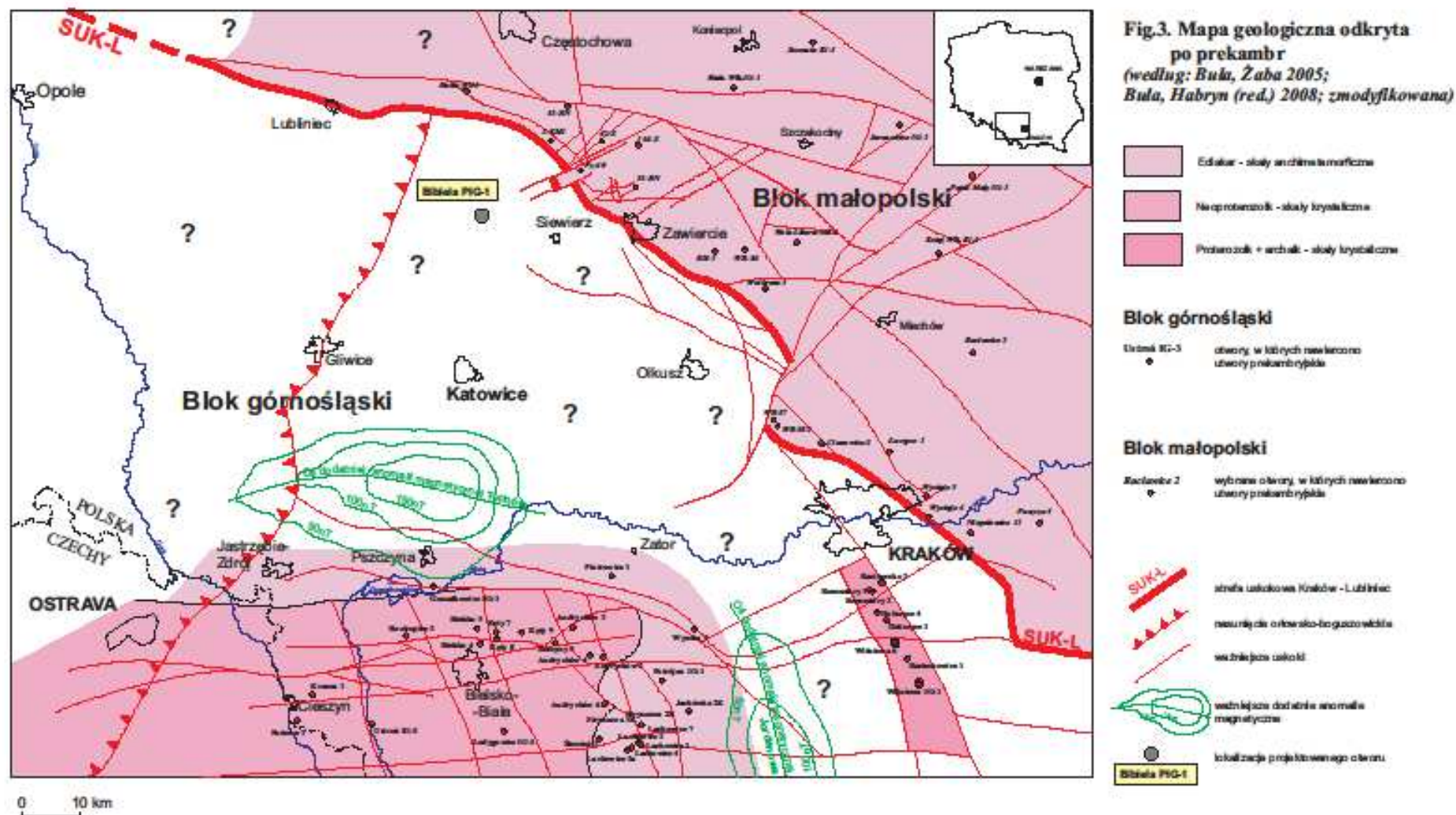
Neoproterozoiczne skały krystaliczne i anchimetamorficzne (kompleksy 1 i 2) zostały włączone przez Żelaźniewicza i in. (2009) do terranu Slavkova, a archaiczno-wczesnoproterozoiczne skały krystaliczne (kompleks 3) do terranu Rzeszotar. Granica między



# Projekt robót geologicznych na wykonanie otworu badawczego Bibiela PIG-1



# Projekt robót geologicznych na wykonanie otworu badawczego Bibliela PIG-1





tymi dwoma różnowiekowymi fragmentami skorupy, wchodzącymi w skład fundamentu prekambryjskiego północno-wschodniej części bloku górnośląskiego, nie jest znana.

Uwidaczniająca się w omawianej części bloku górnośląskiego złożoność struktury prekambryjskiego fundamentu, utrudnia prognozowanie cech jego budowy w pozostałej, niezbadanej dotychczas części tej jednostki tektonicznej obejmującej obszar na północ i wschód od Goczałkowic – Piotrowic – Wysokiej – Potrójnej po strefę uskoku Kraków – Lubliniec (Fig.3).

Zróznicowanie budowy fundamentu prekambryjskiego w wschodniej części bloku górnośląskiego zakładał wcześniej Kotas (1972, 1982, 1985) korzystając głównie z wyników badań geofizycznych – magnetycznych. Na ich podstawie przedstawił on kilka wariantów wewnętrznej struktury podłoża prekambryjskiego, wydzielając w jego obrębie szereg elementów strukturalnych określanych jako kry lub bloki. Wspólną, charakterystyczną cechą opracowanych przez Kotas (op. cit.) schematów podziału prekambryjskiego podłoża jest podobny kierunek przebiegu poszczególnych, tworzących go elementów strukturalnych, które w części zachodniej biegną równoleżnikowo (W–E), a dalej ku wschodowi zmieniają kierunek na subpołudnikowy (NNW–SSE). Autor ten (Kotas 1972) szczególną uwagę zwrócił na wyróżniające się w wschodniej części bloku górnośląskiego dwie rozległe, łączące się z sobą dodatnie anomalie magnetyczne Tychów i Jordanowa (Fig.3, Zał.4b), których pochodzenie wiązał (Kotas 1985) z rozwijającym się w podłożu prekambryjskim – wzdłuż osi tych anomalii – magmatyzmem zasadowym (obecnością diabazów) i/lub zmetamorfizowanymi ofiolitami. Podobną genezę anomalii Tychów i Jordanowa określili Bojdys i in. (1982) z tym, że ich źródła dopatrywali się w obecności skał typu gabra, wykluczając jednocześnie możliwość występowania skał typu ultrabazytów.

Buła i Żaba (2008) uwzględniając obecny stan rozpoznania podłoża prekambryjskiego w południowo-wschodniej części bloku górnośląskiego przyjęli, że oś dodatnich anomalii magnetycznych Tychów i Jordanowa, których pochodzenie wiąże się z nierozpoznanymi – pozostającymi poza zasięgiem głębokościowym dotychczas wykonanych tu wierceń – zasadowymi skałami magmowymi (Kotas 1972; Bojdys i in. 1982), wyznacza przebieg strefy kontaktu (szwu tektonicznego) pomiędzy tworzącymi tu podłoże prekambryjskie dwoma fragmentami skorupy: archaiczno-wczesoproterozoicznym i neoproterozoicznym (kadomskim); w ujęciu Żelaźniewicza i in. (2009) pomiędzy terranami Rzeszotar i Slavkova. Za omawianym powyżej, sformułowanym przez Bułę i Żabę (2008) poglądem przemawia fakt (Fig.3, Zał. 4b), iż neoproterozoiczne (kadomskie) skały krystaliczne i anchimetamorficzne terranu Slavkova są otoczone od północy, północnego wschodu

i wschodu pasem łączących się z sobą anomalii Tychów i Jordanowa. Po wschodniej stronie anomalii Jordanowa występują natomiast archaiczno-wczesoproterozoiczne skały krystaliczne terranu Rzeszotar.

Według Buły i Żaby (2008) fundament prekambryjski bloku górnośląskiego, w jego nierozpoznanej części położonej między osią dodatnich anomalii magnetycznych Tychów i Jordanowa a strefą uskoku Kraków – Lubliniec stanowiącą granicę między blokiem górnośląskim i małopolskim, tworzą archaiczno-paleoproterozoiczne skały krystaliczne (kompleks 3).

Inna wersja modelu budowy geologicznej prekambryjskiego podłoża w omawianej części bloku górnośląskiego postulowana jest w pracy Żelaźniewicza i in. (2009) przez jej głównego autora, który zakłada kontynuację anchimetamorficznych silikoklastyków ediakarskich o charakterze fliszowym (kompleks 2) od rejonu Goczałkowic – Piotrowic – Wysokiej – Potrójnej – Lachowic w kierunku na północ i północny wschód, do strefy uskoku Kraków – Lubliniec. Zdaniem Żelaźniewicza (op. cit.) ediakarski flisz bloku górnośląskiego poprzez tą strefę uskoku kontaktuje z równowiekowymi, o podobnym charakterze litotektonicznym utworami fliszowymi występującymi na bloku małopolskim (Fig.3), gdzie zalegają pod różnowiekowymi osadami paleozoicznymi (od ordowiku po karbon), mezozoicznymi (trias, jura) i kenozoicznymi (miocen) (Buła, Habryn 2008).

Wyjaśnienie powyżej wspomnianych, różnych interpretacji odnoszących się do budowy niezbadanego dotychczas fragmentu podłoża prekambryjskiego w wschodniej części bloku górnośląskiego wymaga przeprowadzenia wiertniczego rozpoznania.

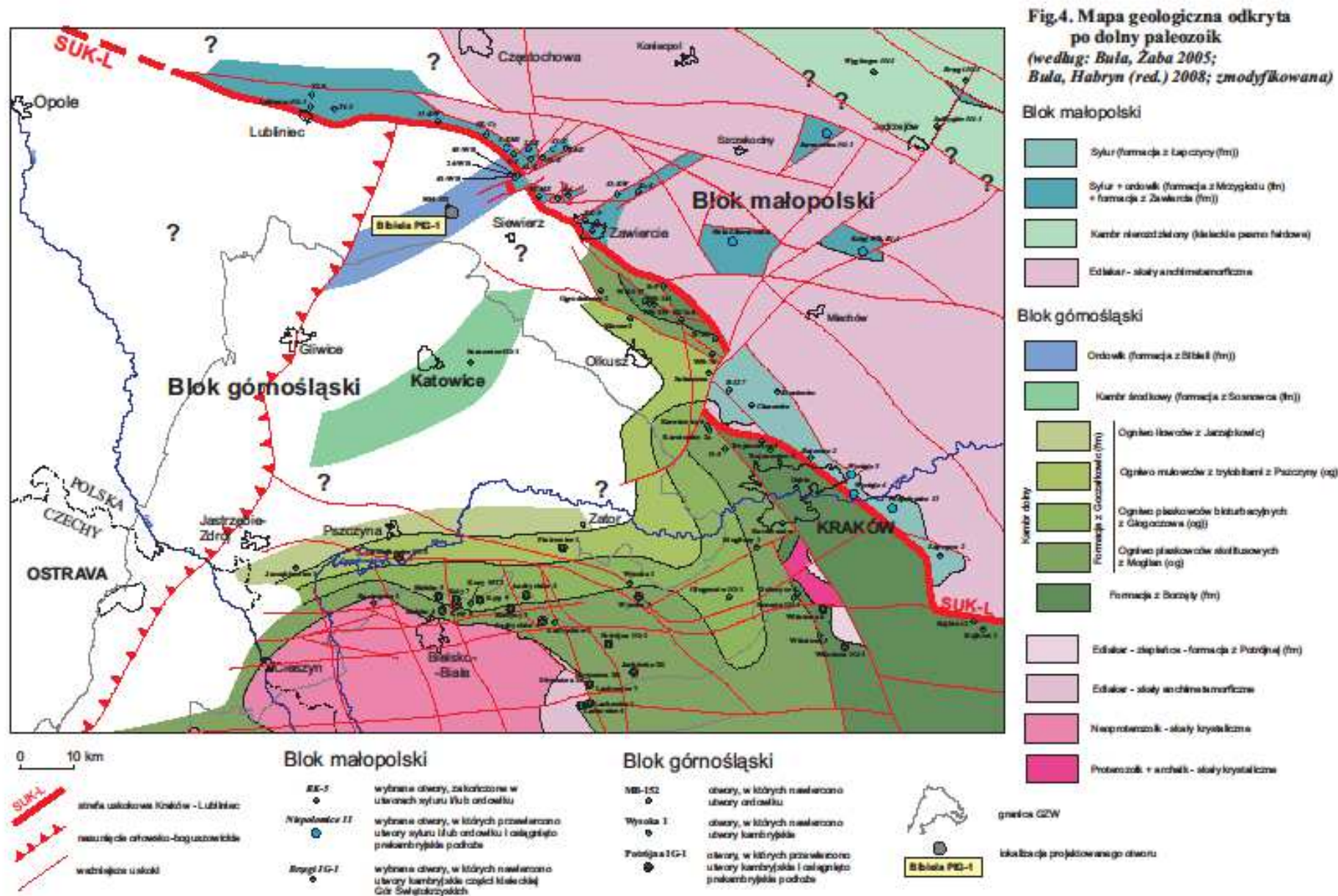
#### Problemy badawcze dotyczące rozwoju osadów wczesnopaleozoicznej pokrywy w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego na tle ich rozpoznania

Wczesnopaleozoiczna pokrywa w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego reprezentowana jest przez nie wykazujące przeobrażeń metamorficznych osady silikoklastyczne kambru i silikoklastyczno-węglanowe ordowiku, których stan rozpoznania jest generalnie słaby i bardzo nierównomierny (Fig.4). Wiąże się to nie tylko z silnie zróżnicowaną i przeważnie dużą głębokością ich zalegania, ale również z brakiem wierceń o odpowiednich głębokościach dostosowanych do ich struktury i miąższości.

Utwory wczesnopaleozoicznej pokrywy, reprezentowane przez silikoklastyki kambru dolnego, dokładniej rozpoznano i zbadano w południowym fragmencie północno-wschodniej części bloku górnośląskiego, w obszarze na południe od Jastrzębia-Zdroju – Pszczyny –



# Projekt robót geologicznych na wykonanie otworu badawczego Bibiela PIG-1



Zatora – Krakowa, gdzie zostały stwierdzone w 32 głębokich otworach wiertniczych (o głębokościach rzędu 1500 - 5000 m) – w tym w większości wierceń, w których osiągnięto również skały fundamentu prekambryjskiego (por. Fig.3. i Fig.4). Występujące tu utwory dolnokambryjskie, o zróżnicowanej miąższości od kilkudziesięciu do ponad 1400 m, od góry przykryte są bezpośrednio osadami dewonu (głównie dolnego) lub jury, a od dołu kontaktują niezgodnie ze zróżnicowanymi genetycznie i wiekowo skałami prekambryjskimi (Buła, Jachowicz 1996; Buła 2000; Buła, Żaba 2005; Paczeńska 2005).

Podobnie litologicznie i facjalnie utwory kambru dolnego, do stwierdzonych w/w części bloku górnośląskiego, rozpoznano również w skrajnie wschodniej, krawędziowej jego części przylegającej do strefy uskoku Kraków – Lubliniec, w rejonie między Siewierzem – Olkuszem – Krakowem (Fig.4). Fragmenty profili kambru dolnego, o zróżnicowanych długościach od 30 m do 200 m, nawiercono tu w 12 płytkich otworach o głębokościach rzędu 120-600 m oraz 2 głębokich: Klucze 1 i Ogrodzieniec 2 o głębokościach 2100 m i 2006 m (Buła 2000; Buła, Habryn 2010). W rejonie tym utwory kambru dolnego przykryte są bezpośrednio osadami dewonu dolnego, triasu lub jury.

Dolnokambryjski wiek skał silikoklastycznych, zalegających pod dewonem, triasem lub jurą w wymienionych powyżej rejonach wschodniej części bloku górnośląskiego, udokumentowano w wyniku badań palinologicznych – oznaczeń akritarch – przeprowadzonych w 18 otworach (Buła, Jachowicz 1996; Jachowicz-Zdanowska 2010, 2013), a w otworze Goczałkowice IG-1 również na podstawie trylobitów (Orłowski 1975). Według nowego podziału stratygraficznego systemu kambryjskiego (Gradstein i in. 2012) osady te należą do terenewu i oddziału 2 (Fig.5; Jachowicz-Zdanowska 2013).

W rozpoznanych profilach kambru dolnego zostały wyróżnione i zdefiniowane dwie podstawowe jednostki litostratygraficzne: formacja z Borzęty (fm) i formacja z Goczałkowic (fm) (Buła, Jachowicz 1996; Buła 2000), które podzielono na jednostki litostratygraficzne niższego rzędu – ogniwa (Fig.5; Buła 2000; Buła, Żaba 2005; Buła, Habryn 2010). W profilu formacji z Borzęty (fm) wyróżniono 3 ogniwa: iłowców z Myślenic (og), mułowców z Osieczan (og) i piaskowców z Rajbrota (og), a w formacji z Goczałkowic (fm) 4 ogniwa: piaskowców skolitusowych z Mogilan (og), piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa (og), mułowców z trylobitami z Pszczyny (og) oraz iłowców z Jarząbkowic (jednostka nieformalna).

Występujące w omawianej części bloku górnośląskiego utwory klastyczne kambru dolnego, często zawierające zróżnicowane ichnotaksonomicznie i etologicznie zespoły skamieniałości śladowych, charakteryzują się dużą zmiennością facjalną. Osadzały się one

w środowiskach: lądowym (rzek roztokowych i stożków aluwialnych); lądowo-morskim (delt roztokowych i stożkowych); morskim (przybrzeża i odbrzeża) (Paczeńska, Poprawa 2001; Paczeńska 2005, 2013 w druku). Wyraźną zmienność litologiczno-facjalną obserwuje się głównie w profilu pionowym utworów dolnokambryjskich. Osady formacji z Borzęty (fm), reprezentujące regresywną sekwencję litologiczno-facjalną tworzyły się w stopniowo spływającym się zbiorniku morskim (Buła 2000). Utwory ogniwa iłowców z Myślenic (og) rozwijały się w strefie dolnego odbrzeża, osady mułowców z Osieczan (og) powstawały w strefie dystalnego i proksymalnego odbrzeża, a depozycja piaskowców z Rajbrota (og) zachodziła w strefie przybrzeża (Paczeńska 2013 w druku). Natomiast osady formacji z Goczałkowic (fm) wykazują cechy charakterystyczne dla transgresywnej sekwencji litologiczno-facjalnej (Buła 2000). Profil tej formacji rozpoczyna się gruboklastycznymi utworami ogniwa piaskowców skolitusowych z Mogilan (og), które początkowo były deponowane w warunkach lądowych (osady o charakterze aluwialno-dyluwialnym), a później w środowisku lądowo-przybrzeżnomorskim – tj. w strefach przyujściowych delt i górnego przybrzeża (Paczeńska 2005). Osady reprezentujące wyższą część profilu tej formacji rozwijały się już w warunkach środowiska morskiego. Utwory piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa (og) deponowane były w strefie górnego i środkowego przybrzeża, mułowce z trylobitami z Pszczyny (og) tworzyły się w strefach dolnego przybrzeża i górnego odbrzeża (Paczeńska 2005), a iłowce z Jarząbkowic powstawały prawdopodobnie w strefie dolnego odbrzeża. W tym miejscu należy podkreślić, że utwory formacji z Goczałkowic (fm) cechuje duże lateralne rozprzestrzenienie. Ich odpowiedniki stratygraficzne i litologiczno-facjalne występują na terenie Republiki Czeskiej, w obszarze bloku Brna (Buła i in. 1997; Jachowicz, Přichystal 1997; Vavrdova i in. 2003; Jachowicz-Zdanowska 2013).

Cząstkowy profil klastycznych utworów środkowokambryjskich (oddział 2) o miąższości 95 m, występujących w części północno-wschodniej bloku górnośląskiego, rozpoznano dotychczas tylko w otworze Sosnowiec IG-1 na głębokości 3156,0 - 3442,6 m (Fig.4). Utwory te zalegające pod dewonem dolnym, o udokumentowanej palinologicznie pozycji stratygraficznej (Buła, Jachowicz 1996; Jachowicz 2013) wyróżnione zostały jako formacja z Sosnowca (fm) (Fig.5; Buła 2000). Górną część profilu formacji (o miąższości około 177 m) tworzą mułowce i piaskowce drobnoziarniste. W jej części dolnej występuje (nieprzebitą w tym otworze) kompleks piaskowców różnoziarnistych z domieszką drobnego żwiru o miąższości 18 m, który został wyróżniony jako ogniwo piaskowców różnoziarnistych i żwirkowych z Radochy (og) (Kowalczewski 1990; Buła 2000). Osady reprezentujące górną część formacji z Sosnowca (fm) tworzyły się w środowisku morskim, o czym świadczy m.in.

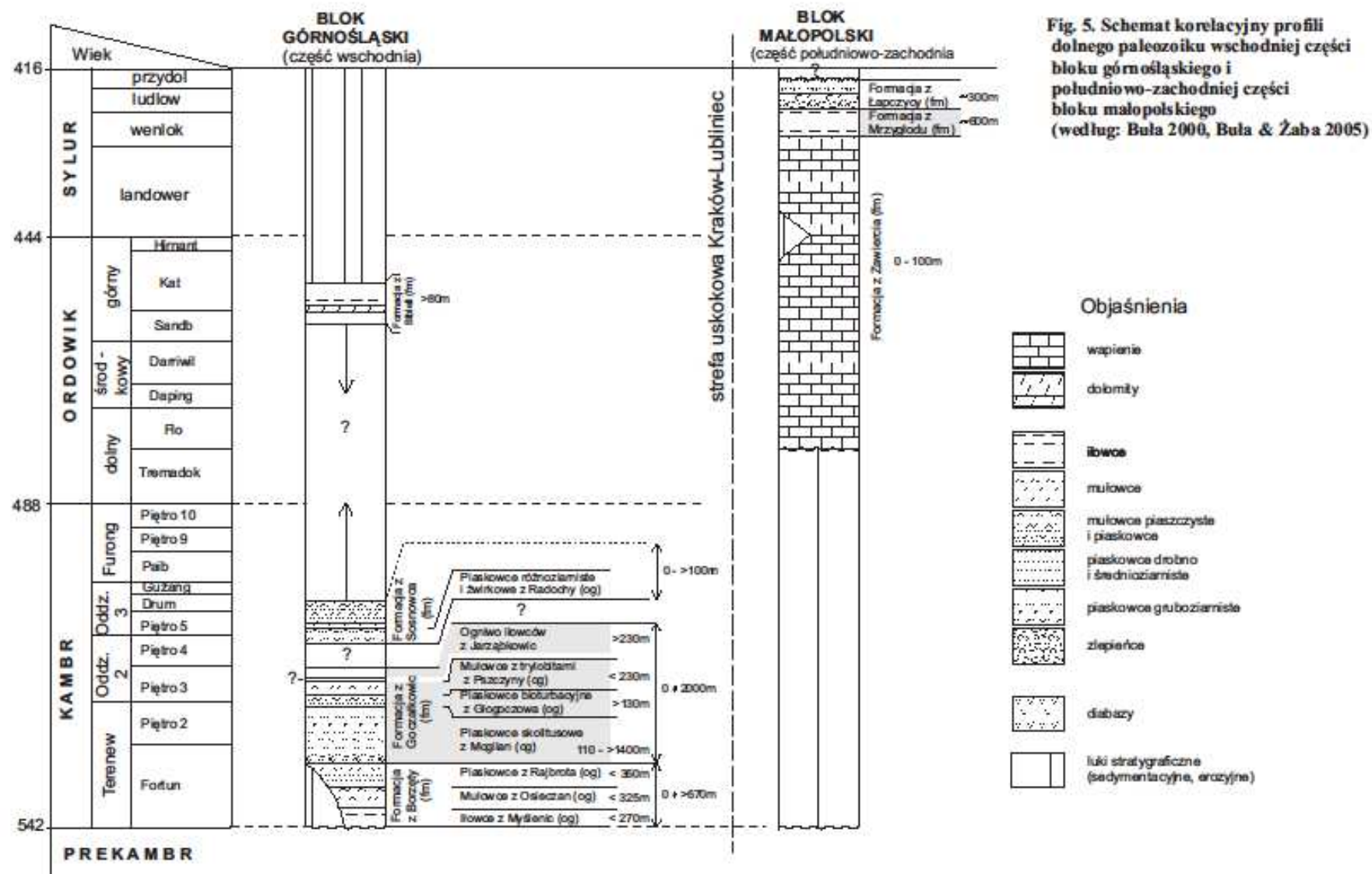


Fig. 5. Schemat korelacyjny profili dolnego paleozoiku wschodniej części bloku górnośląskiego i południowo-zachodniej części bloku małopolskiego (według Buła 2000, Buła & Żaba 2005)

obecność w ich profilu szczątków brachipodów bezzawiasowych i akritarch (Biernat, Baliński 1973; Jachowicz-Zdanowska 2013), prawdopodobnie w strefie dolnego przybrzeża i górnego odbrzeża. Środowisko depozycji piaskowców różnoziarnistych i żwirkowych z Radochy (og) nie zostało dotychczas ustalone, być może rozwijały się one w warunkach przejściowych środowiska lądowo-marginalnomorskiego. Osady środkowokambryjskie w otworze Sosnowiec IG-1 przecięte są intruzją skał magmowych o pozornej miąższości 92 m.

Do wczesnopaleozoicznej pokrywy osadowej w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego włączane są również silikoklastyczno-węglanowe, morskie utwory ordowiku, których fragmentaryczne profile, o długości od 75 m do 102 m, rozpoznano pod dewonem lub triasem w 4 płytkich otworach (o głębokościach rzędu 300-650 m) o symbolach: BM-152, 24-WB, 43-WB, 45-WB, usytuowanych w obszarze na północ od Sosnowca – Siewierza (Fig.4; Buła 2000; Jachowicz 2005). Występujące tu morskie utwory ordowiku, których pozycję stratygraficzną (lanwirn – karadok) określono na podstawie: oznaczeń konodontów (Siewniak-Madej, Jeziorowska 1978), akrytarch (Jachowicz w: Gładysz i in. 1990; Buła, Jachowicz 1996; Jachowicz 2005) i brachiopodów (Piekarski i in. 1985), zostały zaliczone do formacji z Bibieli (fm) (Fig.5; Buła 2000). Reprezentują ją iłowce (rzadko mułowce) ciemnoszare i seledynowo-szare, przeważnie zsylikowane. Skałom tym towarzyszą cienkie wkładki jasnoszarych, drobnoziarnistych piaskowców kwarcowych oraz szarych, zsylikowanych dolomitów.

Obecny stan rozpoznania i wyniki badań utworów dolnopaleozoicznych w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego wskazują z jednej strony na szereg nierozwiązanych zagadnień odnoszących się do historii ich rozwoju sedymentacyjnego, a z drugiej umożliwiają określenie – w ograniczonym zakresie – prawidłowości dotyczących tektonicznych uwarunkowań ich depozycji.

Wyniki badań litostratygraficznych i stratygraficznych utworów dolnopaleozoicznych występujących w analizowanej części bloku górnośląskiego jednoznacznie wskazują na niepełne rozpoznanie ich profili (Fig.5; Buła, Jachowicz 1996; Buła 2000; Jachowicz 2005; Jachowicz-Zdanowska 2013). Brak jest danych odnośnie przejścia osadów dolnokambryjskich (Goczałkowice (fm)) w osady środkowokambryjskie (Sosnowiec (fm)). Nie rozpoznano odcinka profilu pomiędzy niższym kambrem środkowym (Sosnowiec (fm)) a wyższym ordowikiem (Bibiela (fm)). W związku z tym brak jest możliwości odtworzenia historii rozwoju osadów w okresie od późnego kambru dolnego do wczesnego ordowiku włącznie. Nierozstrzygniętymi pozostają m.in. zagadnienia: czy osady kambryjskie rozwijały się w ciągłości sedymentacyjnej z ordowickimi, czy też w ich profilach zaznaczają się luki



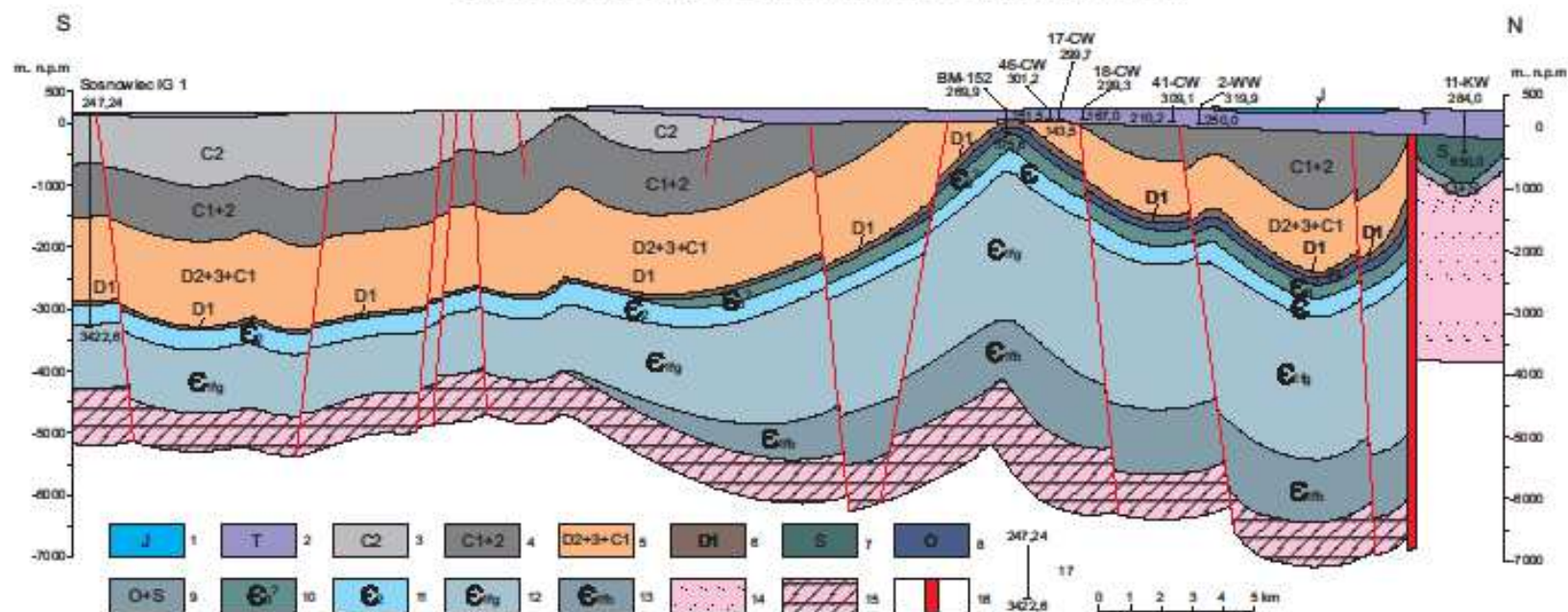
stratygraficzne (sedymentacyjne, erozyjne) i niezgodności tektoniczne?; czy osadzały się utwory górnokambryjskie?, których nie napotkano w żadnym dotychczas wykonanych wierceniach.

Charakterystyczną, wyraźnie zaznaczającą się cechą osadów dolnopaleozoicznych występujących w omawianej części bloku górnosląskiego przeważnie pod dewonem jest ich strefowe rozprzestrzenienie (Fig.4-6). Wyraża się to tym, że idąc od południowego wschodu i południa w kierunku północno-zachodnim i północnym na powierzchni poddewońskiej odślaniają się coraz to młodsze osady dolnopaleozoiczne – od wczesnego kambru (terenów) po ordowik. Przyczynę wspomnianej strefowości Buła (2000) oraz Buła i Żaba (2005) wiąże z migracją depocentrów subsydencji i depozycji w basenie dolnopaleozoicznym bloku górnosląskiego, szczególnie uwidaczniającą się w okresie po kambrze dolnym – w kambrze środkowym, w ordowiku i być może jeszcze później – w sylurze. Za możliwością rozwoju osadów sylurskich w zachodniej części bloku górnosląskiego przemawia obecność utworów tego systemu stwierdzonych w pozycji allochtonicznej na bloku Brna, w okolicach Stinavy (Republika Czeska) (zob. Buła, Żaba 2005 i cytowana tam literatura).

Wcześniejszy, dolnokambryjski etap rozwoju osadów w basenie dolnopaleozoicznym bloku górnosląskiego również odznacza się strefowym rozmieszczeniem depocentrów. Rozprzestrzenienie dolnokambryjskich osadów formacji z Borzęty (fm) reprezentujących regresywną sekwencję litologiczno-facjalną wskazuje, że osadzały się one tylko w skrajnie wschodniej, krawędziowej części bloku górnosląskiego przylegającej do strefy uskoku Kraków – Lubliniec (Fig.4-5). Odpowiedników stratygraficznych i litofacjalnych tej formacji nie stwierdzono w żadnym z wierceniach osiagających utwory prekambryjskie w obszarze na zachód od Lachowic – Potrójnej – Wysokiej. Na skałach prekambryjskich zalegają tu bezpośrednio utwory młodszej dolnokambryjskiej jednostki litostratygraficznej – formacji z Goczałkowic (fm). Utwory tej formacji, reprezentujące transgresywną sekwencję litologiczno-facjalną i leżące przekraczająco na osadach z Borzęty (fm), charakteryzują się szerokim rozprzestrzenieniem w obszarze bloku górnosląskiego, o czym świadczy obecność ich odpowiedników stratygraficznych i litologiczno-facjalnych również na bloku Brna. W części północno-wschodniej bloku górnosląskiego miąższość osadów z Goczałkowic (fm) rośnie od południa i zachodu w kierunku na wschód i północ, przy czym w kierunku wschodnim wielokrotnieniu ulega tu miąższość dolnego ogniwa formacji – piaskowców skolitusowych z Mogilan (og), od około 100 m do ponad 1400 m. Maksymalne miąższości osadów tego ogniwa stwierdzono w otworach (Fig.4): Ogrodzieniec 2 (800 m), Mogilany 1 (1400 m) i Głogoczów IG-1 (1200 m), w których nie zostały przebite.

# Projekt robót geologicznych na wykonanie otworu badawczego Bibiela PIG-1

Fig.6. Przekrój geologiczny I-I ( Sosnowiec-Starcza) (według Buła 2000)



1- jura, 2 - trias, 3 - karbon górny - utwory węglonośne GZW, 4 - karbon dolny (wizen) + karbon górny (namur A) - utwory klastyczne (kułm), 5 - dewon środkowy i górny + karbon dolny (turne)-wizen) - utwory węglanowe  
6 - dewon dolny - utwory klastyczne, 7 - sylur (formacja z Mzyglodu), 8 - ordowik (formacja z Bibiel), 9 - ordowik + sylur dolny (formacja z Zawiercia), 10 - kambr górny?, 11 - kambr środkowy (formacja z Sosnowca)  
12 - kambr dolny (formacja z Goczałkowic), 13 - kambr dolny (formacja z Borzęt), 14 - wend- kambr dorny, 15 - prekamb, 16 - strefa tektoniczna Kraków-Lubliniec, 17 - otwór wiertniczy  
247,24 - rzędna terenu m. n.p.m, 3422,6 - głębokość otworu w metrach

W tym miejscu należy wspomnieć o braku utworów kambryjskich w południowo-zachodniej krawędziowej części bloku małopolskiego, współcześnie kontaktującej z blokiem górnośląskim wzdłuż strefy uskokowej Kraków – Lubliniec (Fig.4-5). Na skałach ediakarskich zalegają tu bezpośrednio utwory ordowickie lub młodsze (od syluru po miocen) (Buła, Żaba 2005; Buła, Habryn 2008). Według Buły i Habryna (2011) ta część bloku małopolskiego wskutek podniesienia w trakcie ruchów kadomskich stanowiła w kambrze obszar lądowy podlegający denudacji.

Poprawa (2006), który na podstawie danych z 10 otworów przeprowadził jednowymiarową analizę subsydencji tektonicznej i analizę tempa depozycji silikoklastyków kambru dolnego i środkowego w obszarze bloku górnośląskiego, wykazał zróżnicowane i generalnie wysokie wartości tempa subsydencji i tempa ich depozycji wynoszące odpowiednio do około 80 m/mln lat oraz do około 180-200 m/mln lat. Przy czym subsydencja i tempo akumulacji osadów zwiększały się w kierunku północno-wschodniej i wschodniej krawędzi bloku górnośląskiego. W trakcie depozycji osadów kambryjskich wyraźnie zaznaczyła się jedna faza intensywnej subsydencji tektonicznej. Poprawa (op. cit.) mając na uwadze niepełny stan rozpoznania charakteru kambryjskiej subsydencji tektonicznej i tempa depozycji osadów oraz kierunki zmian ich miąższości, zakłada dwa alternatywne modele rozwoju basenu kambryjskiego na bloku górnośląskim: (1) jako fleksuralnego, kolizyjnego zapadliska przedgórskiego; (2) basenu powstałego z postorogenicznego zapadnięcia grawitacyjnego. Jak podkreśla cytowany autor, żaden z tych modeli nie znajduje pełnego potwierdzenia na obecnym stadium rozpoznania kambru i prekambru.

Należy w tym miejscu zwrócić uwagę na fakt, iż Poprawa (2006) charakteryzując geotektoniczne mechanizmy rozwoju basenu kambryjskiego na bloku górnośląskim nie uwzględnił niejednorodności i złożoności struktury jego podłoża prekambryjskiego, omówionej w pracach: Buły i Żaby (2005); Żelaźniewicza i in. (2009). Istnieje duże prawdopodobieństwo, że poszczególne elementy strukturalne tego podłoża w trakcie kolizyjnego (jak zakłada Poprawa 2006) rozwoju basenu kambryjskiego podlegały nierównomiernemu zaangażowaniu tektonicznemu (podnoszeniu lub obniżaniu). Skutkiem tego może być obserwowane zróżnicowanie tempa subsydencji i tempa depozycji osadów dolnokambryjskich oraz przemieszczanie depocentrów. Na istnienie zależności między strukturą prekambryjskiego fundamentu a cechami rozwoju osadów dolnokambryjskich zwrócili uwagę Buła i Habryn (2010), którzy zaobserwowali m.in., że: zasięg osadów formacji Borzęty (fm) ograniczony jest tylko do obszaru, na którym podłoże prekambryjskie tworzą archaiczno-wczesnoproterozoiczne skały terranu Rzeszotar; najmniejsze miąższości



utworów formacji z Goczałkowic (fm) stwierdzono w obrębie terranu Slavkova zbudowanego ze skał neoproterozoicznych; osady dolnego ognia formacji z Goczałkowic (fm) – piaskowców skolitowych z Mogilan (og) maksymalne miąższości osiągają w strefie kontaktu terranów Slavkova i Rzeszotar.

Obecny stan rozpoznania utworów prekambryjskich i dolnopaleozoicznych w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego – jak wynika z przedstawionych powyżej rozważań – w znacznym stopniu ogranicza przeprowadzenie wiarygodnej interpretacji ich rozwoju sedymentacyjno-diastryficznego. Znaczna część zagadnień w zakresie tej problematyki pozostaje w sferze nie potwierdzonych faktami hipotez. Sygnalizowane powyżej problemy i kontrowersyjne poglądy mogą zostać rozwiązane i zweryfikowane (przynajmniej częściowo) poprzez nowe, odpowiednio zaplanowane odwierty.

Uwzględniając: dotychczasowy stan rozpoznania wiertniczego dolnego paleozoiku i prekambriu (Fig.3-5); oraz ukształtowanie i głębokość zalegania powierzchni stropowej tych utworów (Fig.2), w ramach zadania badawczego „*Wiertnicze zbadanie nierozpoznanych profili prekambriu i dolnego paleozoiku w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego i ich potencjału złożowego*” włączonego do „*Programu wierceń badawczych państwowej służby geologicznej PIG-PIB*” zaproponowano wykonanie 3 pełnordzeniowanych otworów wiertniczych o planowanych głębokościach 1500 m ( $\pm 10\%$ ). Głównym celem tych wierceń jest poznanie i zbadanie pełnego profilu fragmentarycznie rozpoznanych dotychczas w północno-wschodniej (NE) części bloku górnośląskiego utworów ordowickich i środkowokambryjskich (zob. Fig.1, Fig.5), a być może i górnokambryjskich, których obecności nie można tu wykluczyć, a także osiągnięcie zupełnie nieznanymi skał prekambryjskich. Mając na uwadze silne zróżnicowanie struktury utworów dolnopaleozoicznych, paleozoicznych i prekambryjskich związane z ich zaangażowaniem tektonicznym, zaproponowano zlokalizowanie planowanych otworów w bezpośrednim sąsiedztwie wcześniej wykonanych płytkich wierceń, w których osiągnięto profile utworów dolnopaleozoicznych o udokumentowanym wieku. Wstępnie określona lokalizacja (Fig.1) i przypuszczalne profile planowanych wierceń przedstawiają się następująco:

1. Otwór Bibiela PIG-1, usytuowany w odległości około 12 km na NW od Siewierza, powinien być wykonany w sąsiedztwie otworu BM-152, w którym pod utworami dewońskimi nawiercono na głębokości 248,6-375,6 m odcinek profilu udokumentowanych paleontologicznie utworów ordowiku zaliczonych do formacji z Bibieli (fm) (Buła 2000; Jachowicz 2005). Założonym celem tego wiercenia jest poznanie i zbadanie pełnego

profilu ordowiku oraz stropowego odcinka profilu skał kambryjskich – należących do kambru środkowego, być może również kambru górnego? i osiągnięcie stropowego odcinka profilu kambru dolnego (około 200 m).

2. Otwór Chrzastowice PIG-1 zlokalizowany w odległości około 10 km od Olkusza w pobliżu otworu Chrzastowice Rch-6, w którym pod triasem na głębokości 177-292,2 m nawiercono fragment profilu udokumentowanych palinologicznie osadów dolnokambryjskich (terenów) formacji z Borzęty (fm) (Buła, Habryn 2010; Jachowicz-Zdanowska 2010, 2013). Jego celem jest przebicie i zbadanie spągowego odcinka profilu kambru dolnego i osiągnięcie skał prekambryjskich o nieznanym tu litologii i wieku.
3. Otwór Kraków PIG-1, usytuowany na północnych peryferiach Krakowa w sąsiedztwie otworu Trojanowice, w którym pod jurą na głębokości 206-237 m nawiercono fragment profilu kambru dolnego formacji z Borzęty (fm) (Buła, Jachowicz 1996; Buła 2000; Jachowicz-Zdanowska 2010, 2013). Celem tego wiercenia jest zbadanie spągowego odcinka profilu kambru dolnego (terenów) oraz osiągnięcie skał prekambryjskich, które mogą tu być reprezentowane przez skały metamorficzne, litotektonicznie podobne do archaiczno-wczesnoproteozoicznych skał metamorficznych rozpoznanych w południowej części zrębu Rzeszotar (Buła, Żaba 2005; Żelaźniewicz i in. 2009).

Ze względu na koszty związane z realizacją prac wiertniczych omawiane zadanie geologiczne podzielone zostało na trzy niezależne etapy. W każdym z nich wykonane zostanie jedno z planowanych trzech wierceń zakończone opracowaniem dokumentacji.

W pierwszym etapie (w latach 2013-2015) założono wykonanie otworu Bibiela PIG-1; dla realizacji którego przygotowano niniejszy projekt. Po sporządzeniu dokumentacji tego otworu i uzyskaniu pozytywnych opinii środowiska geologicznego o jego wynikach, przewiduje się realizację w kolejnych etapach otworów Chrzastowice PIG-1 i Kraków PIG-1.

Szczególnie ważnym, poza głównym celem planowanych do realizacji wierceń jakim jest zbadanie profili dolnego paleozoiku i prekambriu w NE części bloku górnośląskiego, będzie określenie ich potencjału złożowego pod kątem wystąpień mineralizacji kruszcowej i przejawów węglowodorów. W wyniku dotychczas przeprowadzonych badań ustalono, że z późnowaryscyjską ewolucją tektoniczną strefy uskoku Kraków – Lubliniec wiąże się rozwój magmatyzmu i mineralizacji polimetalicznej (głównie typu Mo–Cu–W) w krawędziowych częściach bloków górnośląskiego i małopolskiego (m.in. Oszczepalski i in. 2010). Dość intensywne przejawy tego typu mineralizacji (w tym również o charakterze złożowym) stwierdzono w skałach dolnopaleozoicznych (ordowik – sylur) i prekambryjskich (ediakar) zalegających w SW krawędziowej części bloku małopolskiego, które tu nawiercono

w kilkuset przeważnie płytkich otworach (do 600 m). Brak jest natomiast danych dotyczących intensywności przejawów mineralizacji kruszczowej w skałach dolnopaleozoicznych i prekambryjskich w NE krawędziowej części bloku górnośląskiego ze względu na słaby stan ich rozpoznania i zbadania. Okruszczowania należy się spodziewać w skałach dolnokambryjskich i prekambryjskich w planowanych do wykonania otworach Chrzastowice PIG-1 i Kraków PIG-1, które usytuowane będą w pobliżu strefy uskoku Kraków – Lubliniec. Dlatego też skały z tych wierceń zostaną szczegółowo przebadane pod kątem przejawów mineralizacji kruszczowej. W obszarze bloku górnośląskiego nie określono dotychczas potencjału węglowodorowego skał dolnopaleozoicznych, co spowodowane jest głównie słabym stanem ich rozpoznania. W wyniku realizacji wiercenia Bibiela PIG-1 po raz pierwszy poznany zostanie w obszarze bloku górnośląskiego pełny profil ordowiku i stropowego odcinka kambru (środkowego, górnego?). Na podstawie istniejących przesłanek można sądzić, iż w profilu tych systemów paleozoicznych dominują tu skały drobnoklastyczne (iłowce, mułowce). W związku z powyższym w pełni uzasadnione będzie przeprowadzenie badań analitycznych tych skał pod kątem ich potencjału węglowodorowego. Proponowane prace i roboty geologiczne wpisują się w zadania państwowej służby geologicznej określone w ustawie z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze art. 162, ust. 1, pkt 1, w którym zapisano, iż państwowa służba geologiczna „*inicjuje i koordynuje zadania zmierzające do rozpoznania budowy geologicznej kraju, w tym prac o podstawowym znaczeniu dla gospodarki narodowej, w szczególności dla odnowienia bazy surowcowej kraju...*”. Ponadto temat jest zgodny z polityką Ministerstwa Środowiska w zakresie głębokich badań geologicznych ujętych w dokumencie „Kierunki głębokich badań geologicznych (na lata 2008-2015)”. Rozdział 2 – Synteza budowy i ewolucji tektonicznej Polski.

Należy w tym miejscu nadmienić, iż blok górnośląski tworzący z blokiem Brna terran Brunovistulicum jest wraz z blokiem małopolskim włączany jest do transeuropejskiego szwu tektonicznego (TESZ), rozciągającego się wzdłuż południowo-zachodniej krawędzi kratonu wschodnioeuropejskiego (Baltiki). Niepełne rozpoznanie profili dolnego paleozoiku i podłoża prekambryjskiego w obrębie bloku górnośląskiego sprawia, że ewolucja TESZ w prekambrze i wczesnym paleozoiku pozostaje w wielu aspektach niejasna lub niejednoznaczna. Dotyczy to m.in. pozycji tektonicznej Brunovistulicum w prekambrze i dolnym paleozoiku, któremu przypisuje się pochodzenie gondwańskie (gondwańsko-awalońskie) lub bałtyckie (Żelaźniewicz i in. 2009 i cytowana tam literatura). Do rozstrzygnięcia w/w i innych problemów niewątpliwie przyczynią się proponowane w ramach zadania prace i roboty

geologiczne. Zbadanie nierozpoznanych profili dolnego paleozoiku i prekambriu w NE części bloku górnośląskiego, które możliwe są tu do osiągnięcia wierceniami w zakresie głębokościowym do 1500 m, pozwoli na porównanie cech ich rozwoju w odniesieniu do równowiekowych utworów, które tworzyły się na bloku małopolskim i kratonie wschodnioeuropejskim. Tym samym możliwe będzie rozstrzygnięcie zasadniczych problemów dotyczących rozwoju paleogeograficznego i paleotektonicznego utworów prekambryjskich i dolnopaleozoicznych usytuowanych w obrębie TESZ na terenie Polski. Utylitarnym celem proponowanych w ramach zadania prac i robót geologicznych będzie: (1) określenie nieznanego dotąd potencjału węglowodorowego utworów dolnopaleozoicznych zalegających w NE części bloku górnośląskiego oraz; (2) ocena możliwości wystąpień mineralizacji polimetalicznej w utworach prekambryjskich i dolnopaleozoicznych zalegających na bloku górnośląskim w bezpośrednim sąsiedztwie strefy uskokuwej Kraków – Lubliniec. Z późnowaryscyjską ewolucją tektoniczną tego uskoku, stanowiącego granicę między blokiem górnośląskim i małopolskim, wiąże się rozwój magmatyzmu i mineralizacji kruszcowej w krawędziowych częściach w/w jednostek tektonicznych.

## **2. LOKALIZACJA I CHARAKTERYSTYKA REJONU PROJEKTOWANYCH ROBÓT GEOLOGICZNYCH**

Dla scharakteryzowania warunków geologicznych, hydrogeologicznych i środowiskowych wokół miejsca projektowanego otworu badawczego Bibiela PIG-1 wyznaczono obszar o powierzchni 160 km<sup>2</sup> (prostokąt o bokach 10x16 km) pod nazwą „rejon projektowanych robót geologicznych” (rejon), dla którego wykonano szczegółową analizę istniejących materiałów archiwalnych i publikowanych w zakresie geologii oraz dokonano nowych interpretacji geologicznych, wykonano mapy i przekroje, sporządzono zestawienia tabelaryczne (Zał.1-9, Zał.13). Takie podejście podyktowane było koniecznością wytyczenia optymalnej dla osiągnięcia założonych celów (patrz wstęp) lokalizacji wiercenia otworu badawczego Bibiela PIG-1. Na tym etapie prac rozpatrywano również możliwość wyznaczenia lokalizacji alternatywnej.

## **2.1. Położenie administracyjne i geograficzne**

Charakteryzowany rejon zlokalizowany jest w północnej części województwa śląskiego. W przeważającej części należy do powiatu tarnogórskiego (miasta: Kalety, Miasteczko Śląskie, gminy: Świerklaniec, Ożarowice), w części środkowej i północnej do powiatu lublinieckiego (miasto Woźniki), w części północno-wschodniej do powiatu myszkowskiego (gmina Koziegłowy), skrajnie południowo-wschodnia część przynależy do powiatu będzińskiego (gminy: Mierzęcice, Siewierz) (Załącznik 1). W cięciu „Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000” obejmuje fragmenty przylegających do siebie arkuszy: 877 Kalety, 878 Koziegłowy, 910 Bytom, 911 Wojkowice.

Pod względem fizyczno-geograficznym jest to strefa graniczna pomiędzy Wyżyną Śląską reprezentowaną przez mezoregion - Garb Tarnogórski, a Wyżyną Wieluńsko-Woźnicką reprezentowaną przez mezoregion – Próg Woźnicki (Kondracki, 2002).

Centralnie usytuowany w przedmiotowym rejonie projektowany otwór wiertniczy Bibiela PIG -1 zlokalizowany jest w południowej części gminy Woźniki (powiat lubliniecki), około 1,3 km na południowy wschód od osady leśnej Dąbrowa Wielka (Załącznik 1).

## **2.2. Morfologia i hydrografia**

Omawiany rejon to teren wyżynny, o stosunkowo niewielkich różnicach w morfologii terenu, lekko nachylony w kierunku południowo-wschodnim i północno-zachodnim. Rzędne powierzchni terenu mieszczą się w przedziale od 366,0 m w części północno-wschodniej (wyniesienia w okolicach Cynkowa) i 315 m w części południowo-zachodniej (Miasteczko Śląskie) do 273 m w części północno-zachodniej (dolina Małej Panwi) i 280 m w części południowej (dolina Brynicy)

Jest to strefa źródłiskowa pomiędzy dolinami Małej Panwi odprowadzającej wody do zlewni Odry i Brynicy odprowadzającej wody do zlewni Wisły. Wspomniane rzeki zasilane są licznymi, niewielkimi ciekami powierzchniowymi wyraźnie oddzielającymi wspomniane zlewnie.

Projektowany otwór Bibiela PIG-1 zlokalizowano na wzniesieniu morfologicznym o rzędnej 297 m n.p.m., które wyznacza w tym miejscu dział wodny I rzędu oddzielający zlewnie Wisły i Odry

### **2.3. Zagospodarowanie terenu (z uwzględnieniem obiektów i obszarów chronionych)**

Charakteryzowany rejon, ze względu na występowanie rozległych kompleksów leśnych (71,5% powierzchni) należy do słabo zagospodarowanych zarówno w skali województwa jak i kraju (Załącznik 1-2). Pozostałą część terenu zajmują łąki i nieużytki 32,1 km<sup>2</sup> (20%) oraz grunty orne - około 6,7 km<sup>2</sup> (4,1%). Rolnictwo koncentruje się w okolicach wsi Cynków, w pozostałej części ogranicza się do kilkudziesięciu hektarowych obszarów pól uprawnych w bezpośrednim sąsiedztwie wsi Zendek oraz osad leśnych: Kolonia Woźnicka, Dąbrowa Wielka, Bibiela i Straków. Obszary zabudowane to około 4,4% powierzchni, z czego większość to tereny miejskie i przemysłowe Miasteczka Śląskiego. Na północnych peryferiach Miasteczka Śląskiego funkcjonuje od 1966 roku huta cynku – największy zakład przemysłowy w regionie.

Przez środek omawianego rejonu z południa na północ, w odległości około 200m od projektowanego otworu prowadzona jest budowa autostrady A-1 na odcinku Pyrzowice – Woźniki.

W latach 50-tych XX wieku między Kaletami (osiedla Miotek i Zielona) a Miasteczkiem Śląskim wykonano grupowe ujęcie wód podziemnych „Bibiela”. Wokół ujęcia utworzono strefę ochronną o powierzchni około 25 km<sup>2</sup> (Załącznik 2).

Projektowany otwór jest zlokalizowany w lasach lublinieckich zarządzanych przez Regionalną Dyрекcję Lasów Państwowych w Katowicach, nadleśnictwo Świerklaniec, Leśnictwo Polski Las – Oddział 120.

W sąsiedztwie projektowanych robót geologicznych nie ma obszarów przyrodniczych prawnie chronionych. Od miejsca lokalizacji otworu badawczego w odległości około 1200 – 1400 metrów na zachód występuje obszar ochrony siedlisk (OOS) Natura 2000\_bagno Bruch (PLH240035) o powierzchni około 40 ha. Głównym elementem tego obszaru siedliskowego są torfowiska przejściowe i wysokie z dużą ilością okazów owadożerne roszki okrągłolistnej.

### **3. OMÓWIENIE WYNIKÓW WCZEŚNIEJ PRZEPROWADZONYCH ROBÓT GEOLOGICZNYCH, BADAŃ GEOFIZYCZNYCH I HYDROGEOLOGICZNYCH W REJONIE PROJEKTOWANEGO OTWORU**

#### **3.1. Wyniki wcześniej wykonanych wierceń**

W rejonie projektowanego otworu badawczego Bibiela PIG-1 – w jego granicach wyznaczonych na załączniku graficznym 3 – prowadzone były w latach 1950–1988 przez Przedsiębiorstwo Geologiczne w Krakowie oraz Instytut Geologiczny w Warszawie roboty i prace geologiczne mające na celu poszukiwanie i rozpoznanie złóż cynku i ołowiu w utworach węglanowych triasu, a także dewonu.

Wyniki wykonywanych tu robót i prac geologicznych służących w/w celowi zostały przedstawione w pracach archiwalnych (projektach, dokumentacjach lub sprawozdaniach) autorstwa: Wielgomasa (1959); Michaleckiej, Tichanowicz (1971); Gładysza, Magdy (1974); Gładysza i in. (1982); Michaleckiej, Wilgi-Nosol (1986); Ciemnieńskiej, Dymowskiego (1991) i częściowo opublikowane przez: Wielgomasa (1964); Gładysza, Śliwińskiego (1979); Gładysza i in. (1990) oraz Śliwińskiego, Gładysza (1996).

Z danych zawartych w/w pracach i innych – dotyczących warunków hydrogeologicznych – wynika, że w rejonie projektowanego otworu badawczego Bibiela PIG-1 wykonano ogółem 230 wierceń. Ich wyniki (w zakresie stratygrafii rozpoznanych w nich kompleksów skalnych) zestawiono w tabeli nr 1 (Załącznik 13), a lokalizację przedstawiono na załączniku nr 3. Część z tych wierceń (w liczbie 38) o symbolu H z numeracją od 1 do 38 to otwory studzienne, a pozostałe 192 to otwory wykonane w ramach prac poszukiwawczych i rozpoznawczych za złożami cynku i ołowiu w utworach triasu, a także dewonu. Nazwy tych wierceń oznaczono symbolami literowymi pochodzącymi od pierwszych liter miejscowości lub rejonów badawczych, w obrębie których zostały one wykonane. I tak symbole: „B” i „BIB” pochodzą od miejscowości Bibiela; „BK” - oznaczają rejon badawczy Bibiela – Kalety; „BM” - rejon badawczy Bibiela – Miotek; „C” - od miejscowości Cynków; „S” - od rejonu badawczego Siewierz; „CW” - od rejonu badawczego Cynków – Winowno; „WW” - od rejonu badawczego Winowno – Woźniki.

Głębokość wykonanych na omawianym obszarze wierceń nie przekracza 300 m, poza pojedynczymi otworami (BM-149, BM-151, BM-152, BM-156, BM-162, KM-70, 16-WW), spośród których najgłębszy – BM-152 osiągnął 375,6 m. Nieliczne są również wśród nich otwory o głębokości mniejszej od 100 m. Do nich należą przede wszystkim otwory studzienne o symbolach H 24 do H 38 (Załącznik 13). Należy też wspomnieć, że otwory

realizowane w celu poszukiwania i rozpoznania złóż rud cynku i ołowiu były w pełni rdzeniowane w trakcie przewiercania utworów triasu i starszych, a uzysk rdzenia w większości z nich przekraczał 80 %.

W wykonanych tu otworach (Załącznik 3; Załącznik 13) rozpoznano przede wszystkim profile czwartorzędu oraz triasu środkowego i górnego. Większość z tych odwiertów zakończono w utworach triasu środkowego lub dolnego. Osady triasowe przebito tylko w 22 otworach, pod którymi stwierdzono utwory starsze – głównie dewońskie, a w pojedynczych otworach również karbońskie i permskie. Do najstarszych, rozpoznanych na omawianym obszarze, należą klastyczno-węglanowe utwory ordowiku. Fragment profilu tych osadów stwierdzono pod dewonem w otworze BM-152 (Załącznik 3, 12 i 13). Granica między dewonem a ordowikiem w tym otworze nie została jednoznacznie ustalona. Gładysz i in. (1990) ustalili ją na głębokości 255,3 m. Natomiast Buła (2000) granicę między dewonem a ordowikiem wyznaczył na głębokości 284,6 m, a osiągnięte w tym otworze utwory ordowickie (w przedziale głębokości 284,6 – 375,6 m) zaliczył do formacji z Bibieli (fm).

### **3.2. Stan badań geofizycznych**

W rejonie projektowanego otworu badawczego Bibiela PIG-1 prace geofizyczne – służące przede wszystkim rozpoznaniu wgłębnych struktur – prowadzono metodami: grawimetryczną i magnetyczną, a ich wykonawcą było Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych w Warszawie. Przedmiotowy obszar pokryty jest zdjęciem półszeregółowym o gęstości 4 - 6 pkt/km.

Półszeregółowe pomiary grawimetryczne na tym terenie prowadzone były w latach 1967–1968 w ramach tematu: „Monoklina przedsudecka i śląsko-krakowska” (Reczek 1968). Badania te kontynuowano w latach 1975–1978 w ramach tematu: „Lubliniec – Kraków” (Okulus i in. 1979). Szczegółowe badania grawimetryczne przeprowadzone zostały w sąsiednim rejonie Siewierza (Welsz 1982).

Pierwsze badania magnetyczne, którymi objęto również przedmiotowy obszar, wykonano w latach 1936–1938 (E. Stenz) i 1940–1942 (St. Pawłowski). Półszeregółowe zdjęcie magnetyczne zostało tu zrealizowane w latach 1975–1978 w ramach tematu: „Lubliniec – Kraków” (Okulus i in. 1979).

Archiwalne pomiary grawimetryczne i magnetyczne wykonane w omawianym obszarze do końca 1987 roku zostały zebrane i usystematyzowane w ramach tematu: „Region górnośląski – geofizyczne mapy podstawowe” (Bachnacki, Margul 1988). Wyniki badań



grawimetrycznych z tego obszaru ujęte zostały również w „Atlasie grawimetrycznym Polski” (Królikowski, Petecki 1995), a badań magnetycznych w „Dokumentacji półszczełowych badań magnetycznych T na obszarze Karpat i przedgórze” (Kosobudzka, Wrzeszcz 2005).

W rejonie projektowanego otworu Bibiela PIG-1 zaznacza się wyraźna, dodatnia anomalia grawimetryczna osiągająca wartości 10-20 mGal (Załącznik 4 a). Pochodzenie tej anomalii można wiązać z odsłaniającymi się tu pod triasem węglanowym utworami dewońskimi. Jej intensywność jest prawdopodobnie dodatkowo potęgowana przez skały węglanowe triasu występujące bezpośrednio pod czwartorzędem.

W obrazie anomalii magnetycznych (Załącznik 4 b) obszar ten charakteryzuje się rozległym, o podwyższonej wartości polem magnetycznym. Geneza tej anomalii jest niejasna. Być może pochodzi ona od skał podłoża prekambryjskiego o podwyższonym namagnesowaniu.

Na analizowanym obszarze nie prowadzono prac metodą sejsmiczną.

W roku 1978 wykonano tu badania geoelektryczne (sondowanie elektrooporowe) w ramach tematu: „NW część regionu śląsko-krakowskiego”, których wyniki włączono do „Projektu badań geologicznych za rudami cynku i ołowiu do kat. C<sub>2</sub> w obszarze Siewierza wraz ze sprawozdaniem” (Kurek, Gładysz 1979). Badania te umożliwiły dokładniejsze wykartowanie stropu węglanów triasowych oraz uściślenie granic litologicznych i przebiegu uskokuw w utworach triasowych (Gładysz i in. 1982).

Pomiary karotażowe przeprowadzono tylko w niektórych wykonanych tu otworach wiertniczych, a mianowicie (załącznik, graf. 3): BM-150, BM-154, BM-155, BM-156B, BM-157, BM-159, BM-160, BM-161, Bm-162, BM-164, BM-166, BM-170. Zestaw pomiarowy obejmował:

- profilowanie gamma,
- profilowanie neutron - gamma,
- profilowanie gamma - gamma gęstościowe,
- profilowanie odporności sondą gradientową,
- profilowanie potencjałów samoistnych,
- profilowanie średnicy odwiertu,
- profilowanie gamma - gamma selektywne,
- pomiary krzywizny odwiertu,
- pomiary oporności płuczki rezystiwimetrem powierzchniowym.

### 3.3. Wyniki przeprowadzonych badań hydrogeologicznych

Źródłem informacji o warunkach wodnych w rejonie projektowanego otworu badawczego Bibiela PIG-1 są wyniki badań hydrogeologicznych przeprowadzone w otworach złożowych w trakcie dokumentowania złóż cynku, ołowiu i żelaza do głębokości 375,6 m oraz w otworach studziennych do głębokości 256 m, wykonanych w celu zaopatrzenia w wodę ludności i przemysłu. Danych hydrogeologicznych dostarczyła także podziemna eksploatacja rud, prowadzona na początku XX wieku w okolicy Bibieli do głębokości 90 m.

Badania hydrogeologiczne w trakcie poszukiwania i rozpoznawania złóż kruszców, które w analizowanym obszarze prowadzono już w latach 1850 – 1880, a ostatnio w latach 1977–1979 (Załącznik 3, 13), ograniczały się jedynie do pomiarów zwierciadła wody w trakcie wiercenia otworów i odnotowania faktu istnienia zasobnych w wodę warstw triasowych.

Na dużą wydajność triasowego poziomu zwrócili już uwagę geolodzy niemieccy, którzy do 1914 roku odwiercili w lasach na południe od Miotka szereg otworów. W ośmiu z nich nawiercono w dolomitach triasu wodę artezyjską, której ilość określono łącznie na 1951 m<sup>3</sup>/h wody otrzymanej samowypływem. O znacznym zawodnieniu utworów triasowych świadczyły również duże dopływy wód, rzędu 1500 m<sup>3</sup>/h, do czynnej wtedy kopalni kruszców „Flora” koło Bibieli. Nagłe wdarcie wody do wyrobisk górniczych w 1917 roku, które wystąpiło na głębokości 90 m w ilości około 2400 m<sup>3</sup>/h, spowodowało zatopienie kopalni (Wielgomas 1959).

Stałym problemem w czynnej kopalni „Flora” był nadmiar wody dopływającej do wyrobisk i instalowanie wydajnych pomp do jej odprowadzania. Stąd w 1911 roku powstał projekt wykorzystania tych wód do zaopatrzenia w wodę Śląska. Projekt ten zaczęto realizować w 1913 roku, ale już nie w ramach prowadzenia odwodnienia kopalni tylko nowego zbadania warunków wodnych w zalesionym terenie między Bibielą i Miotkiem. Wykonano otwory rozpoznawcze, w których przeprowadzono pomiary wydajności samowypływów (zobacz powyżej). Badania prowadzone były wówczas przez Smrekowa, a później kontynuowane przez Behagela i Merkla, który obliczył ogólną wydajność tego poziomu. (Wielgomas 1959).

W okresie międzywojennym i wojennym prac tych nie kontynuowano. Do problemu wrócono dopiero w latach pięćdziesiątych XX wieku, budując grupowe ujęcie wód podziemnych Bibiela oraz w późniejszych latach ujęcia mniejsze należące do lokalnych użytkowników w Dąbrowie Małej, Dąbrowie Wielkiej, Woźnikach i Cynkowie. Wyniki badań hydrogeologicznych, prowadzonych w otworach studziennych wykonanych w celu zaopatrzenia w wodę, stanowią podstawę aktualnego rozpoznania warunków

hydrogeologicznych analizowanego rejonu. Rozpoznanie to sięga do głębokości 250 m i obejmuje dane o warunkach zawodnienia warstw czwartorzędu i triasu (Załącznik 3, 13).

Materiały z badań hydrogeologicznych, prowadzonych w studniach głębinowych oraz w piezometrach, są aktualnie zapisane w Banku HYDRO. Studnie eksploatacyjne i awaryjne w analizowanym obszarze ujmują głównie poziom wodonośny triasu środkowego (wapienia muszlowego) lub połączonych poziomów triasu środkowego i triasu dolnego (retu). Otwory te są źródłem podstawowych informacji o parametrach hydrogeologicznych poziomów wodonośnych, głównie ze względu na przeprowadzony w nich szeroki zakres badań i ciągłe pomiary zwierciadła wody i badania jej jakości. Najważniejsze w analizowanym rejonie są wyniki badań prowadzone w otworach studziennych ujęcia „Bibiela”. Eksploatację wody prowadzi Stacja Uzdatniania Wody „Bibiela” będąca terenową jednostką organizacyjną Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów S.A. w Katowicach. Ujęcie składające się z 13 czynnych studni, bazuje na zasobach wodnych związanych z węglanowymi utworami retu (dolny trias) i wapienia muszlowego (środkowy trias) w obrębie głównego zbiornika wód podziemnych „Lubliniec – Myszków” (GZWP 327).

Źródłem informacji o zmienności środowiska wód podziemnych jest monitoring prowadzony w analizowanym obszarze na dwóch poziomach: krajowym – prowadzone przez PIG-PIB dwie stacje obserwacji stanów wód i lokalnym – prowadzone pomiary w piezometrach na potrzeby ujęcia „Bibiela” (Załącznik 3, 13).

Główne zainteresowanie warunkami hydrogeologicznymi w analizowanym obszarze było związane z poszukiwaniem oraz eksploatacją złóż cynku, ołowiu i żelaza, a także z rozpoznaniem i określeniem zasobów wód podziemnych w celu ich ujęcia do zaopatrzenia w wodę. Efektem tego zainteresowania są opracowania o charakterze regionalnym przedstawiające warunki hydrodynamiczne i hydrochemiczne piętra triasowego obszaru śląsko-krakowskiego.

Podsumowanie wiedzy hydrogeologicznej w aspekcie zawodnienia złóż rud cynku i ołowiu, znajduje się w monograficznym opracowaniu pt. „Warunki hydrogeologiczne złóż rud cynku i ołowiu regionu śląsko-krakowskiego”, w którym przedstawiono: hydrogeologiczne warunki eksploatacji złóż cynku i ołowiu, zagrożeń wodnych kopalń, prognoz zawodnienia złóż perspektywicznych oraz możliwości wykorzystania wód kopalnianych do celów pitnych i przemysłowych (Różykowski, Wilk, red., 1980). W opracowaniu tym analizowany jest północny rejon złożowy, w zasięgu którego znajduje się projektowany otwór badawczy Bibiela PIG-1.

Natomiast wszystkie istotne informacje i problemy z zakresu hydrogeologii rozpatrywane w aspekcie pozyskania wód do celów pitnych, zawierają arkusze Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50 000, które opracowano na podstawie wcześniej wykonanych opracowań geologicznych, geofizycznych i hydrogeologicznych – w tym dokumentacji otworowych i syntez regionalnych. Analizowany obszar znajduje się w zasięgu 4 arkuszy MhP: Kalety (Gajowiec, Wagner i in. 1998; Kempa, Pękała, 2005), Koziegłowy (Gajowiec 1997; Górnik 2005), Bytom (Kropka, Kowalczyk i in. 1998; Kempa, Bielewicz, 2005) i Wojkowice (Wagner, Chmura i in. 1997; Górnik 2005). Mapy obejmują rozpoznanie głównego użytkowego poziomu wodonośnego (GUPW) – w analizowanym obszarze związanego z serią węglanową triasu (Załącznik 9b) oraz pierwszego poziomu wodonośnego (PPW) – w analizowanym obszarze związanego z utworami czwartorzędu, triasu górnego i triasu środkowego (Załącznik 9 a).

W ostatnich latach, po opracowaniu wyżej wymienionych arkuszy MHP, wykonano „Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych „Bibiela” (Witkowski i in. 2012). W dokumentacji, na podstawie wyników modelowania numerycznego i analizy wielkości eksploatacji i położenia zwierciadła wody podczas wieloletniego poboru wody, ustalono: układ hydrodynamiczny w kompleksie wodonośnym serii węglanowej triasu (wg stanu na grudzień 2011 roku), wielkość zasobów eksploatacyjnych ujęcia i obszar zasobowy oraz zasięg strefy ochronnej. W granicach wykonanego modelowania numerycznego znajduje się obszar objęty analizą w przedmiotowym projekcie.

## **4. BUDOWA GEOLOGICZNA W REJONIE PROJEKTOWANEGO OTWORU**

### **4.1. Pozycja tektoniczna utworów mezozoicznych i paleozoicznych w rejonie projektowanych badań**

W budowie geologicznej obszaru na którym zlokalizowano projektowany otwór badawczy Bibiela PIG-1 udział biorą przede wszystkim klastyczno-węglanowe osady triasu podzielone na szereg jednostek litostratygraficznych (Załącznik 5). Ponad nimi zalegają utwory czwartorzędowe, a lokalnie – w części północno-wschodniej i południowo-zachodniej – gruboklastyczne utwory jury dolnej (Załącznik 5). W części południowej obszaru pod triasem występują gruboklastyczne utwory permu, które lokalnie odsłaniają się na powierzchni

podczwartorzędowej (Załącznik 5). Natomiast w części wschodniej i środkowej pod triasem stwierdzone zostały wierceniami utwory dewonu (Załącznik 7). W omawianym obszarze należy się spodziewać również obecności dolnokarbońskich osadów klastycznych typu kulmu (Załącznik 7), których fragmentaryczne profile stwierdzono pod triasem w okolicy Cynkowa w otworach: KM-70, 15-WW, 1-CW (Załącznik 5, 13). Pełniejsze ich profile rozpoznano w sąsiednich rejonach położonych po północnej, zachodniej i południowej stronie przedmiotowego obszaru (Buła i in. 2002). Najstarszymi, poznanymi na tym obszarze tylko otworem BM-152, są klastyczno-węglanowe utwory ordowiku.

W odniesieniu do szerszego (regionalnego) tła geologicznego i aktualnie zdefiniowanego regionalnego podziału tektonicznego Polski (Żelaźniewicz i in. 2011) omawiany obszar, na którym zostały rozpoznane w/w utwory mezozoiczne i paleozoiczne, zajmuje następującą pozycję tektoniczną:

- w odniesieniu do jednostek tektonicznych wyróżnianych w podkenozoicznym planie strukturalnym, położony jest on w północno-zachodniej części monokliny śląsko-krakowskiej;
- natomiast na tle jednostek tektonicznych uwidaczniających się pod pokrywą permsko-mezozoiczną i kenozoiczną, usytuowany jest w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego w obrębie górnośląskiej (dębnicko-siewierskiej) strefy fałdowej (Buła i in. 2008; Żelaźniewicz i in. 2011).

Rozpoznane na tym obszarze utwory ordowiku włączane są do kambryjsko-ordowickiego (epikadomskiego) pokrywowego piętra strukturalnego bloku górnośląskiego (Buła 2000). Natomiast występujące tu pod triasem utwory dewońsko-karbońskie tworzą waryscyjskie pokrywowe piętro strukturalne bloku górnośląskiego (Buła 2000; Buła, Żaba 2005).

Do epiwaryscyjskiego (permsko-mezozoicznego) pokrywowego piętra strukturalnego należy zaliczyć rozpoznane tu osady permu, triasu i jury, zalegające pod pokrywą czwartorzędową.

Wyżej wymienione piętra strukturalne oddzielane są powierzchniami nieciągłości sedymentacyjnych (luki stratygraficzne) lub erozyjnych, na których zaznaczają się zazwyczaj niezgodności kątowe zalegania warstw.

## 4.2. Stratygrafia i litologia

Jak wynika z danych przedstawionych w podrozdziałach 3.1 i 4.1 w rejonie projektowanego otworu badawczego Bibiela PIG-1 rozpoznano utwory: ordowiku, dewonu, karbonu, permu, triasu, jury i czwartorzędu. Charakterystyka stratygraficzna i litologiczna tych utworów przedstawia się następująco:

### Ordowik

Udokumentowane paleontologicznie utwory ordowiku stwierdzono tylko w otworze BM-152 (Załącznik 12). Badania palinologiczne i konodontowe tych utworów jak i zalegających powyżej w otworze BM-152 utworów dewońskich, przeprowadzone zostały przez: Linczowską-Makowską (1978); Jachowicz (w: Gładysz i in. 1990) oraz Siewniak-Madej i Jeziorowską (1978). Na podstawie wyników tych badań Gładysz i Piekarski (w: Gładysz i in. 1990), granicę między dewonem a ordowikiem w otworze BM-152 wyznaczyli na głębokości 255,3 m. Powtórzone przez Filipiaka (w: Buła 2000) badania palinologiczne próbek skał z otworu BM-152 wykazały obecność mikrospor dolnodewońskich w próbce z głębokości 270,0–271,2 m. Wyniki tych badań umożliwiły zweryfikowanie granicy między dewonem a ordowikiem, która została ustalona na głębokości 284,6 m (Buła 2000). Utwory ordowiku rozpoznane otworem BM-152 w przedziale głębokości 284,6–375,6 m (końcowa głębokość otworu) reprezentowane są przez skrzemionkowane iłowce rzadko mułowce – określane przez Gładysza i in. (1990) jako łupki – miejscami dolomityczne, seledynowo-szare i ciemnoszare. Skały te wykazują „pasiastą” budowę. Iłowce seledynowo-szare są przewarstwiane lub laminowane poziomo iłowcami ciemnymi prawie czarnymi. Miejscami występują laminarnie ułożone klasty czarnych iłowców, o nieregularnych, zazwyczaj kanciastych kształtach. Ich wielkość z reguły nie przekracza 0,5 cm. Skałom ilasto-mułowcowym towarzyszą piaskowce kwarcowe przechodzące w kwarcyty drobnoziarniste szare lub jasnoszare, masywne. Występują one w formie wkładek o miąższościach 10–15 cm, rzadko osiągają grubość większą od 1 m. Miejscami – zwłaszcza w środkowej części profilu – wśród skał ilasto-krzemionkowych spotykane są cienkie (do 10 cm) wkładki dolomitów szarych masywnych.

Utwory ordowiku rozpoznane otworem BM-152 wyróżnione zostały jako formacja z Bibieli (fm) (Buła 2000).

### D e w o n

Odcinki profili dewonu o długości od 5,1 m (otw. BM-161) do 246,2 m (otw. BM-151) rozpoznano na omawianym obszarze w 16 otworach (Załącznik 3, 7, 13).

Utwory dewońskie rozpoznane otworem BM-152 pomiędzy triasem a ordowikiem, w interwale głębokości 165,7–284,6 m, prawdopodobnie w całości reprezentują dewon dolny (Załącznik 12). Jak już wspomniano wcześniej ich dolnodewoński wiek został potwierdzony w próbkach z głębokości 270,0–271,2 m (Filipiak, w: Buła 2000).

Profil tych utworów w otworze BM-152 jest trójdzielny (Gładysz i in. 1990). W części górnej, w interwale głębokości 165,7–193,2 m, występują piaskowce kwarcowe przechodzące w kwarcyty, słabo wysortowane, przeważnie drobnoziarniste, lokalnie gruboziarniste przechodzące w zlepienie (o wielkości otoczków do 1 cm). Są to skały o barwie biało-szarej lub czerwono-brązowej, zsylikowane, przekrystalizowane o lepiszczu węglanowo-krzemionkowym, lokalnie ze skupieniami glaukonitu. Sporadycznie towarzyszą im wkładki szarych i czerwono-zielonych mułowców i iłowców dolomitycznych. W części środkowej profilu, w interwale głębokości 193,2–255,3 m, dominują dolomity mikrytowe lub drobnosparytowe, zbite, szare lub czerwono-brunatne piaszczyste, zsylikowane. Często przechodzą one w piaskowce kwarcytowe, drobnoziarniste, zlewne, szare, o spoiwie dolomityczno-krzemionkowym. W niższej części tego odcinka profilu wśród dolomitów i piaskowców pojawiają się wkładki czerwono-szarych iłowców dolomitycznych z drobnymi laminami substancji hematytowej. W dolnej części profilu, w interwale głębokości 255,3–284,6 m, występują naprzemianległe ławice: piaskowców kwarcowych, drobnoziarnistych szarych i jasnoszarych, przewarstwianych i laminowanych iłowcami krzemionkowo-dolomitycznymi oraz iłowców i mułowców krzemionkowych, dolomitycznych czarno-szarych lub pstrych (bordowo-seledynowo-szarych), laminowanych i przewarstwianych drobnoziarnistymi piaskowcami kwarcowymi.

Za dolnodewońskie należy uznać również osady rozpoznane w otworze BM-157, na głębokości 272,0–300,0 m (końcowa głębokość otworu), usytuowanym w sąsiedztwie otworu BM-152 (Załącznik 3). Stwierdzono tu iłowce i mułowce krzemionkowo-dolomityczne ciemnopopielate, szare, szaro-zielone, zapiaszczone z laminami i przewarstwieniami dolomitów drobnokrystalicznych i piaskowców kwarcowych oraz piaskowce drobnoziarniste, kwarcowe, szare, z laminami i wkładkami iłowców popielato-zielonych.

Wyższą część profilu dewonu reprezentują utwory węglanowe rozpoznane pod triasem, zarówno we wspomnianym otworze BM-157 jak i innych kilkunastu otworach (Załączniki 3, 7, 13). Są to ciemnoszare (niekiedy prawie czarne) i czerwono-brunatne dolomity nierównokrystaliczne: krypto-, mikro- i drobnokrystaliczne, często zapiaszczone, nierzadko zsylikowane. Dolomity przeważnie są kawerniste, niekiedy bitumiczne i lokalnie przepełnione skamieniałościami koralów i krynoidów. Badania paleontologiczne tych osadów

(oznaczenia fauny) zostały przeprowadzone tylko w otworze BM-157 na próbkach skał z głębokości 60,2–102,5 m przez Fedorowskiego (w: Gładysz i in. 1982; Śliwiński, Gładysz 1996), który określił ich wiek jako dewon: żywet – fran. W związku z powyższym przyjęto, że w większości otworów, w których osiągnięto opisane powyżej dolomity, reprezentują one dewon środkowy i częściowo górny (Śliwiński, Gładysz 1996).

Z istniejących danych wynika, że występujące w omawianym rejonie utwory dewońskie uległy silnej i jednocześnie nierównomiernej erozji przedtriasowej. Najintensywniejsze przejawy tych procesów obserwuje się w rejonie otworu BM-152, gdzie wskutek ich oddziaływania całkowicie usunięta została górna część profilu dewonu, obejmująca węglany środkowego i zapewne górnego dewonu. Ze względu na fragmentaryczne rozpoznanie trudno jest określić miąższość zachowanych tu profili osadów dewońskich zalegających pod triasem. W tym miejscu należy nadmienić, że w otworze Brudzowice 1, oddalonym o 10 km na wschód od otworu BM-152 (Fig.1), nawiercono ponad 1300m węglanów środkowodewońskich zalegających pomiędzy czwartorzędem a klastyczno-węglanowymi utworami dolnodewońskimi (Ekiert 1971), o podobnym charakterze litologicznym do równowiekowych osadów rozpoznanych otworami BM-152 i BM-157.

### K a r b o n

Informacje odnośnie litologii utworów karbońskich zalegających na omawianym obszarze są fragmentaryczne i pochodzą tylko z pojedynczych wierceń (zob. podrozdz. 4.1; Zał.13). Przypuszczalny zasięg utworów karbońskich na powierzchni podpermskiej i podtriasowej w analizowanym obszarze zaznaczono na załączniku nr 7.

Odcinki profili klastycznych lub klastyczno-węglanowych utworów karbońskich, o długości od 20 m do około 80 m (rzadko większej – do 330 m), rozpoznano w kilkunastu otworach (o głębokości 300–650 m) usytuowanych po północnej i północno-zachodniej stronie przedmiotowego obszaru, w rejonie Koszęcina – Woźnik – Koziegłów (Dybova-Jachowicz i in. 1999). Utwory karbonu reprezentowane są tu przez: mułowce szare przeważnie piaszczyste, laminowane lub przewarstwiane piaskowcami drobnoziarnistymi oraz piaskowce drobnoziarniste jasnoszare, laminowane i przewarstwiane mułowcami piaszczystymi. Mułowcom dość często towarzyszą ciemnoszare iłowce. Utwory te określane są ogólnie jako kulk. W kilku otworach usytuowanych w okolicy Koziegłów w profilach karbonu zaznacza się wyraźna przewaga iłowców, którym towarzyszą wkładki wapieni marglistych i piaszczystych oraz dolomitów i margli. Utwory karbońskie występujące w rejonie Koszęcina – Woźnik – Koziegłów zaliczono na podstawie badań palinologicznych



do górnego wizenu – niższego namuru A (Dybova-Jachowicz i in. 1999). W rejonie tym wykonano również głęboki otwór Kalety IG-1 (gł. 2005,0 m) usytuowany między Koszęcinem – Kaletami (Bukowy 1974) (Fig.1). W otworze tym, w interwale głębokości 350,0–2792,0 m, rozpoznano profil klastycznych utworów karbonu typu kulmu reprezentowanych przez mułowce piaszczyste laminowane i przewarstwiane piaskowcami oraz piaskowce drobnoziarniste laminowane i przewarstwiane mułowcami. Iłowce występują tu sporadycznie. W skałach tych napotkano szczątki fauny goniatytów i liliowców oraz fragmenty nieoznaczalnej flory (Bojkowski, Migier w: Bukowy 1974). Badania palinologiczne tych skał (Dybova-Jachowicz i in. 1999) wskazują, że należą one do wizenu górnego i niższej części namuru A. W dolnej części profilu otworu Kalety IG-1, w interwale głębokości 2792,0–3005,0 m, stwierdzono ciemnoszare ilowce margliste i margle z przewarstwieniami wapieni gruzłowych (Bukowy 1974). Wieku tych osadów nie ustalono. Należy je uznać za odpowiednik litologiczny i stratygraficzny dewońsko-dolnokarbońskich utworów węglanowych występujących w okolicach Siewierza – Olkusza – Dębника pod mezozoikiem lub czwartorzędem (np. Woźniak 2001 i cytowana tam literatura), jak i tych podobnych litologicznie i równowiekowych utworów dewońsko-dolnokarbońskich występujących w podłożu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (Kotas 1982, 1985).

Cechą wyróżniającą osady karbońskie rozpoznane otworem Kalety IG-1 jest ich silne zaangażowanie tektoniczne, przejawiające się zmiennymi (w przedziale 20-90°) i generalnie stromymi (przeważnie powyżej 50°) upadami warstw oraz obecnością stref zbrekcjowania (kataklazyty). Cechy tektoniczne tych osadów wskazują, że uległy one silnym deformacjom typu fałdowego lub fałdowo-nasuwczego. Nie można zatem wykluczyć powtórzeń warstw karbońskich w tym otworze.

Fragmenty profili karbońskich (wizeńsko-dolnonamurskich) utworów mułowco-ilasto piaskowcowych typu kulmu rozpoznano także po południowej stronie omawianego obszaru. Zostały one stwierdzone (Fig.1) m.in. w: otworze Tarnowskie Góry IG K-3 pod triasem i permem, w interwale głębokości 407,1–600,0 m (końcowa głębokość otworu) (Bukowy, Piekarski 1976); otworze Gołonóg pod czwartorzędem, w interwale głębokości 0,3–1003,0 m (Bojkowski i in. 1968). Fragmenty ich profilu rozpoznano również w północnej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w otworze Dobieszowice–Śączów 1 o głębokości 1500 m, położonym w odległości około 11 km na południe od otworu BM-152. Zostały one tu rozpoznane pod osadami triasu oraz karbońskimi utworami węglonośnymi warstw gruszowskich i pietrkowickich, w interwale głębokości 621,4–1500,0 m. Te wizeńsko-

dolnonamurskie osady, zalegające bezpośrednio w podłożu karbońskich utworów węglonośnych na terenie zagłębia górnośląskiego, wyróżniane są jako warstwy malinowickie.

Fragmentaryczne rozpoznanie utworów karbonu w obszarze planowanych robót geologicznych jak i w rejonach sąsiednich, wykazujących niekiedy silne zaburzenia tektoniczne (np. otwór Kalety IG-1), nie stwarza podstaw do odtworzenia ich profilu i miąższości.

### P e r m

Z rozpoznania wiertniczego w obszarze projektowanych robót geologicznych wynika, że utwory permu występują tylko w jego południowej części (Zał.3,5,13). Fragment ich profilu został rozpoznany w otworze BM-134, w interwale głębokości 53,0–90,0 m (Śliwiński, Gładysz 1996). Są to zlepieńce złożone z otoczków dolomitów, wapieni i porfirów o średnicy 3-10 cm, niekiedy drobniejszych okruchów piaskowców kwarcowych i mułowców czerwonych oraz ziaren kwarcu o średnicy 2-3 mm. Spoiwo zlepieńców jest na ogół ilasto-wapniste barwy czerwonej lub popielato-seledynowej.

Dyskusyjna jest pozycja stratygraficzna utworów nawierconych pod utworami węglanowymi triasu dolnego otworami hydrogeologicznymi: H4(S-B), H6(S-3B), H8(S-2B), H10(S-4B), H20(S-7B), H15(S-5B). Istniejący lakoniczny opis wydzieleni spągowej części w/w odwiertów dokonany na podstawie próbek okruchowych uniemożliwia prawidłową interpretację. Niemniej jednak, utwory te mogą należeć zarówno do permu jak również do dolnych ogniw niższego pstręgo piaskowca triasu dolnego.

Pełny profil permu został rozpoznany przy południowo-zachodniej granicy omawianego obszaru w otworze Tarnowskie Góry IG K-3 (Bukowy 1976) (Fig.1). Stwierdzone w tym otworze, między triasem a karbonem (w interwale głębokości 163,2–407,1 m), utwory permskie wykazują wyraźną trójdzielność. W części górnej (gł. 163,2–272,0 m) występują zlepieńce grubootczakowe i czerwone piaskowce drobno- i gruboziarniste, zawierające cienkie wkładki czerwonych mułowców, glin i żwirowców ilastych. Zlepieńce złożone są z otoczków: piaskowców czerwono-brunatnych, wapieni, dolomitów, mułowców i silnie zwiertzałych melafirów, o średnicy do 10 cm. Spoiwo zlepieńców stanowi materiał ilasto-tufowo-piaszczysty. Piaskowce utworzone są głównie z ziaren kwarcu i skaleni, o spoiwie ilasto-węglanowym. W piaskowcach obserwowane są struktury warstwowania przekątne. W części środkowej (gł. 272,0–393,9 m) występują utwory piaskowcowo-zlepieńcowe. Zlepieńce złożone są z dobrze otoczonych fragmentów skał reprezentowanych przez: wapienie, piaskowce oraz silnie zwiertzałe wulkanity (porfiry,

melafiry), o średnicy do kilku centymetrów. Spoiwo zlepieńców jest ilasto-węglanowe typu kontaktowo-porowego. Piaskowce są przeważnie różnoziarniste i często przechodzące w zlepieńce. Barwa ich jest szara lub szaro-brunatna, spoiwo ilasto-węglanowe lub ilasto-margliste. Piaskowcom podrzędnie towarzyszą cienkie wkładki wiśniowo-brązowych mułowców. W części dolnej profilu permu w otworze Tarnowskie Góry IG K-3 (gł. 393,9–407,1 m) występują margle szare i ciemnoszare przewarstwiające się z szarymi mułowcami. W skałach tych stwierdzono sporomorfy charakterystyczne dla permu (Dybova-Jachowicz, w: Bukowy 1976).

Według Kiersnowskiego (1991) występujące na omawianym obszarze utwory permskie tworzą wypełnienie struktury określonej mianem rowu Sławkowa, składającego się z połączonych z sobą subbasenów (niecek): Tarnowskich Gór, Podwarpia i Bolesławia. Omawiane powyżej osady permskie, zalegające w obrębie niecki Tarnowskich Gór, zostały zaliczone przez Kiersnowskiego (1991) do formacji Bolesławia, wiekowo należącej do cechsztynu.

### T r i a s

W szeroko rozprzestrzenionych na omawianym obszarze i dokładnie zbadanych licznymi otworami utworach triasu (Zał.5, 9a-b; 13), wyróżniane są następujące jednostki o charakterze litologiczno-stratygraficznym (Gładysz i in. 1982; Śliwiński, Gładysz 1996):

Trias dolny – Pstry piaskowiec dolny – Niższy pstry piaskowiec (T<sub>INNP</sub>) wykształcony jest w formie iłowców i iłolupków pstrych, z nieregularnymi laminami i soczewkami piasku kwarcowego z domieszką miki; które jako takie przechodzą horyzontalnie w mułowce czerwone (bordowe) z okruchami i większymi konkrecjami węglanów. Wśród tych utworów, szczególnie w dolnym odcinku profilu, występują wkładki drobnoziarnistych, białych, szarych lub czerwonych piaskowców kwarcowych (rzadko zlepieńców), niekiedy wyraźnie warstwowanych i laminowanych iłem seledynowym. Miejscami nawiercony niższy pstry piaskowiec, okazuje się być utworem klastycznym z udziałem otoczków dewońskich. Miąższość opisanych utworów waha się w przedziale 3÷21 m, do 44 m lokalnie (otwór BM-134).

Trias dolny – Pstry piaskowiec górny – Ret (T<sub>IR</sub>). Utwory retu reprezentowane są przez dolomity szare, najczęściej detrytyczne, rzadziej drobnooolitowe. Są one mniej lub bardziej zrekrytalizowane mikro- i drobnokrystaliczne o wykształceniu ziarn idio- i hipidiomorficznym, często ksenomorficznym, o wielkości okruchów od 0,005 do 0,01 mm. Dolomity drobnooolitowe posiadają spoiwo dolomitowe mikrokrystaliczne, ze skupieniami fragmentarycznymi dolomitu hipidio- i ksenomorficznego, z udziałem do 25 % kwarcu, przy

średnicach około  $0,2 \pm 0,25$  mm. Poszczególne oolity o średnicy  $0,08 \pm 0,2$  mm buduje dolomit mikro- i drobnokrystaliczny.

W stropie retu występują często dolomity wapniste, wykazujące łupliwość płytkową, będące w spągu z zasady margliste. Przy tym w części środkowej i spągowej spotyka się często przekładaniec dolomitu detrytycznego, nieco zrekrystalizowanego, mniej lub bardziej zapiaszczonego przy ziarnie żwirkowym, kwarcowym; w tym przypadku spoiwo jest ilaste typu kontaktowo-porowego. Często w spągu obserwowano zlepieniec klifowy z otoczkami dewonu. Na przykład w otworze BM-160 ret jest prawie w całości wykształcony jako zlepieniec z dużą ilością otoczków węglanowych dewońskich, pograżonych w spoiwie dolomitu krystaliczno-ilastego. W kilku otworach, nawiercających profil retu, stwierdzono w dolnym horyzoncie wyższego pstrego piaskowca obecność gipsu włóknistego barwy białej i szarej z soczewkami, bądź nieregularnymi przerostami iłu zielonawo-szarego. Gips najczęściej jest zaburzony, poniekąd zmierzwiony. Maksymalną miąższość takiej warstwy ilasto-gipsowej szacowanej na około 10 m stwierdzono otworem BM-162. Miąższość utworów retu waha się w zakresie 37-60 m, przy całkowitym ich braku na wyniesieniach dewonu.

Trias środkowy – Wapień muszlowy dolny – Warstwy gogolińskie (T<sub>2G</sub>) wykształcone są typowo, jak w innych częściach regionu śląsko-krakowskiego. Zazwyczaj profil, poczynając od najniższego ogniwa, rozpoczynają wapienie detrytyczne, niekiedy krystaliczne, najczęściej bioklastyczne z wkładkami wapieni ilastych, średnioławicowych, z fauną małżową i krynoidową. Ogniwo to stanowią tzw. wapienie z *Pecten* i *Dadocrinus*, podlegające miejscami dolomityzacji.

Powyżej leży seria wapieni mikrytowych o teksturach falistych z wkładkami margli gładkolaminowanych, płytowych, zwana wapieniem falistym I. Dominującą rolę pełni w danym poziomie wapienie ilaste, drobnofaliste. Powyżej serii falistej zespołu warstw gogolińskich dolnych zalega ogniwo tzw. wapienia komórkowego. Jest to dolomit szaro-żółty, mikrytowy, nieco wapnisty o warstwie pod względem miąższości dość wyrównanej od 1 do 1,5 m. Utwory węglanowe tego poziomu charakteryzuje udział glaukonitu.

Górna część warstw gogolińskich utworzona jest z wapieni o strukturze mikrytowej bądź drobnokrystalicznej, z udziałem licznych przeławień zlepieńców śródformacyjnych; między którymi w danej serii występują pospołu liczne wkładki margli.

Powyżej występuje seria wapieni właściwie mało zróżnicowanych, w postaci ławiczek marglisto-wapiennych. W tym przypadku wapienie są na ogół mikrytowe, rzadko

bioklastyczne, nierzadko faliste z licznymi wkładkami gładkich margli płytowych. Powyższa seria wapieni falistych reprezentuje poziom II wapienia falistego. Seria, zwieńczająca profil warstw gogolińskich – to wapienie margliste, poniekąd drobnofaliste poziomu III wapienia falistego. Miąższość warstw gogolińskich zmienia się w przedziale 22-40 m.

Trias środkowy – Wapień muszlowy dolny – Dolomity kruszconośne (T<sub>2K</sub>) mają na opisywanym obszarze znaczne rozprzestrzenienie poziome przy dużej zmienności miąższości od 23 do 64 m. Litologicznie są to dolomity szare, bądź szaro-żółte, nierównokrystaliczne, o wielkości ziaren 0,01÷0,06 mm. Pokrój ziaren krystalicznych jest najczęściej kseno- i hipidiomorficzny z tym, że przy silniejszej rekrytalizacji występują też ziarna idiomorficzne. Węglany mikrokrystaliczne przechodzą lateralnie w utwory drobnokrystaliczne bez wyraźnej prawidłowości. Dolomity kruszconośne wyróżniają się z całego kompleksu węglanowego wapienia muszlowego wyjątkowo dobitnie krystalicznością przy czym cechują się one podwyższoną jakby zlewnością, twardością, miejscami porowatością, nierzadko kawernistością ( $\phi$  od 0,5 do 5,0 mm). Utwory te są nierzadko szczelinowate gdzie w licznych szczelinach występują nacieki uwodnionych tlenków żelaza i lokują się pojedyncze kryształki oraz druzi białego kalcytu. Kawerny wypełnia zazwyczaj częściowo lub całkowicie biały wtórny dolomit o ziarnach wielkości 0,05 mm. Sporadycznie spotykano w strefach silnych spękań fragmenty dolomitu rozługowanego przez przepływające wody (początkowe stadium krasowe). Zaznaczyć trzeba, że do dolomitów kruszconośnych zaliczana jest powszechnie zdolomityzowana stropowa część warstw gogolińskich, zachowujących wyraźne struktury faliste bądź wykształcenie utworów zlepieńcowate (charakterystyczna gruzłowatość, falistość, drobnowarstewkowa laminacja). Często w poziomie niższym dolomitów kruszconośnych odpowiadającym warstwom górażdzańskim obserwowano typowy zlepieniec klifowy. Z fauny manifestują się w dolomicie kruszconośnym powszechnie małże, ślimaki i kynoidy.

Trias środkowy – Wapień muszlowy środkowy – Dolomity diploporowe (T<sub>2D</sub>) zalegają zgodnie na utworach dolnego wapienia muszlowego. Litologicznie są to dolomity żółto-szare i szaro-beżowe, drobnodziarniste, odcinkami zrekrystalizowane – nierównokrystaliczne (o średnicy ziarn 0,01÷0,05 mm, minimalnie 0,005, maksymalnie 0,12 mm). Podobnie jak niżej i tutaj dominuje ziarno ksenomorficzne, hipidiomorficzne, rzadko idiomorficzne. Miejscami obserwuje się wkładki bądź pakiety dolomitów oolitowych i pseudoolitowych. Wielkość ooidów zawiera się w granicach 0,1÷0,3 mm, przy czym wiele z nich wykazuje wyraźną budowę koncentryczną, przy ośrodkach złożonych z dolomitu

mikrokrystalicznego o średnicy ziarn 0,005 mm, lub w postaci okruchów węglanowo-ilastych. W pewnych poziomach jądra ooidów są przeważająco puste (ooidy banieczkowe). Jeśli chodzi o udział spoiwa kontaktowego to nie przekracza on 2 %. Dolomity diploporowe są na ogół mikro- i makrosporne, przy czym porowatość cechuje zwykle utwory o wybitnym idio- i hipidiomorficznym wykształceniu. Na szczelinach spękań mają miejsce liczne naloty i nacieki uwodnionych tlenków żelaza. W spękaniach i kawernach spotyka się nierzadko kryształki kalcytu. W części stropowej, szczególnie oolitowej obserwuje się bogatą faunę i florę (ślimaki, małże, krynoidy i glony). Pomiedzy ławicami grubszyimi zdarza się, że występują cienkie ławiczki dolomitu zlepieńcowatego o charakterze śródfornacyjnym. Miąższość dolomitów diploporowych osiąga na omawianym obszarze 30 do 40 m.

Trias środkowy – Wapień środkowy i górny – Warstwy tarnowickie (T<sub>2T</sub>) obejmują serię utworów stosunkowo mało litologicznie zróżnicowanych w postaci dolomitów jasnokremowych, mikrytowych, zbitych, niekiedy z zawartością ziarna kwarcu, marglisto-ilastych, o podzielności płytkowej. Nierzadko w niższej części profilu mają miejsce cienkie wkładki dolomitów drobnooolitowych. Dolomity mikrytowe mają na ogół wykształcenie ksenomorficzne, hipidiomorficzne, ale też i idiomorficzne, przy wielkości ziarn od 0,005 do 0,03 mm, najczęściej od 0,005 do 0,01 mm. Ooidy mają budowę mniej wyraźnie koncentryczną, będąc zbudowane z dolomitu kryptokrystalicznego. Ośrodkii ooidów przedstawiają dolomit mikrokrystaliczny o średnicy ziarn 0,005 mm. Dolomity tego typu są nierzadko zsylikowane i w tych przypadkach są twarde, zbite, nisko porowate. Sporadycznie mogą one zawierać cienkie wkładki zlepieńca śródfornacyjnego o stosunkowo małych otoczkach, a bardziej okruchach dolomitów mikrytowych o średnicy 0,2 do 1,3 mm, z dolomitem bazalnym bardzo drobno krystalicznym 0,005 do 0,02 mm. Sporadycznie w tych utworach zarysowują się odciski nie określonej fauny. Seria ta ma miąższość bardzo zmienną, wynoszącą od 3 do 24 m.

Trias środkowy – Wapień muszlowy górny – Warstwy wilkowickie (T<sub>2T</sub>) wykształcone są podobnie jak warstwy tarnowickie. Są to dolomity mikrytowe, jednak mniej żółte a bardziej biało- lub szaro-brunatne. W przyspągowej części profilu utwory te zawierają płaskie otoczaki dolomitu do 1 cm średnicy, a tylko sporadycznie do 5 cm (typowy zlepienieć śródfornacyjny). Okruchy i otoczaki zbudowane są z reguły z dolomitu drobnoziarnistego, o wielkości ziarn rzędu 0,01 mm, o wykształceniu ksenomorficznym; w tych przypadkach spoiwo bazalne jest mniej lub więcej drobnokrystaliczne, o ziarnie krystalicznym dolomitu od 0,01 do 0,06 mm, w zależności od stopnia zróżnicowanej rekrytalizacji. Ziarno

przedmiotowego dolomitu jest ogólnie rzecz biorąc hipidiomorficzne, rzadziej idiomorficzne. W tle takiego dolomitu występują liczne pory, w partiach międzyziarnowych wielkości rzędu 0,05 mm i krótkie szczelinki o szerokości około 0,03 mm. Często okruchy względem spoiwa posiadają granice zrekrytalizowane, zatarte. Miąższość warstw wilkowickich jest zmienna, wahająca się od 0,5 do 6,0 m.

Trias środkowy – Wapień muszlowy górny – Warstwy boruszowickie (T<sub>2B</sub>) wykształcone są jako utwory klastyczne, w formie ilów i łupków ilasto-piaszczystych lub ilasto-dolomitycznych barwy ciemnoszaro-brunatnej, nierzadko czarnej. W łupkach tego poziomu i tego rodzaju występują powszechnie zwęglone szczątki roślin i łuski ryb. Poza tym spotyka się regularnie drobne kryształki pirytu. Lokalnie w warstwach ilastych w obrębie warstw boruszowickich występują wkłady dolomitów barwy ciemnoszarej, które są wybitnie margliste, mikrytowe bądź drobnokrystaliczne, z łuskami ryb lub detrytusem fauny w zasadzie nieoznaczalnej, bądź trudno oznaczalnej. Dolomity są równoziarniste, o wielkości ziaren od 0,01 do 0,06 mm, mające na ogół ziarno idiomorficzne, rzadziej hipidiomorficzne. Utwory te są z zasady drobnoporowate lub kawerniste, przy wypełnieniu kalcytowym. W obrazie mikroskopowym stwierdza się w składzie przeważająco ziarna kwarcu detrytycznego, o średnicy od 0,03 do 0,1 mm. W stropowej części warstw boruszowickich są wkładki piaskowca glaukonitowego, droбноziarnistego, kwarcowego o spoiwie ilastym, o wyraźnej podzielnosci płytowej. Miąższość tych warstw jest zmienna, od 2 do 19 m.

Trias górny – Kajper (T<sub>3</sub>). Utwory kajpru reprezentowane są przez ily pstre, iłolupki i łupki margliste o laminacji wahlowej, od przekątnej do poziomej; w treści litologicznej obok kwarcu trafiają się często blaszki miki. Uogólniając, utwory te są stosunkowo silnie piaszczyste z mniejszymi lub większymi kompleksami piaskowców lub zlepieńców kwarcowych, przy spoiwie węglanowo-ilastym. Poza tym w licznych profilach występują mułowce zielonkawe-szare lub czerwone, niekiedy z glaukonitem i muskowitem, z podrzędną ilością co do miąższości wkładek wapieni i dolomitów. Miąższość utworów kajpru zmienia się od 2,0 do 94,8 m.

### Jura

Utwory jurajskie, reprezentowane przez osady piaszczysto-żwirowe i ilasto-glinkowe o miąższości do 8,0 m, występują na omawianym obszarze w formie izolowanych płatów (Załącznik 5, 13). Utwory te mogą być odpowiednikiem litologicznym i stratygraficznym dolnojurajskich utworów warstw połomskich.

### C z w a r t o r z ę d

Utwory czwartorzędu reprezentowane są głównie przez piaski drobno-, średnio- i gruboziarniste, kwarcowe, jasnobieżowo-żółte lub brunatno-czerwone, zailone, o pochodzeniu eolicznym i fluwioglacjalnym. W domieszce obok kwarcu występują podrzędnie ziarna ortoklazu. W spągu piasków znajduje się w wielu profilach zwietrzelina skał zazwyczaj nieodległych w postaci rumoszu i żwiru złożonego z okruchów dolomitowych, bądź wapiennych, z domieszką gliny piaszczystej, lub żwirku kwarcowego. Miejscami spotyka się w profilach ił brunatny, pylasty, podobny do warwowego. W ujęciu szacunkowym miąższość utworów czwartorzędowych waha się od zera do około 40 m.

#### **4.3. Tektonika**

Utwory paleozoiczne i mezozoiczne rozpoznane na omawianym obszarze włączane są, o czym wspomniano w podrozdziale 4.1, do trzech pięter strukturalnych (nie uwzględniając pokrywy czwartorzędowej) oddzielanych powierzchniami nieciągłości sedimentacyjnych i erozyjnych, na których zaznaczają się niezgodności kątowe zalegania warstw. Są to (idąc od najmłodszego piętra strukturalnego):

- epiwaryscyjskie (permsko-mezozoiczne) pokrywowe piętro strukturalne, które na omawianym obszarze reprezentują utwory permskie zalegające w rowie Sławkowa oraz utwory triasowe i występujące lokalnie osady dolnojurańskie tworzące północno-zachodnią część monokliny śląsko-krakowskiej;
- waryscyjskie pokrywowe piętro strukturalne bloku górnośląskiego, do którego zaliczane są słabo rozpoznane tu utwory dewońskie i karbońskie;
- kambryjsko-ordowickie (epikadomskie) pokrywowe piętro strukturalne, którego fragment reprezentują utwory ordowiku rozpoznane tylko w otworze BM-152.

Wchodzące w skład epiwaryscyjskiego (permsko-mezozoicznego) pokrywowego piętra strukturalnego utwory triasu zalegają na omawianym obszarze niemal poziomo. Wykazują one upady w granicach 4-8° zorientowane w kierunku NE. Strukturę tego piętra, w obrazie na powierzchni stropowej skał węglanowych (bez kajpru), przedstawiono na załączniku graficznym 6 oraz na przekrojach geologicznych (Zał.8a-b). Blokową strukturę tych utworów kształtują uskoki należące generalnie do dwóch systemów. Pierwszy system reprezentują uskoki o biegu zbliżonym do południkowego z odchyleniem na NNW–SSE lub NNE–SSW, które charakteryzują się niewielkimi zrzutami w granicach od kilku do około 20 m. Drugi system to uskoki o biegu zbliżonym do równoleżnikowego z odchyleniem ku



WNW–ESE, które cechują się zróżnicowanymi wzdłuż ich biegu zrzutami, wynoszącymi od kilkudziesięciu do ponad 200 m. Do ważniejszych, wyróżniających się w strukturze piętra permsko-mezozoicznego, należy subrównoleżnikowy uskoku uwidaczniający się w południowej części omawianego obszaru, w okolicach na N od Bibieli – Zendka, określony tu jako uskoku Bibiela – Zendek (Załącznik 5,6). Wzdłuż tego uskoku następuje zrzut utworów triasowych ku północy. W jego skrzydle wiszącym (południowym) odsłaniają się na powierzchni podczwartorzędowej utwory permskie i triasowe od pstrego piaskowca po wapień muszlowy dolny (warstwy gogolińskie). Natomiast w skrzydle zrzucanym (północnym) zalegają utwory triasowe po kajper włącznie. Uskok ten wyznacza w omawianym obszarze północny brzeg permskiego rowu Sławkowa, na odcinku niecki Tarnowskich Gór (Kiersnowski 1991). Rozwój uskoku przemieszczających utwory permskie i triasowe należy wiązać z tektoniką kimeryjską (Śliwiński, Gładysz 1996), a być może jeszcze młodszymi fazami tektoniki alpejskiej. Część z tych uskoku ma zapewne starsze założenia – waryscyjskie. Przykładem jest w/w uskoku Bibiela – Zendek wyznaczający północną granicę rowu Sławkowa. Zwrot zrzutu tego uskoku, przemieszczającego współcześnie utwory triasowe w kierunku północnym, w okresie rozwoju osadów permu i prawdopodobnie wcześniej (w paleozoiku) musiał być skierowany przeciwnie – w kierunku południowym. Wy tłumaczeniem tego jest jego reaktywacja, jako uskoku o starszych, waryscyjskich założeniach wraz z równoczesną inwersją kierunku transportu tektonicznego – z południowego na północny.

Tektonika waryscyjskiego piętra strukturalnego, ze względu na słabe rozpoznanie utworów dewońskich i karbońskich tworzących to piętro strukturalne na omawianym obszarze, jest trudna do odtworzenia. Po północnej stronie uskoku Bibiela – Zendek udokumentowano w kilkunastu otworach strefę podtriasowych wychodni dewonu, która kontynuuje się dalej ku wschodowi w kierunku Brudzowic – Siewierza – Poręby. Występujące tu na powierzchni podtriasowej utwory dewonu tworzą wąską strukturę antyklinalną o osi WNW–ESE (Załącznik 7,8 a-b) (Ekiert 1971; Gładysz, Śliwiński 1979; Śliwiński, Gładysz 1996). Struktura ta, zbudowana w osiowej partii z osadów środkowo- i lokalnie dolnodewońskich (otw. BM-152), określana jest jako antyklina Brudzowic (Żaba 1999; Buła i in. 2002). Po jej południowej i północnej stronie występują karbońskie utwory klastyczne typu kulmu (Załącznik 7). Te karbońskie utwory położone są hipsometrycznie niżej w odniesieniu do dewońskich skał węglanowych tworzących osiową część antykliny, co wskazuje na aktywną tektonikę i erozję w okresie przedpermskim i permskim. Południowe skrzydło

antykliny obcięte jest uskokiem Bibiela – Zendek, który wyznacza jednocześnie północny brzeg permskiego rowu Sławkowa jak i zasięg utworów karbońskich zalegających w obrębie tego skrzydła (Zał.7,8 b). W skrzydle północnym antykliny Brudzowic, na przejściu w synklinę Woźnik utworzoną ze skał karbońskich, tektoniczny kontakt dewonu i karbonu obserwuje się tylko lokalnie. Należy przy tym podkreślić, że warstwy karbońskie w synklinie Woźnik wykazują strome ułożenie, zazwyczaj pod kątem większym od 40° (Trzepierczyński 1996; Dybova-Jachowicz i in. 1999).

Zróznicowanie miąższości węglanów środkowodewońskich jak i obecność utworów dolnodewońskich na powierzchni podtriasowej (otw. BM-152) w osiowej partii antykliny Brudzowic, sugeruje znaczącą rolę uskoków subpołudnikowych (o biegu zbliżonym do N–S) w ukształtowaniu jej struktury. Prawdopodobnie tego typu uskoki, związane z tektoniką waryscyjską, doprowadziły do poprzecznego podziału tej antykliny na struktury o typie rowów i zrębów, a późniejsza (przedtriasowa) erozja spowodowała nierównomierne usunięcie węglanów dewońskich, aż do całkowitego ich ścięcia – jak to ma miejsce w przypadku otworu BM-152.

Antyklina Brudzowic reprezentuje jeden z trzech elementów antyklinalnych, utworzonych w osiowych partiach z węglanowych utworów dewońskich, uwidaczniających się w strukturze piętra waryscyjskiego w północno-wschodniej, krawędziowej części bloku górnośląskiego przylegającej do strefy uskokowej Kraków – Lubliniec, która wyznacza granicę między blokiem górnośląskim i małopolskim (Fig.1) (Żaba 1999; Buła i in. 2002, 2008). Obszar, na którym uwidaczniają się wspomniane elementy antyklinalne, rozciąga się od okolic Tarnowskich Gór – Kalet na NW przez Siewierz, Olkusz po okolice Krzeszowic na SE. Antyklina Brudzowic jest pierwszą tego typu strukturą najdalej wysuniętą ku NN. Kolejne, występujące dalej ku SE, to antyklina Chechła – Golczowic i antyklina Dębника (zob. Fig.1) (Żaba 1999; Buła i in. 2002). Charakterystyczną cechą jest wyraźne zróznicowanie kierunków osi tych struktur. Oś antykliny Brudzowic początkowo przyjmuje kierunek W–E, a w części wschodniej WNW–ESE. Oś antykliny Chechła – Golczowic biegnie w kierunku NW–SE, a antykliny Dębника przyjmuje kierunek NNW–SSE. Powstanie tych charakterystycznych struktur antyklinalnych jak i innych struktur fałdowych, uwidaczniających się w utworach dewońsko-karbońskich w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego oraz zmiany kierunków ich osi, należy wiązać z prawoskrętną aktywnością przesuwczą strefy uskokowej Kraków – Lubliniec w okresie późnokarbońskim (Żaba 1999). Fałdowe struktury dewońsko-karbońskie, występujące na obszarze między Tarnowskimi Górami – Kaletami na NW po okolice Krzeszowic na SE, włączane są do

jednostki tektonicznej wyróżnionej na bloku górnośląskim jako górnośląska (siewiersko-dębicka) strefa fałdowa (Buła i in. 2008; Żelaźniewicz i in. 2011).

Występujące na W od Tarnowskich Gór – Kalet utwory dewońsko-karbońskie, w tym utwory karbońskie rozpoznane otworem Kalety IG-1, zalegają już w obrębie oddzielnej, wyróżnionej w obszarze bloku górnośląskiego jednostki tektonicznej, tj. morawsko-śląskiego pasma fałdowo-nasuwczego (Buła i in. 2008; Żelaźniewicz i in. 2011). W obrębie tej jednostki tektonicznej dominują wąskie, ponasuwane wzajemnie struktury fałdowe o osiach wydłużonych w kierunku N–S i wschodniej wergencji.

Kambryjsko-ordowickie (epikadomskie) piętro strukturalne reprezentowane jest w obszarze projektowanych robót geologicznych przez fragment profilu ordowickich skał klastyczno-węglanowych rozpoznanych otworem BM-152 (Załącznik 12). Na nich zalegają bezpośrednio utwory dolnodewońskie. Luka stratygraficzna między tymi systemami paleozoiku przemawia za istnieniem przeddewońskich deformacji tektonicznych i procesów erozyjnych, którym zostały poddane osady ordowickie i starsze. Ze względu na fragmentaryczny stan rozpoznania utworów dolnopaleozoicznych w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego, a zwłaszcza w omawianej tu jego części, określenie cech tektonicznych tych osadów z okresu przeddewońskiego jest obecnie niemożliwe. Zwłaszcza, że na deformacje przeddewońskie nałożyły się tu intensywne deformacje fałdowo-blokowe związane z tektoniką waryscyjską. W odcinku profilu utworów ordowiku rozpoznanych otworem BM-152 ich zaangażowanie tektoniczne jest intensywne, za czym przemawiają zróżnicowane upady warstw wynoszące 10-15° w partii stropowej do 45° w spągu (Śliwiński, Gładysz 1996).

Z aktywnością tektoniczną strefy uskoku Kraków – Lubliniec - co dotyczy głównie jej późnowaryscyjskiej aktywności - wiążą się przejawy magmatyzmu. Różnego typu skały magmowe: porfiry, diabazy, gabry i lamprofiry towarzyszą różnowiekowym skałom: kambryjskim, ordowickim, dewońskim i karbońskim, które zalegają na bloku górnośląskim przeważnie w bezpośrednim sąsiedztwie strefy uskoku Kraków – Lubliniec. W pobliżu obszaru, na którym planowane są roboty geologiczne w ramach niniejszego projektu, intruzje skał magmowych stwierdzono w rejonie Woźnik – Koziegłów – Brudzowic – Siewierza (Żaba 1999 i cytowana tam literatura).

#### 4.4. Warunki hydrogeologiczne

W rejonie projektowanego otworu Biela PIG-1 rozpoznano warunki hydrogeologiczne do głębokości 256 m, które udokumentowano wynikami z badań hydrogeologicznych wykonanymi w 38 otworach studziennych i piezometrach (Załącznik 3,13). Wg otrzymanych danych, w analizowanym obszarze występują dwa piętra wodonośne związane z utworami czwartorzędu i triasu.

Interpretacji dotychczas rozpoznanych warunków hydrogeologicznych dokonano głównie na podstawie danych uzyskanych z Banku HYDRO (Załącznik 13) oraz prac publikowanych zawierających regionalne rozpoznanie środowisk hydrogeologicznych systemów kenozoiku, mezozoiku i paleozoiku: mapy hydrogeologiczne w skalach: 1:500 000 (Kleczkowski, red., 1990; Paczyński, red., 1995), 1:100 000 (Rózkowski, Chmura, red., 1996) i 1:50 000 (Gajowiec, Wagner i in. 1998; Gajowiec 1997; Kropka i in. 1998; Wagner, Chmura i in. 1997).

Opis warunków hydrogeologicznych zilustrowano mapami (Załącznik 9a-b) oraz przekrojami hydrogeologicznymi (Załącznik 9c). Mapę hydrogeologiczną piętra czwartorzędowego opracowano na podstawie MhP\_PPW 1:50 000 (Kempa, Pękała 2005; Górnik 2005; Kempa, Bielewicz 2005; Górnik 2005). Natomiast mapę hydrogeologiczną serii węglanowej triasu opracowano na podstawie aktualnych danych hydrogeologicznych znajdujących się w dokumentacji zasobowej ujęcia „Bibiela” (Witkowski i in. 2012).

Dotychczas wykonane odwierty (Załącznik 13) potwierdziły występowanie pod osadami triasu utworów permu, karbonu, dewonu i ordowiku (patrz rozdział 4.2). Jednak ich wodonośność w analizowanym rejonie nie została rozpoznana. Zawodnienie utworów dewonu, ordowiku i kambru, które przewiduje się osiągnąć w projektowanym otworze (Załącznik 11) scharakteryzowano w dalszej części rozdziału w oparciu o dane uzyskane z otworów odwierconych w sąsiedztwie analizowanego obszaru (Rózkowski, Wilk, red., 1980).

Omówienie pięter wodonośnych podporządkowano regionalizacji hydrogeologicznej zaproponowanej przez Paczyńskiego (red. 1995). Podstawą podziału na jednostki są kryteria hydrostrukturalne oraz udział użytkowych poziomów wodonośnych. Uzupełnieniem do przedstawionego podziału, który systematyzuje zwykłe wody podziemne, jest omówienie pięter wodonośnych spodziewanych w profilu hydrogeologicznym na przedmiotowym obszarze (Fig. 7).

Analizowany obszar znajduje się w śląsko-krakowskim regionie hydrogeologicznym (XII) i w subregionie triasu śląskiego (XII<sub>1</sub>) (Paczyński 1995). Utwory triasowe tworzą mezozoiczną pokrywę platformową, w podłożu której występują: w części południowej

utwory permu, w części zachodniej i środkowej utwory dewonu, a w części północno-wschodniej utwory dolnokarbońskie. Najstarszymi, poznanymi na tym obszarze tylko w bezpośrednim sąsiedztwie projektowanego otworu Bibiela PIG-1, są utwory ordowiku zalegające pod utworami dewonu (Załącznik 8).

Obszar Bibieli pod względem hydrogeologicznym zawiera się w granicach Głównego Zbiornika Wód Podziemnych (GZWP) nr 327 Lubliniec – Myszków, która jest jednostką hydrogeologiczną o randze krajowej (Kleczkowski, red. 1990; Skrzypczyk i in. 2009).

### CHARAKTERYSTYKA PIĘTER WODONOSNYCH

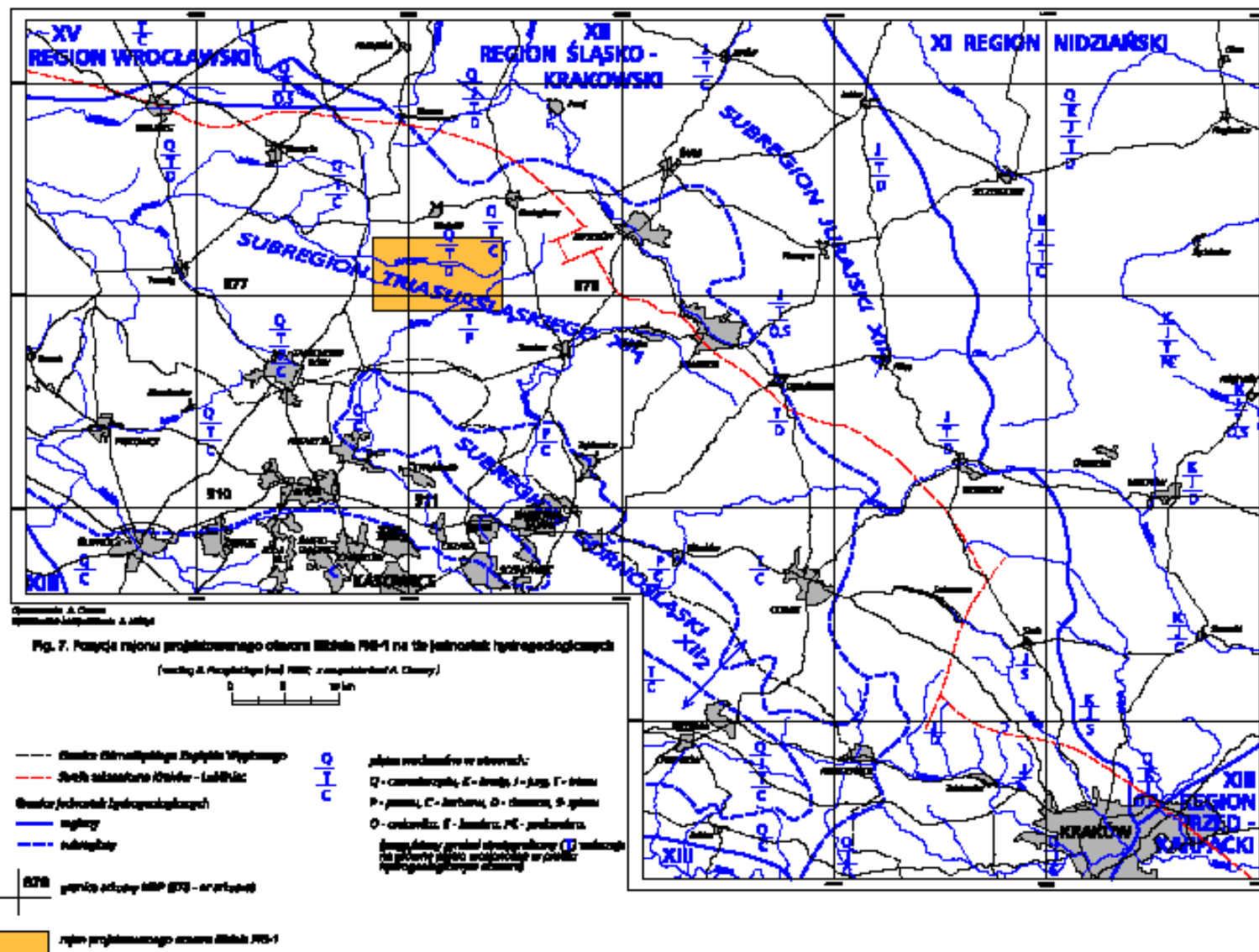
Charakterystyka pięt wodonosnych dotyczy rozpoznania ośrodka hydrogeologicznego i wodonosności utworów skalnych oraz mineralizacji gromadzonych w nich wód.

Piętro wodonosne czwartorzędu występuje generalnie w całym opisywanym rejonie, a brak go tylko w obszarach wzniesień triasowych z pokrywą zwietrzelinową w okolicach: Cynkowa, Miotka, Żyglina i na południe od Zendka (Załącznik 9a).

Zawodnione utwory czwartorzędu tworzą zbiorniki porowe, reprezentowane przez dwa środowiska geologiczne: formy dolin współczesnych i kopalnych Małej Panwi i Brynicy, które wypełniają piaszczysto-żwirowe osady rzeczne oraz formy sandrowe, które budują piaski rzeczno-lodowcowe. Najczęściej jest to jeden poziom wodonosny, miejscami przedzielony warstwą glin. Miąższość tego poziomu mieści się w granicach od 2 do 20 m, a w dolinach kopalnych i lokalnie w przegłębieniach dochodzi do 30-40 m. Głębokość zwierciadła wody mierzona w studniach kopanych i piezometrach na ogół nie przekracza 5 m p.p.t. Rzędne zwierciadła wody układają się na poziomie 270–300 m n.p.m. (Załącznik 9a). Poziom zasilany jest bezpośrednio przez infiltrację opadów atmosferycznych. Zaznacza się tu silny związek między układem krążenia wód podziemnych a siecią cieków (Załącznik 9a). W miejscach gdzie przepuszczalne utwory czwartorzędu zalegają bezpośrednio na serii węglanowej triasu, występuje między nimi łączność hydrauliczna.

W analizowanym rejonie piętro czwartorzędowe nie ma charakteru użytkowego (nieliczne studnie gospodarskie), stąd brak jest informacji o parametrach hydrogeologicznych oraz chemizmie i jakości wody. Jego użyteczność jest ograniczona ze względu na dobrze rozwiniętą sieć wodociągową, która korzysta z wód poziomów triasowych oraz zagospodarowanie powierzchni terenu, które jest głównie leśne.

Na podstawie wyników opróbowań piezometrów, wykonanych jednorazowo na potrzeby dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia „Bibiela”



(Witkowski i in. 2012), określono, że wody piętra czwartorzędowego należą do wód słodkich z wartościami mineralizacji w granicach 0,102 – 0,290 g/dm<sup>3</sup>.

Piętro wodonośne triasu generalnie obejmuje w całości analizowany rejon i występuje pod przykryciem utworów czwartorzędu i fragmentarycznie jury dolnej. Jego zasięg w południowej części obszaru (rejon Zendek - Ożarowice) wyznaczają wychodnie utworów permu na powierzchnię podczwartorzędową (Załącz.5,6,8b).

W pełnym profilu hydrogeologicznym opisywanego piętra wyróżnia się trzy poziomy wodonośne: kajpru (trias górny), wapienia muszlowego (trias środkowy) oraz retu (trias dolny).

➤ *Poziom wodonośny kajpru* (trias górny) związany jest z przewarstwieniami wapieni, dolomitów i piaskowców, które występują w utworach ilastych. Seria ta występuje w środkowej i północnej części obszaru i określana jest jako nieprzepuszczalna oraz izolująca dla poniżej zalegającej serii węglanowej triasu (Załącz.9b).

Zawodnione warstwy udokumentowano w dwóch studniach (Załącz.13):

- w Cynkowie: poziom wodonośny występuje w przedziale głębokości 1,3–5,5 m; charakteryzuje się swobodnym zwierciadłem wody; wydatek jednostkowy (q) studni wynosi 0,11 m<sup>3</sup>/h·1mS.
- w Dąbrowie Małej: poziom wodonośny występuje w przedziale głębokości 24,0–28,5 m; charakteryzuje się napiętym zwierciadłem wody, które stabilizuje się na głębokości ok. 3 m; wydatek jednostkowy (q) studni wynosi 0,46 m<sup>3</sup>/h·1mS a współczynnik filtracji 0,103 m/h.

Poziomy te charakteryzują się małym rozprzestrzenieniem i niską wodonośnością. Mają też minimalne znaczenie użytkowe, głównie ujmowane są płytkimi studniami gospodarczymi. W najbliższym sąsiedztwie projektowanego otworu Bibiela PIG-1 brak jest utworów kajpru (BM-128, BM-151, BM-152, BM-154, BM-155, BM-157, BM-160 i 12-CW).

➤ *Poziomy wodonośne wapienia muszlowego i retu* (trias środkowy i dolny) zbudowane z dolomitów i wapieni, tworzą najczęściej jeden poziom wodonośny zwany kompleksem wodonośnym serii węglanowej triasu. Przyjmuje się, że margliste utwory warstw gogolińskich rozdzielające oba ogniwa ulegają miejscami dolomityzacji, redukcji lub zdyslokowaniu tracąc tym samym właściwości izolacyjne (Różkowski, Chmura, red., 1996). Seria ta tworzy szczelinowo-krasowy typ zbiornika wód podziemnych, w którym głównymi drogami przepływu wody są szczeliny i kanały krasowe.

Poziom serii węglanowej triasu jest odkryty w południowej części opisywanego obszaru i miejscami w części środkowej, gdzie ma swoje wychodnie pod przepuszczalnymi utworami czwartorzędu, a w rejonie Żygłina i w strefie Zendek - Mierzęcice występuje na powierzchni terenu (Załącznik 9b, 9c). Natomiast na pozostałym obszarze jest zakryty i zapada w kierunku północnym pod utworami kajpru na głębokość od kilku do 140 m (w strefie Woźniki - Cynków).

Mięszczość serii węglanowej jest zróżnicowana. W części południowej, w rejonie wychodni utworów, wielkość ta mieści się w granicach od 20 do 180 m (Witkowski i in. 2012). Zwierciadło wód ma charakter swobodny lub lekko napięty. W części północnej, w rejonie przykrycia utworów węglanowych kompleksem ilastym kajpru, ich mięszczość wynosi maksymalnie 200-250 m. Zwierciadło wód ma charakter napięty.

Badane skały charakteryzują następujące parametry hydrogeologiczne (Załącznik 13): współczynniki filtracji ( $k$ ) w przedziale od 0,288–0,828 m/h, wodoprzewodność ( $T$ ) rzędu 39 - 47 m<sup>2</sup>/24h, maksymalne wydajności ( $Q$ ) z pojedynczej studni wahają się w granicach 4,4–630 m<sup>3</sup>/h przy depresjach ( $S$ ) odpowiednio 9,6 i 14,4 m, a wydatek jednostkowy ( $q$ ) studni wynosi 8,24 –416,67 m<sup>3</sup>/h·1mS.

Przytoczone wartości wskazują na bardzo zróżnicowaną wodonośność utworów, ale też pozwalają zaliczyć cały charakteryzowany rejon do kategorii występowania poziomu o bardzo dobrej przepuszczalności i bardzo korzystnych warunkach do gromadzenia się w nim wody.

Przepływ wód w triasowym zbiorniku wód podziemnych odbywa się z południowo-wschodu (rzędna zwierciadła wody około 295 m n.p.m) na północny-zachód (rzędna zwierciadła wody około 270 m n.p.m). Strefami drenażu są: w regionalnym systemie przepływu wody - dolina kopalna Odry, a w systemie lokalnym - ujęcie wód podziemnych „Bibiela”. Długotrwały drenaż, spowodowany przez duże ujęcie komunalne, zmienił układ hydrodynamiczny w zbiorniku. Spowodował odwrócenie naturalnych kierunków przepływu w obszarze spływu wód do ujęcia (Załącznik 9b).

Wody piętra triasowego należą do wód słodkich i akrotopegów z wartościami mineralizacji w granicach od 0,150 do 0,711 g/dm<sup>3</sup>.

Projektowany otwór Badawczy Bibiela PIG-1 zlokalizowano w obszarze występowania serii węglanowej triasu o mięszczości około 140 m, która w tej części triasowego zbiornika jest odkryta. Ponadto analizowany rejon znajduje się w obszarze spływu wody do ujęcia wód podziemnych „Bibiela” (Załącznik 9b).



Piętro wodonośne dewonu rozpoznane zostało w wapieniach oraz dolomitach środkowego i górnego dewonu struktury zrębowej Brudzowice – Żeliszewice – Niwki. W obszarze wychodni tych utworów wyznaczono zbiornik wód podziemnych Brudzowice-Rodaki, który znajduje się poza wschodnią granicą analizowanego obszaru (Rózkowski, Chmura, red. 1996). Opisywany poziom wodonośny pozostaje w łączności hydraulicznej z kompleksem wodonośnym serii węglanowej triasu. Kontakty hydrauliczne węglanowych utworów wodonośnych triasu i dewonu są typu tektonicznego i sedymentacyjno-transgresywnego. Dowodem na ich związek hydrauliczny są zbliżone rzędne ustabilizowanego zwierciadła wód i podobieństwo składu chemicznego wód.

Drogami przepływu w omawianym piętrze są szczeliny i kanały krasowe co klasyfikuje zbiornik do typu szczelinowo-krasowego.

Badane skały charakteryzują następujące parametry hydrogeologiczne: współczynniki filtracji ( $k$ ) wynoszą 8,6 i 17,3 m/24h, wodoprzewodność ( $T$ ) jest większa od 235 m<sup>2</sup>/24h, maksymalne wydajności ( $Q$ ) uzyskane z pojedynczej studni to 16,5 i 54,3 m<sup>3</sup>/h przy depresjach ( $S$ ) odpowiednio 0,2 i 11,8 m, a wydatki jednostkowe ( $q$ ) studni mają wartość 4,6 i 82,5 m<sup>3</sup>/h·1mS.

Przytoczone wartości wskazują na średnią i dobrą przepuszczalność opisywanych skał i korzystne warunki do gromadzenia się w nich wody.

Piętro wodonośne ordowiku i kambru na przedmiotowym obszarze nie było badane pod kątem hydrogeologicznym. Pojedyncze obserwacje w głębokich otworach (zlokalizowanych poza obszarem) dostarczają wiadomości o położeniu zwierciadła wody i minimalnym dopływie wód do otworu (Rózkowski, Wilk, red. 1980). Opierając się na tych znikomych danych, a także wspierając się wykształceniem litologicznym utworów, możemy mówić o zawodnieniu osadów węglanowych i piaskowców występujących w profilu wydzielonych kompleksów (Załącznik 11). Skały te, w różnym stopniu przeobrażone, tworzą zwarte masywy skalne i należą do utworów nieprzepuszczalnych. Przepływ wód podziemnych jest jedynie możliwy poprzez szczeliny i pustki powstałe wskutek procesów wtórnych. Należy się liczyć z większym zawodnieniem tych osadów w strefach spękań i w rejonach bezpośredniego kontaktu poziomów wodonośnych podłoża z silnie zawodnionymi utworami nadkładu.

## **B. CZĘŚĆ SZCZEGÓŁOWA**

### **5. LOKALIZACJA ORAZ PROFIL PRZYPUSZCZALNY PROJEKTOWANEGO OTWORU**

Projektowany otwór badawczy Bibiela PIG-1 zlokalizowany zostanie na terenie działki ewidencyjnej 98/47; w obrębie ewidencyjnym Woźniki, położonej w pododdziale 120a leśnictwa Cynków; obr. leśny Brynica, należącej do Skarbu Państwa a pozostającej w zarządzie Państwowego Gospodarstwa Leśnego - Lasy Państwowe Nadleśnictwo Świerklaniec. Położony będzie na wysokości 297 m n.p.m. w południowej części miasta i gminy Woźniki (powiat lubliniecki, województwo śląskie), w odległości około 1,3 km na południowy wschód od przysiółka Dąbrowa Wielka.

Lokalizację otworu przedstawiono na szkicu sytuacyjnym (skala 1:100000) (Zał.1), mapach topograficznych: w skali 1:50 000 (Zał.1a) i w skali 1:10 000 (Zał.10).

Teren planowanego wiercenia objęty jest umową najmu zawartą na czas wykonania otworu badawczego Bibiela PIG-1 pomiędzy Skarbem Państwa Państwowym Gospodarstwem Leśnym Lasy Państwowe Nadleśnictwem Świerklaniec a Państwowym Instytutem Geologicznym – Państwowym Instytutem Badawczym (umowa z dnia 2013-10-22; znak ZG-2110/33/2013)(Zał. IV).

Współrzędne geograficzne projektowanego otworu badawczego Bibiela PIG-1 wynoszą:

Szerokość geograficzna: 50°31'17.1''

Długość geograficzna: 19°04'05.8''

Rzędna terenu: 297,00 m n.p.m.

Natomiast jego współrzędne w układzie „1992” są następujące:

X = 50 48 39.74

Y = 29 49 30.15

Z = 297,00 m n.p.m.

Przypuszczalny profil projektowanego otworu przedstawiono na załączniku numer 11. Projektowany otwór badawczy Bibiela PIG-1 zlokalizowany będzie w bezpośrednim sąsiedztwie wcześniej wykonanego wiercenia BM-152 o głębokości 375,6 m, tj. w odległości około 20 m na N od świadka wyznaczającego w terenie miejsce usytuowania otworu BM-152. W związku z tym przyjęto, że przypuszczalny profil projektowanego otworu do

głębokości 375,6 m będzie zgodny z profilem osiągniętym w otworze BM-152 (Załącznik 12). Uwzględniając powyższe założenia przypuszczalny profil otworu badawczego Bibiela PIG-1 do planowanej głębokości 1500 m ( $\pm 10\%$ ) przedstawia się następująco (Załącznik 11):

0,0 – 22,0 m	– Czwartorzęd	– Piaszki różnoziarniste z okruchami wapieni.
22,0 – 123,0 m	– Trias środkowy	– Dolomity krystaliczne i wapienie.
123,0 – 167,0 m	– Trias dolny	– Dolomity krystaliczne. W spągu warstwa piaszczyców słabo zwięzłych o miąższości około 2,0 m.
167,0 – 290,0 m	– Devon dolny	– W stropie (około 30 m) piaszczycy różnoziarniste, kwarcowe przechodzące w zlepienie. Poniżej (około 50 m) dolomity drobnokrystaliczne, miejscami zsylikowane, z przewarstwieniami piaszczyców kwarcowych, sporadycznie łowców dolomitycznych. W spągu (około 14 m) łowce dolomityczno-krzemionkowe i piaszczycy kwarcowe.
290,0 – 550,0 m	– Ordowik	– W górnej części (około 160 m) łowce zsylikowane, lokalnie dolomityczne z cienkimi przewarstwieniami piaszczyców kwarcowych, rzadko dolomitów. W części dolnej (około 100 m) mogą przeważać dolomity z przewarstwieniami łowców zsylikowanych i kwarcytów.
550,0 – 1500,0 m	– Kambr, w tym:	
do 1300,0 m	– Kambr środkowy i górny?	– Ten odcinek profilu powinien tworzyć mułowce, mułowce piaszczyste z wkładkami piaszczyców. Część dolna (około 100 m) może być reprezentowana przez piaszczycy różnoziarniste i żwirowce piaszczyste.
do 1500,0 m	– Kambr dolny	– Powinien być reprezentowany głównie przez łowce i mułowce. Piaszczycy mogą występować rzadko, w formie cienkich przewarstwień.

W skałach kambryjskich należy oczekiwać obecności skamieniałości śladowych, co jest cechą charakterystyczną dla utworów dolno- i środkowokambryjskich dotychczas rozpoznanych w obszarze bloku górnośląskiego.

Ponadto – istnieje duże prawdopodobieństwo wystąpienia intruzji skał magmowych (porfirów, diabazów) w projektowanym otworze, a zwłaszcza w skałach kambryjskich. Przemawia za tym fakt, że intruzje skał magmowych towarzyszą nie tylko skałom

kambryjskim zalegającym na bloku górnośląskim w bezpośrednim sąsiedztwie strefy uskoku Kraków – Lubliniec, ale również tym występującym już w centralnej partii tego bloku, np. w otworach Goczałkowice IG-1 i Sosnowiec IG-1 (Nawrocki i in. 2010).

## **6. MOŻLIWOŚĆ OSIĄGNIĘCIA CELU ROBÓT GEOLOGICZNYCH**

### **6.1. Uzasadnienie lokalizacji i rodzaju projektowanego otworu**

Głównym celem projektowanych robót i prac geologicznych jest wykonanie pionowego otworu badawczego Bibiela PIG-1 do głębokości 1500 m ( $\pm 10\%$ ) dla zbadania nierozpoznanego dotychczas profilu osadów dolnopaleozoicznych – ordowickich i kambryjskich (być może górnokambryjskich?, środkowokambryjskich i stropowego odcinka (około 200 m) osadów dolnokambryjskich) – tworzących kambryjsko-ordowickie (epikadomskie) pokrywowe piętro strukturalne w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego. Wyniki tego wiercenia, wraz z danymi archiwalnymi z innych otworów w obrębie bloku górnośląskiego, zostaną wykorzystane do odtworzenia warunków paleogeofizycznych i paleotektonicznych rozwoju wczesnopaleozoicznej pokrywy osadowej w obszarze tej jednostki tektonicznej.

Uwzględniając obecny stan rozpoznania osadów dolnopaleozoicznych i cechy budowy geologicznej osadów paleozoicznych w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego oraz w rejonie projektowanych robót geologicznych (zob. podrozdział 1.2; Fig.4, 6 i rozdz. 4; Zał.3, 5 - 7, 8 a-b), za miejsce optymalne do lokalizacji projektowanego otworu badawczego Bibiela PIG-1 uznano bliskie sąsiedztwo wcześniej wykonanego otworu BM-152 (Zał.3,7, 9a-b,12). W otworze tym pod czwartorzędem, triasem i dewonem dolnym, na głębokości 284,6–375,6 m, nawiercono fragment profilu klastyczno-węglanowych utworów ordowiku (Zał.12). Usytuowanie projektowanego otworu w bezpośrednim sąsiedztwie w/w otworu (w odległości do 20 m), gwarantuje osiągnięcie w nim podobnego jak w BM-152 profilu osadów czwartorzędowych, triasowych, dewońskich i ordowickich do głębokości około 380 m (por. Zał.11,12). Prognozowana, niższa część profilu utworów dolnopaleozoicznych w projektowanym otworze, w przedziale głębokościowym 380–1500 m (Zał.11), jest w dużej mierze hipotetyczna. Brak danych odnoszących się do miąższości osadów ordowiku, rozpoznanych tylko fragmentarycznie na bloku górnośląskim we wspomnianym otworze BM-52 i innych otworach jak: 24-WB, 43-WB i 45-WB w rejonie Mysłowa (Fig.4;

Jachowicz 2005), nie pozwala na wiarygodne ustalenie ich granicy spągowej w projektowanym otworze, którą przyjęto hipotetycznie na głębokości 550 m (Załącznik 11).

W tym miejscu należy nadmienić, że fragmenty profilu ordowiku o miąższości 75–102 m rozpoznane w/w wierceniami i wyróżnione jako formacja z Bibieli (fm) (Buła 2000), różnią się pod względem litologiczno-facjalnym i miąższościowym od osadów ordowiku w południowo-zachodniej części bloku małopolskiego, w rejonie Żarek – Zawiercia (Fig. 1, 4, 5). Występujące tam utwory ordowiku, które stwierdzono w kilkunastu otworach (Buła 2000), reprezentowane są wyłącznie przez osady węglanowe – wapienie często zmarmuryzowane, o maksymalnej miąższości około 60 m. Ponad nimi występują w ciągłości sedimentacyjnej podobne litologicznie (wapienie) osady dolnego syluru (landoweru i wczesnego wenloku). Ten ordowicko-dolnosylurski kompleks węglanowy, o maksymalnej miąższości około 100 m, został wyróżniony jako formacja z Zawiercia (fm) (Fig. 5; Buła 2000). Ponad osadami formacji z Zawiercia (fm) zalegają zgodnie ilasto-mułowcowe utwory z graptolitami formacji z Mrzygłodu (fm) (Fig. 5; Buła 2000). Natomiast od dołu ordowicko-dolnosylurskie węglany formacji z Zawiercia (fm) kontaktują niezgodnie – wzdłuż powierzchni nieciągłości sedimentacyjnej i erozyjnej – z anchimetamorficznymi, klastycznymi utworami ediakaru o charakterze fliszowym (Fig. 5; Buła, Żaba 2005). W omawianej części bloku małopolskiego brak jest osadów kambryjskich i co należy uznać za cechę charakterystyczną – utwory ordowiku i syluru nie tworzą ciągłej pokrywy. Zalegają one tu w formie izolowanych płatów, na podłożu reprezentowanym przez silnie tektonicznie zdeformowane (sfałdowane), anchimetamorficzne skały klastyczne ediakaru; w obrębie struktur blokowych o charakterze rowów i półrowów tektonicznych (Fig. 1, 4; Buła, Habryn 2008).

Podłoże klastyczno-węglanowych utworów ordowiku formacji z Bibieli (fm) nie zostało dotychczas poznane, w związku z czym wątpliwości budzi ich pozycja tektoniczna. Na przykład Moryc (w: Jachowicz, Moryc 1995) zakłada, że utwory ordowickie formacji z Bibieli (fm) rozpoznane otworem BM-152 mogą należeć do ordowicko-sylurskiej pokrywy osadowej bloku małopolskiego. Należy jednak zwrócić uwagę, iż osady ordowiku formacji z Bibieli (fm) rozpoznane otworem BM-152 występują w osiowej partii antykliny Brudzowic zbudowanej z utworów dewonu (Fig. 1, Załącznik 7). Antyklina ta należy do ciągu charakterystycznych, podobnego typu struktur fałdowych wyróżniających się w północno-wschodniej, krawędziowej części bloku górnośląskiego. Do tego typu struktur zaliczane są antykliny Chechła – Goczałkowic i Dębника, kontynuujące się od antykliny Brudzowic w kierunku południowo-wschodnim (Fig. 1). W podłożu utworów dewońskich tworzących te

struktury (lub w ich sąsiedztwie) rozpoznano utwory dolnokambryjskie charakterystyczne dla bloku górnośląskiego, należące do formacji z Borzęty (fm) i Goczałkowic (fm) (m.in. otwory (Fig.4): Ogrodzieniec 2, Klucze 1, WB-137, 139, 141 (Kwaśniów), Rch-6 (Chrzastowice), Sułoszowa).

Różnice jakie zaznaczają się w rozwoju facjalnym i miąższościowym osadów ordowickich należących do formacji z Bibieli (fm) i formacji z Zawiercia (fm) (o czym była mowa powyżej) oraz fakt, że utwory ordowickie formacji z Bibieli (fm) rozpoznane otworem BM-152 zalegają w obrębie antykliny Brudzowic należącej do ciągu struktur fałdowych, charakterystycznych dla północno-wschodniej, krawędziowej części bloku górnośląskiego, przemawiają za tym, iż utwory formacji z Bibieli (fm) przynależą (w odniesieniu do ich pozycji tektonicznej) do bloku górnośląskiego, a nie małopolskiego.

W nawiązaniu do powyższego założono, że w projektowanym otworze Bibiela PIG-1 pod utworami ordowiku, które przewiduje się przebić na głębokości około 550 m, będą występowały utwory kambryjskie (Zał.11). Jednak przewidywany dla projektowanego otworu profil kambru jest w znacznej mierze hipotetyczny. Wynika to przede wszystkim z fragmentarycznego rozpoznania profili osadów kambryjskich w obszarze bloku górnośląskiego, o czym była mowa w podrozdziale 1.2. Istotne znaczenie dla ustalenia profilu kambru w projektowanym otworze mają natomiast dotychczas ustalone prawidłowości ich rozwoju w obszarze bloku górnośląskiego, wskazujące na występowanie coraz młodszych osadów kambryjskich (kambru dolnego i środkowego) idąc od południa i południowo-wschodu na północ i północny-wschód. W odniesieniu do powyżej wspomnianej prawidłowości można założyć, że profil kambru w projektowanym otworze będą reprezentować przede wszystkim osady środkowokambryjskie, których cząstkowy profil o miąższości 195 m (przecięty intruzją skał magmowych o pozornej miąższości 92 m) rozpoznano dotychczas tylko w otworze Sosnowiec IG-1, usytuowanym w odległości około 24 km na SSE od projektowanego otworu i wiercenia BM-152 (Fig.4-6). Być może ponad osadami środkowokambryjskimi w projektowanym otworze będą również występować osady należące do kambru górnego, których obecność w obszarze bloku górnośląskiego nie została dotychczas potwierdzona. Ze względu na brak danych dotyczących całkowitej miąższości utworów środkowokambryjskich i przewidywanych osadów górnokambryjskich hipotetycznie założono, że ich miąższość w projektowanym otworze będzie wynosiła ogółem 750 m i zostaną one przebite na głębokości około 1300 m (Zał.11).

Dla wiarygodnego określenia cech i prawidłowości rozwoju osadów kambryjskich w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego, koniecznym jest osiągnięcie w projektowanym otworze co najmniej 200 metrowego odcinka profilu kambru dolnego. Jest to niezbędne dla dowiązania (korelacji) profilu kambru osiągniętego w projektowanym otworze z fragmentarycznie dotychczas rozpoznanymi profilami kambru dolnego i środkowego w archiwalnych otworach. W przypadku niespełnienia tego warunku do planowanej głębokości projektowanego otworu – 1500 m, powinien on zostać pogłębiony w zakresie przewidywanych 10 % (w odniesieniu do planowanej głębokości).

## **6.2. Przewidywana konstrukcja projektowanego otworu**

Projektowaną konstrukcję otworu badawczego Bibiela PIG-1 przedstawiono na załączniku graficznym 11.

Projektowany otwór zostanie wykonany do głębokości 1500 m ( $\pm 10\%$ ). Do głębokości 25,0 m będzie on wykonany gryzerem, a w przedziale głębokości 25,0–1500,0 m zostanie rdzeniowany, a średnica rdzenia nie powinna być mniejsza niż  $\phi 63$  mm.

Wymagany jest co najmniej 95 % uzysk rdzenia. Należy dążyć do uzyskania rdzenia jednolitego. Rdzeń powinien być ułożony w nowych, znormalizowanych skrzynkach (skrzynki podwójne) o długości wewnętrznej 1 m i szerokości dostosowanej do jego średnicy, wykonanych z drewna heblowanego. Skrzynki powinny być trwale opisane z boku i z czoła (nazwa otworu, głębokość, numer marszu, numer skrzynki) oraz u góry (głębokość i strzałki wskazujące kierunek wiercenia).

Ze względu na obecność w otworze poziomów wodonośnych przewiduje się ich zamknięcie trzema kolumnami rur okładzinowych:

- I kolumna rur  $\phi 356$  mm cementowanych do wierzchu, zamykająca czwartorzędowy poziom wodonośny do głębokości około 25 m;
- II kolumna rur  $\phi 244$  mm cementowanych do wierzchu, zamykająca triasowy poziom wodonośny do głębokości około 170 m;
- III kolumna rur  $\phi 178$  mm cementowanych do wierzchu, zamykająca dewoński poziom wodonośny do głębokości około 293 m.

W przedziale głębokości 293–1500 m nie przewiduje się zabudowania otworu rurami okładzinowymi. Gdyby jednak wystąpiły niekorzystne warunki geologiczne, powodujące dużą niestabilność ścian otworu i uniemożliwiające kontynuację wiercenia, dopuszcza się zabezpieczenie otworu przez dodatkową (rezerwową) kolumnę rur  $\phi 139$  mm lub  $\phi 127$  mm.

Wiercenie będzie prowadzone systemem mechaniczno-obrotowym przy pomocy następujących narzędzi wiertniczych:

- interwał 0,0 – 25,0 m — wiercenie świdrem gryzowym  $\phi$  406 mm, dla posadowienia rur  $\phi$  356 mm;
- interwał 25,0 – 170,0 m — wiercenie rdzeniowe koronką diamentową  $\phi$  rdzenia nie mniej niż 63 mm, poszerzenie świdrem gryzowym  $\phi$  311 mm dla posadowienia rur  $\phi$  244 mm;
- interwał 170,0 – 293,0 m — wiercenie rdzeniowe koronką diamentową  $\phi$  rdzenia nie mniejsze niż 63 mm, poszerzanie świdrem gryzowym  $\phi$  216 mm dla posadowienia rur  $\phi$  178 mm;
- interwał 293,0 – 1500,0 m — wiercenie rdzeniowe koronką diamentową  $\phi$  rdzenia nie mniej niż 63 mm.

### 6.3. Informacje dotyczące zamykania poziomów wodonośnych

Projektowane badania hydrogeologiczne w otworze Bibiela PIG-1 wymagają właściwej izolacji poszczególnych poziomów wodonośnych. Zostanie to osiągnięte poprzez cementowanie wcześniej zapuszczonych kolumn rur okładzinowych od powierzchni do odpowiedniej głębokości. Sposób zamykania poziomów wodonośnych przedstawiono w karcie technicznej wiercenia (Zał.11). Przedstawiona w niej konstrukcja otworu uwzględnia spodziewane warunki geologiczne i hydrogeologiczne górotworu.

W czasie realizacji niniejszego projektu przewiduje się konieczność postawienia następujących kolumn rur:

- kolumna rur  $\phi$  356 mm - posadowiona na głębokości 25 m w glinach/dolomitach krystalicznych i cementowana do wierzchu, w celu izolacji poziomu wód serii węglanowej triasu od gruntowych gromadzących się w utworach czwartorzędu;
- kolumna rur  $\phi$  244 mm - posadowiona na głębokości 170 m w dolomitach i cementowana do wierzchu, w celu izolacji poziomu wód serii węglanowej dewonu od poziomu wód serii węglanowej triasu;



- kolumna rur  $\phi$  178 mm - posadowiona na głębokości 293 m w iłowcach i cementowana do wierzchu, w celu izolacji poziomu wód serii węglanowej ordowiku od poziomu wód serii węglanowej dewonu.

Sprawowanie kontroli nad poprawnym zamykaniem poziomów wodonośnych należy do dozoru geologicznego wiercenia i będzie odpowiednio dokumentowane za pomocą:

- protokołu orurowania otworu i cementowania kolumny rur okładzinowych,
- protokołu badania skuteczności zamknięcia warstwy wodonośnej.

Zamknięcia należy dokonać na polecenie geologa nadzorującego wiercenie i według szczegółowej instrukcji cementowania, w którą powinna być wyposażona brygada wiertnicza. W przypadku nie uzyskania prawidłowego zamknięcia, czynność zamykania należy powtórzyć i przeprowadzić ponownie próbę szczelności.

Założona w konstrukcji otworu ilość i głębokość posadowienia rur okładzinowych będzie korygowana w trakcie wiercenia, zgodnie z rzeczywistymi warunkami geologicznymi i hydrogeologicznymi.

#### **6.4. Sposób i termin likwidacji otworu**

W związku z badawczym charakterem otworu Bibiela PIG-1 przewiduje się, że po przeprowadzeniu w nim zaprojektowanych badań zostanie zlikwidowany poprzez zacementowanie do powierzchni terenu. Szczegółowy sposób likwidacji przedstawiony będzie w projekcie technicznym likwidacji otworu wiertniczego.

W projekcie przewiduje się też możliwość pozostawienia otworu Bibiela PIG-1 jako punktu monitorującego zmienność środowiska wodnego w poziomie wodonośnym serii węglanowej triasu. Powstały nowy punkt obserwacyjny można będzie włączyć w jedną z dwóch sieci obserwacji wód podziemnych należących do:

- monitoringu krajowego, prowadzonego przez Państwowy Instytut Geologiczny- Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie;
- monitoringu lokalnego, prowadzonego na potrzeby ujęcia komunalnego „Bibiela” (eksploatację wody prowadzi Stacja Uzdatniania Wody “Bibiela” będąca terenową jednostką organizacyjną Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów S.A. w Katowicach)

W takim przypadku otwór zostanie zlikwidowany do głębokości 165 m a interwał głębokości 25 – 165 m zostanie otwarty, poprzez szczelinowanie rur osłonowych, dla swobodnego dopływu wody do otworu. Następnie przewiduje się przekazanie otworu stronie zainteresowanej prowadzeniem pomiarów zwierciadła wody i badaniem jej jakości. Podmiot

przejmujący punkt monitoringowy powinien uzyskać tytuł prawny do części nieruchomości na której zlokalizowany jest otwór.

## **6.5. Prace geodezyjne**

Projektowany otwór Bibiela PIG-1 zostanie wytyczony w oparciu o mapę topograficzną w skali 1:10 000 oraz pomiar z wykorzystaniem GPS. Po wykonaniu otworu sporządzony zostanie geodezyjny operat pomiarowy w skali 1:500 lub 1:1000.

## **6.6. Dozór geologiczny, obserwacje i badania podczas wiercenia otworu**

### Dozór geologiczny

Wiercenie będzie prowadzone przy ciągłym, trójzmianowym dozorze geologicznym. Do zadań dozoru geologicznego należeć będzie:

- sprawowanie kontroli nad prawidłowością przebiegu wiercenia, wydobywaniem i przechowywaniu rdzenia;
- opis i obmiar rdzenia;
- rejestracja zachowania płuczki w trakcie wiercenia;
- obserwacje położenia zwierciadła wody (nawiercone i ustabilizowane);
- opróbowania wody do analiz fizykochemicznych;
- kontrola pompowań pomiarowych;
- kontrola szczelności zamykania poziomów wodonośnych w otworze;
- kontrola zwierciadła wody pobliskich studni;
- kontrola w zakresie prawidłowej realizacji badań geofizycznych w otworze.

Wszystkie czynności dozoru geologicznego będą sprawowane przez uprawnionych geologów, hydrogeologów i geofizyków z Państwowego Instytutu Geologicznego-Państwowego Instytutu Badawczego.

### Badania hydrogeologiczne

Zadaniem geologicznym jest ustalenie warunków hydrodynamicznych i hydrochemicznych poziomów wodonośnych w otworze badawczym Bibiela PIG-1. W tym celu zaprojektowano przeprowadzenie bezpośrednich badań hydrogeologicznych w interwałach, z których nastąpi dopływ wody do otworu w trakcie jego wiercenia. Prace będą realizowane w trakcie prowadzenia robót wiertniczych w następującym zakresie:

- pomiaru zwierciadła wody: nawierconego i ustabilizowanego;
- pompowania badawczego;
- poboru próbek do badań laboratoryjnych.

Ponadto w czasie wiercenia otworu prowadzone będą obserwacje w następującym zakresie:

- rejestracji zachowania się płynu w otworze t.j. ucieczki, dopływy, rozrzedzenia płuczki i jej ubytki podczas wiercenia otworu;
- obserwacji rdzenia pod kątem jego uzysku i stopnia zeszcelinowacenia.

Z przeprowadzonego rozpoznania warunków hydrogeologicznych w rejonie projektowanego otworu (patrz rozdz. 4.4) wynika, że w jego profilu można się spodziewać dopływów wód w 4 interwałach (Załącznik 11):

- pierwszy interwał w przedziale głębokości: 22,0–167,0 m, związany z triasowym piętrzem wodonośnym. Spodziewany dopływ wody o mineralizacji do 1 g/dm<sup>3</sup>; pobór wody z wydajnością  $Q = 20 \text{ m}^3/\text{h}$
- drugi interwał w przedziale głębokości: 167, 0 – 290,0 m, związany z dewońskim piętrzem wodonośnym. Spodziewany dopływ wody o mineralizacji do 1 g/dm<sup>3</sup>; pobór wody z wydajnością  $Q = 10 \text{ m}^3/\text{h}$
- trzeci interwał w przedziale głębokości: 290, 0 – 550,0 m, związany z ordowickim piętrzem wodonośnym. Spodziewany dopływ wody o mineralizacji do 5 g/dm<sup>3</sup>; pobór wody z wydajnością  $Q = 5 \text{ m}^3/\text{h}$
- czwarty interwał w przedziale głębokości: 550, 0 – 1500,0 m, związany z kambryjskim piętrzem wodonośnym. Brak lub mały dopływ wody do otworu w ilości  $< 2 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Uzyskane wyniki z przeprowadzonych badań hydrogeologicznych w otworze Bibiela PIG-1 przedstawione zostaną w zbiorczej karcie otworu, która zawierać będzie: ogólny profil stratygraficzno-litologiczny, stan zarurowania, głębokość nawierconego i ustabilizowanego zwierciadła wody, wyniki badań i obliczeń hydrogeologicznych, wykres wskaźnika spękań oraz zarejestrowane ubytki (częściowe zaniki) i ucieczki płuczki (wody) w przewiercane skały.

Prace związane z badaniami hydrogeologicznymi będą prowadzone pod nadzorem uprawnionego hydrogeologa w zakresie:

- pomiarów zwierciadła wód przewiercanych warstw wodonośnych;
- kontroli szczelności zamykania poziomów;

- przeprowadzenia poboru wód za pomocą pompy głębinowej lub poprzez szcerpywanie płynu łyżką wiertniczą;
- pobrania próbek wody podziemnej z uaktywnionej strefy jej dopływu do otworu badawczego;
- przeprowadzenia prac terenowych pod kątem oceny wpływu pompowanego otworu na najbliższe ujęcia wód podziemnych.

**WAŻNE.** Ze względu na użytkowy charakter triasowych poziomów wodonośnych (Główny Zbiornik Wód Podziemnych (GZWP) nr 327 Lubliniec – Myszków) i spodziewany dopływ wód słodkich z utworów dewonu, wskazane jest prowadzenie wiercenia do głębokości 290 m z wykorzystaniem płuczki wodnej.

#### *Pomiary zwierciadła wody*

Przed rozpoczęciem pompowania pomiarowego należy wykonać pomiary położenia zwierciadła wody w otworze badawczym i w innych wskazanych do obserwacji. Na podstawie uzyskanych wyników zostanie określony stan pola hydrodynamicznego, do którego odnosić się będzie wyniki uzyskane podczas pompowania.

#### *Pompowanie badawcze*

Przed przystąpieniem do pompowania badawczego należy wykonać pompowanie oczyszczające trwające około 6 godzin lub aż do uzyskania wody klarownej. W trakcie jego trwania określona zostanie wydajność i stan depresji. Będzie to również próba sprawności działania pompy i przyrządów pomiarowych oraz szczelności rurociągu.

W przypadku możliwości zastosowania pompy głębinowej, projektuje się przeprowadzenie testowej próby badawczej, polegającej na obciążeniu eksploatacyjnym ujętej warstwy wodonośnej wydatkiem  $Q = \text{const}$ . Przez wykonanie próbnego pompowania indywidualnego osiągnięty zostanie cel rozpoznania zawodnienia przewiercanych skał w otworze badawczym Bibiela PIG-1 i określenia charakterystyki hydrogeologicznej w zakresie interakcji: otwór – warstwa wodonośna. Uzyskane wyniki dopływu wody do otworu: wydajności przy danej depresji posłużą do obliczenia parametrów filtracyjnych i określenia schematu zasilania badanej warstwy wodonośnej.

Pompowanie jednostopniowe wykonane zostanie przy następujących założeniach:

- czas trwania pompowania – minimum 24 godziny,
- utrzymanie stałości wydatku przez cały okres próby – badania będą prowadzone przy uzyskaniu minimalnej wydajności  $Q > 1 \text{ m}^3/\text{h}$ ,

- bardzo staranne pomiary zwierciadła wody w pompowanym otworze, wpisywane do dziennika pomiarów z rozpisana częstotliwością pomiarów:
  - w czasie do 5 min: co 0,5 min
  - w czasie od 5 do 15 min: co 1 min
  - w czasie od 15 do 60 min: co 5 min
  - w czasie od 1 do 2 godz: co 15 min
  - w czasie od 2 do 4 godz: co 30 min
  - w czasie od 4 do 24 godz: co 1 godz

Według przyjętych założeń w karcie geologiczno-technicznej otworu (Zał.11), odsłonięte do badań będą interwały o następujących parametrach:

- ujęte warstwy wodonośne piętra triasowego
  - przedział głębokości: 22,0 – 165,0 m
  - średnica otworu: 311 mm
  - otwór bosy
- ujęte warstwy wodonośne piętra dewońskiego
  - przedział głębokości: 167,0 – 256,0 m
  - średnica otworu: 216 mm
  - otwór bosy
- ujęte warstwy wodonośne piętra ordowickiego
  - przedział głębokości: 290,0 – 550,0 m
  - średnica otworu: 122 mm
  - otwór bosy
- ujęte warstwy wodonośne piętra kambryjskiego
  - przedział głębokości: 550,0 – 1300,0 m
  - średnica otworu: nie mniejszy niż 93 mm
  - otwór bosy

Odsłonięte do badań interwały będą korygowane w zależności od uzyskiwanych wyników wiercenia tj. litologii przewiercanych skał i stopnia spękania.

Po zapuszczeniu do otworu pompy głębinowej rozpoczną się prace badawcze. Pomiary wydajności wykonane będą przy użyciu skrzyni przelewowej lub wodomierza. Położenie zwierciadła wody mierzone będzie sygnalizatorem świetlnym. Odpompowywana

woda odprowadzana będzie rurociągiem na odległość około 100 m w kierunku południowym do rowu melioracyjnego należącego do zlewni Brynicy, a w przypadku uzyskania z otworu wód słonych, będą one gromadzone w zbiornikach płuczkowych i następnie utylizowane.

Czas trwania pompowania pomiarowego i stabilizacji zwierciadła określa się wstępnie na: 24 godziny obserwacji opadania zwierciadła wody (prowadzone pompowanie) i 12 godzin podnoszenia się zwierciadła wody (stabilizacja).

W przypadku małego dopływu wody do otworu ( $< 2\text{m}^3/\text{h}$ ), badania będą prowadzone z zastosowaniem łyżki wiertniczej lub pakera zabudowanego w otworze.

**Łyżka wiertnicza.** W pierwszej kolejności, celem wzbudzenia warstwy wodonośnej, będzie wytłoczony płyn z otworu (płuczka + woda) przy użyciu kompresora lub metodą szczyrpywania łyżką wiertniczą. Następnie będzie przeprowadzone oczyszczające szczyrpywanie płynu celem otrzymania przypiływu wody do otworu. Dalsze prowadzenie szczyrpywania prowadzone będzie w celu wykonania pomiarów ilości dopływającej wody do otworu i stabilizacji zwierciadła wody.

**Paker zabudowany w otworze.** Planuje się wykorzystać paker do izolowania poszczególnych horyzontów wodonośnych w przedziale głębokości 550–1500 m. W przypadku wystąpienia przypiływu płynu złożowego do otworu, spodziewane jest uzyskanie następujących wyników badań:

- określenia ilości i jakości wód dopływających do otworu;
- określenia własności zbiornikowych badanej skały: początkowe ciśnienie, ciśnienie ruchowe, przewodność hydrauliczną, przepuszczalność efektywną, wskaźnik zmian przepuszczalności strefy przyotworowej, zasięg promienia badania.

#### *Opróbowanie wód*

W końcowej fazie każdego z przeprowadzonych pompowań/łyżkowań/zapiętego pakera, będzie pobrana próbka wody do analizy fizykochemicznej i oznaczenia wieku wody. Zakres oznaczeń będzie następujący:

- parametry fizykochemiczne - pH; przewodnictwo właściwe;  $\text{NH}_4$ ; zasadowość,  $\text{HCO}_3$ ; barwa; twardość ogólna; mętność; zawartość substancji rozpuszczonych
- aniony - bromki  $\text{Br}^-$ ; chlorki  $\text{Cl}^-$ ; fluorki  $\text{F}^-$ ; azotyny  $\text{NO}_2^-$ ; azotany  $\text{NO}_3^-$ ; siarczany  $\text{SO}_4^{2-}$ ; ortofosforany  $\text{HPO}_4^{2-}$ ; jodki  $\text{I}^-$
- pierwiastki - Hg, Al, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Si, Sr, Ti, V, Zn, Ag, As, Sb, Se, Sn, Tl, U,
- oznaczenia znacznikowe: tryt,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$  i  $\text{C}_{14}$ , gazy szlachetne: Ne, Ar, He, Kr, Xe.

Analizy fizyko-chemiczne wód wykonane będą w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego - Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie. Analizy składu izotopowego wód wykonane zostaną na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH w Krakowie, a gazów szlachetnych w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie.

#### *Kartowanie hydrogeologiczne*

Kartowanie hydrogeologiczno zaprojektowano w zakresie:

- inwentaryzacji studni głębinowych zlokalizowanych w rejonie projektowanego otworu,
- obserwacji zwierciadła wody w studniach zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie projektowanego otworu.

Pomiary w wybranych studniach należy wykonać przed rozpoczęciem pompowania oczyszczającego i prowadzić również w czasie trwania pompowania badawczego.

#### Badania geofizyczne w otworze

W rejonie lokalizacji otworu Bibiela PIG-1 brak nowych, głębokich otworów wiertniczych, w których asortyment badań i jakość danych pomiarowych odpowiadała by obecnie przyjętemu światowemu standardowi jakości pomiarów geofizycznych. Dlatego też dla rozpoznania budowy geologicznej rejonu prac celowym jest wykonanie w tym otworze możliwie jak najszerszego wachlarza profilowań geofizycznych. Jest to tym istotniejsze, że otwór Bibiela PIG-1 będzie otworem posiadającym pełne rdzeniowanie. A zatem, z naukowo-badawczego punktu widzenia, kluczowa jest możliwość porównania wyników badań na pobranym materiale rdzeniowym z rezultatami pomiarów geofizycznych zrealizowanych w otworze. Ponadto, stwarza to możliwość rozpoznania budowy geologicznej obszaru lokalizacji otworu na podstawie zintegrowanej interpretacji danych geofizycznych oraz rdzeniowych.

Profilowania geofizyczne niosą liczne informacje o litologii, porowatości, genezie strukturalnej, sedimentologicznej, itp., utworów w przewierconym profilu otworu. Profilowania geofizyczne zaplanowane w otworze Bibiela PIG-1 mierzą istotne parametry petrofizyczne skał, m.in.: natężenie naturalnego promieniowania gamma (profilowanie gamma {PG}), zawartość toru, uranu i potasu (spektrometryczne profilowanie gamma {sPG}), gęstość objętościową (profilowanie gamma-gamma gęstościowe {PGGg}). Tak dobrany zestaw profilowań geofizycznych jest możliwie najbardziej informatywny i umożliwia on np. wykonanie interpretacji litologiczno-złożowej.

Zakres badań geofizycznych w otworze:

ODC. I – w interwale 25 – 170 m przed zapuszczeniem kolumny rur  $\phi$  244 mm

- profilowanie średnicy {PŚr}
- profilowanie krzywizny {PK}
- profilowanie gamma {PG}
- profilowanie temperatury {PT}
- spektrometryczne profilowanie gamma {sPG}
- profilowanie gamma-gamma gęstościowe {PGGg}
- profilowanie efektu fotoelektrycznego {PEF}
- profilowanie neutron-neutron termiczne {PNNt}
- profilowanie akustyczne {PA}
- profilowanie potencjałów samoistnych {PS}
- profilowania oporności (podwójne indukcyjne profilowanie oporności) {PI}
- obliczenie objętości otworu pod rury 244 mm

ODC. II – w interwale 160 – 293 m przed zapuszczeniem kolumny rur  $\phi$  178 mm

- profilowanie średnicy {PŚr}
- profilowanie krzywizny {PK}
- profilowanie gamma {PG}
- profilowanie temperatury {PT}
- spektrometryczne profilowanie gamma {sPG}
- profilowanie gamma-gamma gęstościowe {PGGg}
- profilowanie efektu fotoelektrycznego {PEF}
- profilowanie neutron-neutron termiczne {PNNt}
- profilowanie akustyczne {PA}
- profilowanie potencjałów samoistnych {PS}
- profilowania oporności (podwójne indukcyjne profilowanie oporności) {PI}
- cementomierz akustyczny w rurach 244 mm {PAC}
- obliczenie objętości otworu pod rury 178 mm



ODC. III – w interwale 283 – 1500 m przy głębokości końcowej otworu, przed  
zapuszczeniem kolumny rur  $\phi$  139 mm lub  $\phi$  127 mm

- profilowanie średnicy {PŚr}
- profilowanie krzywizny {PK}
- profilowanie gamma {PG}
- profilowanie temperatury {PT}
- spektrometryczne profilowanie gamma {sPG}
- profilowanie gamma-gamma gęstościowe {PGGg}
- profilowanie efektu fotoelektrycznego {PEF}
- profilowanie neutron-neutron termiczne {PNNt}
- profilowanie akustyczne {PA}
- profilowanie potencjałów samoistnych {PS}
- profilowania oporności:
  - *opcjonalnie* - podwójne indukcyjne profilowanie oporności {PI}
  - *opcjonalnie* - sterowane profilowanie oporności + sterowane sferyczne profilowanie oporności {sPOst}

Wybór opcji w trakcie pomiarów w zależności od mineralizacji wód złożowych.

- cementomierz akustyczny w rurach  $\phi$  178 mm {PAC}
- obliczenie objętości otworu pod rury  $\phi$  139 mm lub  $\phi$  127 mm

ODC. IV – cementomierz akustyczny w rurach  $\phi$  139 mm lub  $\phi$  127 mm {PAC}

Po zakończeniu wiercenia wykonane zostanie profilowanie temperatury w warunkach nieustalonych a następnie po 14 dniowej stojce w ustalonych warunkach termicznych.

## 6.7. Badania i opróbowanie rdzenia wiertniczego

Uzyskany z otworu Bibiela PIG-1 rdzeń wiertniczy zostanie poddany kompleksowym badaniom i opróbowaniu w zakresie określonym poniżej. Ponieważ badania będą prowadzone zarówno na rdzeniu nienaruszonym jak i wzdłuż przeciętym, dlatego też będzie wymagana odpowiednia kolejność badań i opróbowania rdzenia.

Na rdzeniu nienaruszonym przewidziano wykonanie z zachowaniem kolejności jak podano poniżej.

#### Skanowanie rdzenia wiertniczego przy pomocy skanera optycznego

W ramach badania rdzeni wiertniczych z otwory Bibiela PIG-1 przewiduje się skanowanie rdzenia wiertniczego przy pomocy skanera optycznego do rdzeni wiertniczych. Ta aparatura (aktualnie nie stosowana w kraju) pozwala na wykonanie wysokorozdzielczego zdjęcia powierzchni rdzenia, a dołączone oprogramowanie umożliwia m.in.: tworzenie biblioteki rdzeni wiertniczych, prowadzenie analizy strukturalnej (warstwowanie, foliacja, uskoki, żyły itd.) i petrograficznej (uziarnienie, porowatość, obtoczenie ziaren, procentowe zawartości minerałów itd). Możliwe jest również wykonanie zdjęcia całej powierzchni rdzenia poprzez jego skanowanie w trakcie ciągłego obrotu wokół osi (kąt 360°), a dołączając wyniki geofizyki wiertniczej zorientowanie analizowanych struktur względem kierunku północnego. Jest to nowoczesna, coraz częściej na świecie stosowana metoda towarzysząca archiwizacji rdzeni wiertniczych, zastępująca tradycyjną dokumentację fotograficzną. Umożliwia ich szybki przegląd a wykonane zaraz po zakończeniu wiercenia zdjęcie pozwala zachować pierwotny wygląd rdzeni, który na skutek prowadzonych badań, cięcia rdzeni i pobieranie próbek, wysychania itp. ulega zniekształceniu.

#### Badania tektoniczne

W ramach badań tektonicznych zostanie przeprowadzona szczegółowa analiza strukturalna rdzenia i poszczególnych próbek wiertniczych (Żaba 1999) reprezentowanych w otworze Bibiela PIG-1 przez utwory kambru, ordowiku, dewonu i triasu. Prowadzona będzie ona w trzech etapach obejmujących analizę geometryczną, kinematyczną i dynamiczną. Prace będą prowadzone metodami klasycznymi polegającymi na bezpośrednim badaniu rdzenia oraz przy wykorzystaniu metody optycznej. Metoda ta umożliwia prowadzenie obserwacji i badań strukturalnych w oparciu o obraz uzyskany w wyniku skanowania optycznego rdzenia. Wykorzystuje się w niej specjalistyczne oprogramowanie stanowiące integralny element systemu skanującego.

Podczas badań zostanie przeprowadzona szczegółowa **analiza geometryczna**, która obejmie analizę morfologiczną wszystkich stwierdzonych struktur, a także analizę ich przestrzennej orientacji oraz superpozycji (zaburzanie, przecinanie i przemieszczanie starszych struktur przez młodsze), stanowiącej podstawę do ustalenia generacji struktur, a na

tej podstawie sekwencji zdarzeń geologicznych. Analiza geometryczna będzie dotyczyć takich struktur jak: powierzchnie warstwowania (uławicenia), powierzchnie spękań wraz z towarzyszącymi im strukturami spękanowymi (strukтуры rąbkowe, pierzaste, jodełkowe, miotlaste, konchoidalne i rysy ślizgowe), powierzchnie kruchych mezouskoków wraz z towarzyszącymi im tektoglifami (powierzchnie ślizgowe, rysy ślizgowe, zadziory tektoniczne, struktury z wyorania), strukturami pierzastymi (nisko- i wysokokątowe ścięcia Riedla, ścięcia Skempton, ścięcia X, struktury T, kliważe itp.) i strefami kakirytów, brekcji tektonicznych i kataklazytów, a także strefy mylonitów (zaznaczające się najwyraźniej w obrębie skał magmowych, które prawdopodobnie pojawią się w analizowanym otworze) z towarzyszącymi im mezostrukturami stanowiącymi wskaźniki kierunku i zwrotu względnych przemieszczeń (m.in.: struktury S–C, C', ryby foliacyjne, oczka, sigma i delta, mezofałdy z płynięcia, lineacja elongacyjna itp.), różnorodne struktury fałdowe wraz z towarzyszącymi im lineacjami i kliważami (różnego typu), fleksuralne, sztywne podgięcia przyuskokowe, stylolity i slikolity (w skałach węglanowych reprezentowanych głównie przez wapienie, dolomity i margle) oraz różnego rodzaju żyły mineralne i ewentualne intruzje magmowe (głównie żyły porfirów i diabazów). W ramach analizy morfologicznej prowadzonej w terenie zostanie dokonana identyfikacja i wstępna charakterystyka wszystkich stwierdzonych struktur oraz będą wykonane ich wszechstronne klasyfikacje zarówno morfologiczne, jak i – w miarę możliwości – genetyczne.

Analiza orientacji pozwoli na określenie przestrzennej orientacji różnych form strukturalnych (dzięki pomiarom uzyskanym przy pomocy kompasu geologicznego i analizie obrazu otrzymanego w wyniku skanowania optycznego rdzenia), natomiast analiza superpozycji umożliwi ustalenie wzajemnych relacji i związków geometrycznych między strukturami. Pozwoli ona na określenie względnego następstwa struktur (tzw. sekwencji strukturalnej), czyli ich uporządkowania w kolejności od najstarszych do najmłodszych. Prowadzona analiza geometryczna umożliwi też wnioskowanie o przybliżonej morfologii i przestrzennej orientacji większych (nadrzędnych) form tektonicznych oraz miejscu i pozycji zajmowanej w ich obrębie przez struktury niższego rzędu (niższych klas wielkości).

W ramach badań zostanie sporządzona obszerna dokumentacja fotograficzna (z wykorzystaniem aparatu cyfrowego oraz skanera optycznego) stwierdzonych struktur oraz szczególnych sytuacji strukturalnych obrazujących charakter poszczególnych form geometrycznych oraz ich wzajemną superpozycję, a także dokumentacja składająca się ze szczegółowych szkiców i rysunków wykonanych w programie *CorelDraw* wersja 12. Analiza gęstości spękań (patrz Żaba 1999) w celu określenia stopnia tektonicznego zaangażowania

badanych utworów oraz ich pozycji względem przebiegu ewentualnych stref uskokowych wykonana zostanie przy pomocy oprogramowania *CoreStructure Analysis* wchodzącego w skład systemu skanera optycznego rdzeni wiertniczych.

W ramach prac terenowych i późniejszych kameralnych zostanie przeprowadzona szczegółowa **analiza kinematyczna**, prowadząca do określenia kierunków skracania i poszerzania oraz kierunków transportu tektonicznego, a także zwrotu względnych przemieszczeń. Z fragmentów rdzeni wiertniczych, w których struktury będą słabo widoczne, niejasne w swej wymowie, zostaną pobrane próbki przeznaczone do przecięcia. Próbki te po przecięciu zostaną zeskanowane i poddane analizie za pomocą oprogramowania *CoreStructure Analysis*. Następnie wykonane zostaną zglądy skalne oraz płytki cienkie przeznaczonych do późniejszej analizy mikroskopowej.

Podczas prac kameralnych zostanie przeprowadzona **analiza kinematyczno-dynamiczna**. Podjęte będą próby określenia warunków deformacji, kierunków i układów naprężeń oraz względnego wieku poszczególnych procesów deformacyjnych i ewentualnych – magmowych. Analizie zostaną poddane próbki z wykonanymi zglądami skalnymi oraz płytki cienkie. Wyniki badań zostaną poddane **analizie statystycznej** i przedstawione na różnych diagramach strukturalnych (konturowych i punktowych), histogramach oraz w formie róż kierunków (róż spękań i mezouskoków). Orientacja struktur względem północy nastąpi w oparciu o dane z badań geofizycznych i przeprowadzona zostanie przy pomocy oprogramowania *CoreStructure Analysis*. Oprogramowanie to umożliwi reorientację całego obrazu rdzenia uwzględniając także krzywiznę otworu.

Do analizy statystycznej pozyskanych danych przestrzennych, zarówno planarnych, jak i liniowych, zostaną wykorzystane specjalistyczne i profesjonalne programy komputerowe. Analiza struktur badanych w oparciu o uzyskany podczas skanowania obraz rdzenia (warstwowania, spękania, uskoki, żyły) opracowywane zostaną przy użyciu oprogramowania *CoreStructure Analysis* (diagramy rozetowe, punktowe, łukowe i konturowe). Grupa programów zebrana razem pod wspólnym tytułem *Fabric8* posłuży głównie w celu analizy geometrycznej struktur fałdowych. Dodatkowo interpretacyjne diagramy strukturalne punktowe i łukowe, jak również statystyczne diagramy konturowe w projekcji równopowierzchniowej Schmidta, mogą zostać wykonane w programie *SpheriStat*. Ponadto dwuwymiarowe diagramy rozetowe, zarówno biegunowe, jak i prezentujące statystyczny rozkład wartości kątów upadu poszczególnych struktur, mogą zostać wygenerowane przy pomocy programu *TectonicsFP*. Program ten będzie stanowił również podstawowe narzędzie w rekonstrukcji tensora naprężeń dla stwierdzonych homogenicznych populacji kruchych

uskoków. Ponadto w analizie tej zostaną użyte następujące programy: *MyFault*, *FaultKinWin* i *MARK*. Program *GeoCalculator* natomiast zostanie wykorzystany do precyzyjnych obliczeń kątów przestrzennych pomiędzy płaszczyznami i/lub elementami linijnymi, wyznaczania elipsoidy naprężeń dla fałdów oraz sprzężonych i komplementarnych spękań ścięciowych, rozwijania fałdów oraz innych szczegółowych kalkulacji.

Opracowane diagramy strukturalne umieszczone zostaną w odpowiadających im przedziałach głębokościowych w karcie otworu wiertniczego. Wszystkie uzyskane pomiary struktur planarnych i liniowych zostaną zamieszczone w formie tabelarycznej w skoroszytach programu Microsoft Office Excel. Rysunki i fotografie zostaną opisane i zestawione w katalogach na płycie CD/DVD.

#### Badania litologiczno-sedymentologiczne

Badania te w sposób szczegółowy zostaną przeprowadzone dla utworów paleozoicznych rozpoznanych otworem Bibiela PIG-1. Będą one realizowane etapowo.

W pierwszym etapie zostaną przeprowadzone obserwacje makroskopowe rdzeni wiertniczych, obejmujące rozpoznanie i szczegółowy opis oraz dokumentację fotograficzną typów litologicznych skał i towarzyszących im struktur, a także opis i oznaczenia skamieniałości śladowych występujących w skałach paleozoicznych.

W drugim etapie, w powiązaniu z wynikami badań petrologicznych i stratygraficznych, przeprowadzona zostanie analiza facjalna osadów paleozoicznych. Na podstawie różnicowania się w profilu pionowym cech litologiczno-petrologicznych osadów oraz towarzyszących im struktur sedymentacyjnych i zespołów skamieniałości śladowych zostaną zdefiniowane i opisane środowiska ich sedymentacji.

#### Badania petrologiczne skał osadowych

Przewiduje się pobranie maksymalnie 300 próbek skalnych do badań petrologicznych w zależności od uzysku rdzenia wiertniczego.

Wstępną metodą badawczą będzie petrograficzna analiza skał w płytkach cienkich za pomocą mikroskopu polaryzacyjnego. Płytki cienkie zostaną wykonane w ramach kooperacji w PETROGEO w Chmielniku. Próbkę skał, szczególnie piaskowców, przed wycięciem z nich płytek cienkich, zostaną nasączone niebiesko zabarwioną żywicą. Analiza petrologiczna będzie obejmowała obserwacje tekstury skał, rozpoznanie szkieletu ziarnowego i spoiwa oraz na ocenie efektów działania procesów diagenetycznych. Dla wybranych próbek skalnych

wykona się analizę planimetryczną metodą punktową przy zastosowaniu elektronicznego urządzenia integracyjnego PRIOR Model G. Na zabarwionych szlifach przeprowadzone zostaną obserwacje porowatości, określony będzie jej charakter oraz sposób połączenia porów a także umożliwią one wykonanie badań metodą komputerowej analizy obrazu. Przeprowadza się ją za pomocą mikroskopu polaryzacyjnego, połączonego kamerą z komputerem wyposażonym w program analizy obrazu Lucia G. Mierzone parametry pozwolą scharakteryzować matematycznie przestrzeń porową badanej skały oraz opisać ją przy pomocy wartości liczbowych (Leśniak, 1999, Kozłowska & Kuberska, 2006).

Wybrane płytki cienkie odkryte zostaną objęte analizą barwnikową (Migaszewski, Narkiewicz, 1983) w celu wstępnego rozróżnienia rodzaju cementów węglanowych.

Wytypowane próbki skał zostaną poddane analizie katodoluminescencyjnej w luminoskopie typu CCL 8200 mk3 firmy CITL. W analizie tej wykorzystuje się zdolność świecenia składników skalnych w warunkach próżni pod wpływem działania strumienia elektronów (Marshall, 1988, Sikorska, 1994). Badania w CL wniosą dodatkowe informacje na temat cementacji, cech teksturalnych oraz efektów procesów diagenetycznych.

Planuje się wykonanie obserwacji i analiz w elektronowym mikroskopie skaningowym typu 1430 firmy LEO. Celem badań będzie identyfikacja składników spoiw oraz prześledzenie sposobu zabudowania przestrzeni porowych. Metodą elektronoptyczną zostaną zbadane odlupki skalne napylone cienką warstwą złota. Identyfikację poszczególnych osobników mineralnych przeprowadzi się na podstawie punktowej jakościowej analizy rentgenowskiej przy użyciu programu VSP. Mikroskop sprzężony z mikroanalizatorem rentgenowskim z dyspersją energii umożliwi wykonanie analiz chemicznych w wybranych mikroobszarach. Obserwacje te będą również pomocne w wytypowaniu reprezentatywnych próbek do badań minerałów ilastych.

W wyseparowanej ze skał frakcji ziarnowej odpowiadającej średniej wielkości kryształitów minerałów ilastych według procedury M. L. Jacksona (1975), zostanie przeprowadzona analiza rentgenowska w Centralnym Laboratorium Chemicznym PIG-PIB na dyfraktometrze rentgenowskim firmy Philips PW 3020 wyposażonym w automatyczny, komputerowy system identyfikacji APO 1877. Planuje się także przeprowadzenie analizy rentgenowskiej z całości próbek skał ilastych.

W przypadku zidentyfikowania autogenicznego illitu w próbkach, zostaną przeprowadzone oznaczenia wieku izotopowego K/Ar krystalizacji włóknistego illitu. Uzyskane i zinterpretowane wyniki określą czas zamknięcia przestrzeni porowej skał dla przepływu płynów złożowych. Oznaczenia te będą wykonane w Instytucie Fizyki U.M.C.S.

w Lublinie za pomocą metod opisanych w pracach S. Hałasa (1995, 2001) oraz S. Hałasa i T. Durakiewicza (1997).

W wytypowanych próbkach zostaną przeprowadzone oznaczenia stabilnych izotopów pierwiastków lekkich. Oznaczenia izotopów węgla i tlenu w kalcytach i dolomitach, a następnie tlenu i siarki w anhydrytach zostaną wykonane na zmodyfikowanym spektrometrze mas MI w Instytucie Fizyki U.M.C.S. w Lublinie. Nie wyklucza się zastosowania mikrosondy jonowej SHRIMP II/MC, która ma zostać wdrożona do działania w PIG-PIB w latach 2014-2015, tym bardziej, że jest ona wszechstronnym instrumentem pomiarowym i służy do analiz izotopowych próbek stałych, bez roztwarzania i niszczenia, *in-situ*. Na podstawie analiz izotopów tlenu  $\delta^{18}\text{O}$  można wnioskować o paleotemperaturach zbiornika, ocenić warunki redox, źródło węglanów w osadzie itp.

Badania mikroskopowe materii organicznej przy zastosowaniu światła odbitego i przechodzącego wykonane zostaną w PIG-PIB na mikroskopie polaryzacyjnym typu Axioskop firmy Zeiss wyposażonym w przystawkę mikrofotometryczną MPM 200 umożliwiającą pomiar zdolności refleksyjnej  $R_o$ . Analiza jakościowa macerałów grupy liptynitów wykonana zostanie przy użyciu lampy rtęciowej HBO 100W/2 i filtrów niebieskich pozwalających uzyskać promieniowanie potrzebne do pobudzenia próbki.

#### Badania petrologiczne skał magmowych

Istnieje duże prawdopodobieństwo, iż odwiertem Bibiela PIG-1 zostaną nawiercone powszechnie występujące w obrębie bloku górnośląskiego skały magmowe. Na północny-wschód od planowanej lokalizacji otworu badawczego została nawiercona intruzja tzw. porfirów (ryolitoidy, dacytoidy, Pańczyk i in. 2012), zaś w kilku otworach zlokalizowanych na południe i wschód stwierdzono obecność diabazów, a także podrzędnie lamprofirów.

Metodyka szczegółowych badań skał magmowych obejmuje dwa etapy, pierwszy mający na celu identyfikację poszczególnych typów litologicznych, a w konsekwencji selekcję prób do dalszych badań, drugi rozpoznania wieku krystalizacji stopu. Planowane badania mają charakter interdyscyplinarny i obejmują zagadnienia z zakresu petrografii, geochemii w tym izotopowej.

W pierwszym etapie zostaną

- pobrane najbardziej reprezentatywnych, orientowanych góra-dół próbki z poszczególnych wydzieleni (typów litologicznych i teksturalnych) skał

- wykonane płytki cienkie z pobranych próbek skał magmowych jeśli to możliwe w kierunku prostopadłym do obserwowanej foliacji
- opis mikroskopowy badanych skał obejmujący analizę mikroteksturalną, petrograficzną i kruszczową, w tym ustalenie składu chemicznego poszczególnych minerałów (skalenie alkaliczne, plagioklasy, amfibole, pirokseny, biotyt oraz minerały akcesoryczne) przy użyciu mikroskopy elektronowej
- przygotowanie wytypowanych prób do badań
- oznaczenie składu chemicznego całych skał - pierwiastków głównych i śladowych (w tym REE): pierwiastki główne przy wykorzystaniu prawdopodobnie fluorescencyjnej spektroskopii rentgenowskiej (XRF) a pierwiastki śladowe - spektrometria mas z jonizacją w indukcyjnie sprzężonej płazmie (ICP-MS) z uprzednim stopieniem próbki z boranem litu, aby mogły być oznaczone także pierwiastki śladowe (np. REE, Hf, Zr, Ta itp.) skoncentrowane w minerałach akcesorycznych (dotyczy głównie cyrkonów nierozpuszczalnych w stosowanych standardowo kwasach). Uzyskane dane geochemiczne zostaną naniesione na diagramy Harkera, diagramy dyskryminacyjne, klasyfikacyjne i wielopierwiastkowe w celu klasyfikacji skał, a także selekcji prób do datowań.

W drugim etapie, w oparciu o uzyskane wyniki zostaną wyselekcjonowane próby do zespolonych badań izotopowych, obejmujących w przypadku skał kwaśnych (tzw. porfirów):

- separację cyrkonów
- analizę wewnętrznej struktury wyseparowanych cyrkonów przy wykorzystaniu badań katodoluminescencyjnych, tzw. gorącej katody sprzężonej z mikroskopem elektronowym (SEM-CL) do selekcji ziaren przydatnych do dalszych badań. Cyrkonony posiadają bardzo dobre właściwości luminescencyjne, wywołane przez domieszki pierwiastków ziem rzadkich lub wewnętrzne defekty elektronowe w strukturze sieci krystalicznej (Götze et al. 1999, Sikorska-Jaworowska 2005), które umożliwiają precyzyjne obserwacje ich budowy (budowa pasowa, procesy korozji i rekrytalizacji, obecność odziedziczonych jąder wewnętrznych i inkluzji).
- oznaczenia wieku U-Pb ziaren cyrkonów metodą SHRIMP II w Laboratorium Analiz w Mikroobszarze, która umożliwia datowania cyrkonów o złożonej budowie wewnętrznej (obwódki) punktowo, z bardzo dużą precyzją. Temperatura zamknięcia układu izotopowego U-Pb w cyrkonach wynosi ok. 800°C i jest zbliżona do temperatury krystalizacji magmy felzytowej, co umożliwi rozpoznanie wieku procesów magmowych



(obliczony średni wiek  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  może być interpretowany jako czas krystalizacji skały; Tera & Wasserburg 1972).

W przypadku nawiercenia skał maficznych (tzw. diabazów) zostaną przeprowadzone:

- oznaczenia metodą termogeochronologiczną  $\text{Ar}^{40}/\text{Ar}^{39}$  całych skał umożliwiającą odtworzenie historii termicznej badanych wulkanitów. Interpretacja otrzymanych w trakcie stopniowego podgrzewania próbek danych pozwoli ustalić prawdopodobnie zarówno wiek krystalizacji skały jak i wiek wszelkich zdarzeń termicznych, które miały wpływ na badane skały w trakcie ich historii geologicznej. Analizy zostaną wykonane w Laboratorium Geochronologicznym na Uniwersytecie w Lund (Szwecja), gdzie wcześniej z powodzeniem były datowane diabazy z innych otworów zlokalizowanych w obrębie bloku Górnośląskiego (Nawrocki i in. 2010)

### Badania stratygraficzne

Uzyskany rdzeń wiertniczy z osadów triasu i paleozoiku zostanie szczegółowo przebadany pod kątem obecności skamieniałości o charakterze przewodnim dla ustalenia stratygrafii przewierconych skał. Stwierdzone makroskamieniałości w zależności od ich rodzaju (makroflora i makrofauna) zostaną przekazane do badań wyspecjalizowanym paleontologom.

Ponadto przewiduje się wykonanie w szerokim zakresie badań mikroszczątków organicznych: palinomorfów (mikrospor, ziaren pyłu oraz akritarch) i konodontów.

Wyraźne zróżnicowanie i masowość występowania mikroflory w utworach różnego wieku powodują, iż jej zespoły od kilkudziesięciu lat wykorzystywane są do celów biostratygraficznych. Jest to metoda badań stratygraficznych pozwalająca na określenie wieku skał pozbawionych makroszczątków i dlatego często uważanych za paleontologicznie nieme. Metody palinologiczne można stosować dla skał drobnoklastycznych, mułowców i iłowców, znane są liczne wystąpienia mikroflory w skałach węglanowych (wapieniach ilastych, bitumicznych czy organodetrytycznych. Badania palinologiczne prowadzone są najczęściej dla celów stratygraficznych. Obecnie obejmuje się nimi szeroki profil utworów należących do różnych pięter paleozoiku oraz prekambriu. Oznaczenia zespołów *Acritarcha* wykorzystywane są do ustalenia zasięgu kolejnych ogniw kambriu, ordowiku i syluru. Bogate, zróżnicowane zespoły mikrospor i ziaren pyłku występują w utworach dewonu, karbonu i permu oraz utworach mezozoicznych i czwartorzędowych. Ważnym jest, iż oznaczalne, bogate zespoły mikroflory uzyskane są z niewielkich próbek skał nawet kilku gramowych. Pozwala to na

przeprowadzenie tego typu badań nie tylko na próbkach skał uzyskiwanych bez ograniczeń z odsłonięć naturalnych. Z pozytywnymi rezultatami poddawane są badaniom tego typu, niewielkie fragmenty rdzeni (nawet próbki okruchowe), skał uzyskiwanych z otworów wiertniczych.

W badaniach stratygraficznych skał rozpoznanych wierceniem Bibiela PIG-1 szerokie zastosowanie znajdują badania palinologiczne utworów kambryjskich i ordowickich, gdzie bardzo często występowanie makroskamieniałości jest ograniczone. Wykonane zostaną one w oparciu o oznaczenia mikroskamieniałości z grupy Acritarcha. Badaniami palinologicznymi objęte zostaną również utwory dewonu i triasu dla których na podstawie znalezionych mikrospor i ziaren pyłku wyznaczone zostaną przewodnie zespoły mikroflory.

Dodatkowo dla utworów ordowiku wykonane zostaną badania mikropaleontologiczne w oparciu o konodonty.

W sumie planowane jest wykonanie badań palinologicznych dla co najmniej: 150 próbek skał, 10 oznaczeń zespołów konodontowych oraz w przypadku występowania makroskamieniałości 10 oznaczeń paleontologicznych.

#### Metody pracy.

Oznaczalne zespoły mikroflory uzyskiwane są w wyniku chemicznych maceracji próbek skał. Materiał skalny poddawany jest działaniu roztworów stężonych kwasów (solnego, fluorowodorowego i azotowego). Uzyskany macerat zdekantowany i oczyszczony przesiewany jest przez nylonowe sita o oczkach, o średnicy 10 mikronów. Zagęszczony w ten sposób macerat stanowi podstawę do sporządzenia standardowych, kroplowych preparatów mikroskopowych. Preparaty są utrwalane przy użyciu specjalistycznego kleju, zabezpieczającego badany materiał przed wyschnięciem. Otrzymane preparaty są poddawane mikroskopowej analizie planimetrycznej, w świetle przechodzącym. Dla każdej badanej próbki wykonywanych jest od 3 do 5 standardowych preparatów mikroskopowych. Na podstawie wykonanych dla każdej próbki analiz ilościowych i gatunkowych uzyskanych zespołów mikroskamieniałości opracowana zostaje ekspertyza stratygraficzna.

Uzyskany materiał mikroflorystyczny może zostać wykorzystany nie tylko do celów stratygraficznych, ale także do określenia wskaźnika barw uzyskanych mikroskamieniałości TAS=TAI (*Thermal Alteration Scale = Thermal Alteration Index*). Stosowane skale barwy TAI odzwierciedlają różne stadia termicznego przeobrażenia materii organicznej i związane z nimi główne fazy generowania węglowodorów.

Konodonty – dzięki rozległemu występowaniu, szybkiej ewolucji, przeważnie wysokiej frekwencji w próbkach i względnie prostej identyfikacji, uważane są za

skamieniałości szczególnie przydatne i miarodajne dla ustalenia wieku skał węglanowych. Skamieniałości te dość często występują w wapieniach drobnoziarnistych ale znane są też obserwacje ich elementów widocznych bezpośrednio na powierzchniach warstwowania np. łupków mułowcowych i iłowcowych. Duże nagromadzenia konodontów spotykane są zazwyczaj w osadach, które powstawały w wyniku bardzo wolno zachodzących procesów sedymentacji.

Badania konodontowe w ramach planowanego opracowania obejmować będą macerację próbek skalnych (prace laboratoryjne) oraz oznaczenie i ustalenie wieku uzyskanego materiału paleontologicznego (prace kameralne). Wytypowane próbki rozpuszczone zostaną za pomocą 20% kwasu octowego. Średni czas maceracji jednej próbki wynosi około 3 – 4 tygodni (tempo maceracji uzależnione jest od zawartością substancji ilastej w masie skalnej). Osuszona pozostałość po maceracji (rezyduum) przeniesiona zostanie na sita o średnicy 1,0 mm; 0,49 mm; 0,25 mm i 0,15 mm. Po przesianiu wykonany będzie przegląd mikroskopowy w celu stwierdzenia obecności konodontów w badanym materiale.

#### Badania mineralizacji kruszcowej

W projektowanym otworze wiertniczym badania mineralizacji kruszcowej przewiduje się zarówno w skałach pokrywy mezozoicznej (triasu - około 145 m miąższości), jak i w skałach paleozoiku (kambr, ordowik, dewon - w sumie około 1335 m).

Na wstępie przeprowadzone zostanie szczegółowe profilowanie - rdzeń zostanie opisany pod kątem intensywności okruszczowania, formy mineralizacji i asocjacji mineralnych. O sposobie pobierania próbek zadecydują wyniki tego profilowania. Próbkę będą pobierane gęściej tam, gdzie mineralizacja widoczna będzie makroskopowo, nie rzadziej jednak niż co 30 m w interwałach ocenionych makroskopowo jako płonne.

Pod osadami czwartorzędu można się spodziewać osadów triasu środkowego i ewentualnie górnego (głównie dolomitów kruszconośnych) z przejawami typowej mineralizacji Zn–Pb–Fe, w tym rejonie przeważnie utlenionymi. Biorąc pod uwagę sytuację w sąsiednich otworach są to dolomity silnie spękane, lokalnie z intensywnymi nalotami uwodnionych tlenków żelaza, co najwyżej z nikłymi śladami pirytu, teoretycznie mogą się pojawić galmany. W wapieniach gogolińskich w sąsiednich otworach nie notowano mineralizacji kruszcowej. Z kolei w interwale 43,5 m reprezentowanym przez dolomity retu zaobserwowano śladowe okruszczowanie sfalerytowo-galenowe. Potwierdzają to wyniki analiz

chemicznych wskazując na lokalny wzrost zawartości Zn do 0,35 % i Pb do 0,18 %. W związku z powyższym najkorzystniejsze będzie pobranie **3** próbek z retu, **2** próbek z dolomitów kruszconośnych i **1** próbki z wapieni gogolińskich.

W otworze BM-152 profil dewonu rozpoczyna się kompleksem szarych piaskowców w części stropowej impregnowanych pirytem. Poniżej występują dolomity zapiaszczone szare, zwykle z odcieniem czerwonym, z licznymi spękaniem wypełnionymi szaro-bordową substancją hematytową, miejscami wnikającą w skałę. Pod dolomitami występują skały klastyczno-węglanowe dewonu dolnego, jedynie w spągu ze śladami pirytu. Z kompleksu skał dewońskich wystarczy prawdopodobnie pobrać **4** próbki (co 25 m).

Od głębokości około 290 do 550 m przewiduje się nawiercenie utworów ordowiku - łupków ilasto-węglanowych szarych i szaro-seledynowych z przewarstwieniami piaskowców. Skały są lokalnie dość intensywnie zsylikowane, pocięte licznymi żyłkami węglanowymi, sporadycznie również kwarcowymi o grubości kilku milimetrów. Miejscami w szarych i szaro-seledynowych łupkach ilasto-krzemionkowych obserwuje się gęste ciemnoszare plamki. Z profilowania otworu BM-152 wynika, że lokalnie w skałach ordowiku zarówno w żyłkach węglanowych, jak i w formie impregnacji występują niewielkie ilości pirytu oraz być może chalkopirytu. Sylikacja, plamistość skał i sieć okruszczowanych żyłek są przejawami oddziaływania hydrotermalnego (procesów pomagmowych). Najbliżej intensywny magmatyzm stwierdzony został w licznych otworach wiertniczych w rejonie Winowna, dość daleko bo w odległości około 7 km na NE od projektowanego wiercenia, głównie w skałach karbońskich. Jeszcze dalej na NE liczne intruzje kwaśnych i zasadowych skał magmowych napotkano również w skałach ordowiku w rejonie Mysłowa. Ze względu na wspomniane przejawy działalności hydrotermalnej nie można wykluczyć, że w projektowanym otworze zostaną nawiercone skały magmowe, jak i interesujące okruszczowanie. Interwał ten wymaga dość gęstego opróbowania, co najmniej co 20 m i ewentualnie jego zagęszczenia w strefach widocznego makroskopowo okruszczowania. Proponuje się pobranie co najmniej **15-20** próbek.

Zupełnie brak danych na temat skał jakie mogą zostać nawiercone pod ordowikiem, prawdopodobnie będą to osady kambru. Zakładając, że również one mogą być objęte oddziaływaniem procesów hydrotermalnych, przyjąć należy opróbowanie o gęstości co 15-20 m, a więc około **50-55** próbek.

W sumie, w zależności od intensywności okruszczowania przewiduje się pobranie minimum **60** do **85** próbek.

Z pobranych prób wykonane zostaną preparaty polerowane do badań w świetle odbitym (częściowo będą to preparaty uniwersalne) i przeprowadzone badania mikroskopowe. W wytypowanych próbkach przeprowadzone będą również analizy jakościowe i ilościowe w mikroobszarze (SEM i EDS). Uzyskane dane pozwolą na uzupełnienie danych dotyczących składu poszczególnych asocjacji mineralnych. Do badań w mikroobszarze przeznaczonych zostanie co najmniej 10 próbek, ich ilość może wzrosnąć w przypadku znacznej intensywności okruszczenia.

### Badania geochemiczne

Badania geochemiczne prowadzone będą w skałach paleozoicznych, kompleks triasowy badany będzie jedynie w wypadku stwierdzenia w nim mineralizacji kruszczowej. Planowane badania geochemiczne będą miały dwa cele:

- opracowanie ogólnej charakterystyki geochemicznej skał dewońskich, ordowickich i kambryjskich
- określenie możliwości wystąpienia polimetalicznej mineralizacji typu porfirowego, której przejawy powszechnie obserwowane są w skałach podmezozoicznego podłoża regionu krakowsko-lublinieckiego.

Planuje się pobranie około 80 próbek do badań chemicznych. Pozwoli to na opróbowanie jednorodnych, niezmineralizowanych, nieprzeobrażonych kompleksów skał co 20 m (około 65 próbek) oraz na pobranie około 15 próbek w strefach skał przeobrażonych, użylonych i okruszczonych. W przypadku stwierdzenia większej ilości, lub szerszych interwałów skał wykazujących mineralizację pojawi się konieczność zwiększenia ilości próbek.

Pobrane próbki badane będą na zawartości  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{LOI}$ ,  $\text{Cl}$  i  $\text{F}$  metodą rentgenowskiej spektrometrii fluorescencyjnej (XRF) a zawartości pierwiastków uznanych za wskaźnikowe dla mineralizacji typu porfirowego:  $\text{Ag}$ ,  $\text{As}$ ,  $\text{Bi}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Li}$ ,  $\text{Mo}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Sb}$ ,  $\text{Sn}$ ,  $\text{Te}$ ,  $\text{W}$  i  $\text{Zn}$  oznaczane będą metodą ICP–MS. Ponadto w wytypowanych próbkach badane będą zawartości pierwiastków ziem rzadkich (metodą ICP),  $\text{Au}$  (metodą bezpłomieniowej absorpcji atomowej) i  $\text{Hg}$  (przy pomocy analizatora rtęci AMA 254).

Efektom badań będzie opracowanie zawierające charakterystykę geochemiczną nawierconych skał. W przypadku stwierdzenia anomalii pierwiastków wskaźnikowych skonstruowane zostaną profile litostratygraficzne z naniesieniem stwierdzonych zawartości

anomalnych oraz poprzez porównanie do znanych wystąpień mineralizacji typu porfirowego i opracowane zostaną przesłanki do ewentualnych dalszych poszukiwań.

### Badania petrofizyczne

#### *Badania gęstości, porowatości i przepuszczalności*

Metodyka pomiarów wykonanych w Instytucie Nafty i Gazu w Krakowie obejmuje przygotowanie próbek, badania współczynnika porowatości i gęstości szkieletowej, badania współczynnika przepuszczalności i badania porozymetryczne.

Próbki do badań przygotowuje się z wewnętrznych części rdzenia, tak by przestrzeń porowa była jak najmniej zanieczyszczona płuczką wiertniczą.

Pomiary współczynnika porowatości i gęstości szkieletowej wykonuje się przy pomocy piknometru helowego. W związku z tym uzyskuje się dokładne wartości gęstości szkieletowej. Te same próbki umieszcza się w porozymetrze, gdzie można pomierzyć ich gęstość pozorną. Z uzyskanych wartości wylicza się współczynnik porowatości efektywnej.

Oznaczenia współczynnika przepuszczalności efektywnej wykonuje się dla azotu. Pomiar polega na doprowadzeniu do ustalonego laminarnego przepływu gazu przez badaną próbkę i wyliczeniu współczynnika przepuszczalności przy pomocy równania Darcy'ego.

Badania porozymetryczne zostaną wykonane na porozymetrze rtęciowym AutoPore 9220. Pozwolą one określić, przy pomocy parametrów fizycznych, przestrzeń porową przez pomiary krzywych ciśnień kapilarnych. Badania krzywych ciśnień kapilarnych umożliwią otrzymanie dwóch krzywych kumulacyjnych sporządzanych dla ciśnień rosnących i malejących. Kształt krzywej wykreślonej dla ciśnień malejących jest źródłem informacji o wielkości odstępstwa realnej przestrzeni porowej od modelu walcowego. Analiza wyników badań porozymetrycznych polega na wyliczeniu i zinterpretowaniu szeregu wielkości liczonych z krzywych ciśnień kapilarnych oraz na analizie kształtu tych krzywych.

Zakłada się wykonanie badań gęstości i porowatości na zbiorze co najmniej 150 prób z rdzenia (300 oznaczeń) oraz wykonania oznaczeń współczynnika przepuszczalności na 60 próbkach i badań porozymetrycznych na 30-40 próbkach

#### *Badania podatności magnetycznej*

Badania podatności magnetycznej omówiono poniżej w ramach badań paleomagnetycznych. Zakłada się wykonanie pomiarów podatności magnetycznej na zbiorze około 1100 próbek.

### Badania paleomagnetyczne

Odwiercenie pełnordzeniowanego otworu przebijającego część triasu (trias dolny i środkowy – ok. 145 m miąższości), dewonu (dewon dolny i środkowy – ok. 120 m miąższości), ordowiku (ok. 260 m miąższości) oraz kambru (być może ok. 1000 m miąższości) stwarza unikalną okazję do przeprowadzenia badań paleomagnetycznych utworów, których odsłonięty pełny profil jest praktycznie niedostępny na powierzchni. Ze względu na niepewność co do rzeczywistego następstwa i kompletności profilu odwierconych skał, oferta badań paleomagnetycznych może mieć zakres ograniczony i badania te będą miały jedynie charakter rozpoznawczy. W przypadku stwierdzenia korzystnych właściwości skał, czy to do klasycznych badań paleomagnetycznych, magnetostratygrafii, czy też badań podatności magnetycznej, należy rozszerzyć zakres badań w ramach odrębnego projektu badawczego.

W przypadku dobrego zachowania rdzenia i jego ciągłego uzysku niewątpliwie ciekawym zagadnieniem byłyby wysokorozdzielcze badania stratygrafii magnetycznej **ordowiku, dewonu i triasu** (przedział głębokościowy 25,0-550,0 m), zintegrowane z chemostratygrafią. W celach rozpoznawczych planuje się wykonanie badań podatności magnetycznej (z rozdzielczością co ok. 1m) (525 pomiarów) oraz opróbowanie 20 horyzontów (zwanymi dalej stanowiskami) do badań paleomagnetycznych i petromagnetycznych (po 6-7 z każdego systemu).

Szare klastyczne skały **kambru** (przedział głębokościowy 550-1500,0 m), są trudnym obiektem do klasycznych badań paleomagnetycznych – nie wszystkie skały tego typu zawierają dającą się zinterpretować pozostałość magnetyczną o wieku starszym niż ostatnie 700 tys. lat (epoka Brunhes). Również tutaj proponuje się wykonanie badań podatności magnetycznej (z nieco mniejszą rozdzielczością co ok. 2 m, odcinkami co 1 m) (około 600 pomiarów) i opróbowanie 10 stanowisk do badań paleomagnetycznych i petromagnetycznych, w szczególności w miejscach gdzie występują ciekawe struktury tektoniczne, które potencjalnie będzie można zorientować właśnie za pomocą metody paleomagnetycznej.

#### Metodyka badań paleomagnetycznych

Z 30 wytypowanych fragmentów rdzeni (stanowisk) zostaną pobrane cylindryczne próbki o średnicy 1 cala i długości 2.2 cm (w sumie co najmniej 60 próbek cylindrycznych).

Na próbkach z każdego stanowiska zostaną przeprowadzone następujące badania:

- podatność magnetyczna i jej anizotropia
- pomiary naturalnej pozostałości magnetycznej i rozmagnesowanie termiczne lub zmiennym polem magnetycznym

Na resztkach próbek, pozostałych po cięciu przewiduje się badania izotermicznej pozostałości magnetycznej w celu diagnostyki minerałów magnetycznych, ewentualnie także analizy geochemiczne (pierwiastki główne i śladowe) oraz szlify dla analiz.

Efektom analiz paleomagnetycznych będzie określenie właściwości i parametrów magnetycznych badanych skał oraz ich przydatności do określonych typów badań.

#### Badania z zakresu geochemii organicznej (określenie potencjału węglowodorowego skał)

Wypełnianiu osadami przestrzeni akomodacyjnej basenu sedymentacyjnego towarzyszy depozycja materii organicznej. Rozwój życia biologicznego w basenie sedymentacyjnym i otaczającej go części lądowej jest ściśle związany z warunkami środowiskowymi i klimatycznymi a obumarła materia organiczna, dostająca się do zbiornika osadowego, jest w dalszym ciągu „nośnikiem” informacji o środowisku depozycji i jego warunkach redukcyjno-utleniających. Zaproponowany poniżej zestaw metod badawczych z zakresu geochemii organicznej nie tylko daje odpowiedź na powyższe pytania, ale również opisuje materię organiczną z punktu widzenia jej ilości w skale, poprzez określenie zawartości węgla organicznego i wyróżnienie w jego składzie ilości frakcji węglowodorowych. Ponadto proponowana metodyka pozwala określić również stopień przeobrażenia materii organicznej, co jest warunkiem wyjściowym do rekonstrukcji warunków paleotermicznych panujących w basenie sedymentacyjnym i określenie maksymalnego stopnia transformacji materii organicznej w węglowodory. Wszystkie parametry i wskaźniki geochemiczne, uzyskane w zaproponowanym zestawie badań geochemicznych, rozwiązują nie tylko zagadnienia środowiskowe, ale również mają charakter użytkowy, ponieważ są materiałem wyjściowym do oceny wartości naftowej analizowanego poziomu stratygraficznego i obszaru objętego badaniami.

#### Zakres metodyczny badań (ilość próbek)

Proponowany zestaw badań obejmuje badania podstawowe aparatem pirolitycznym Rock Eval, który pozwala na określenie zarówno ilości materii organicznej zawartej w analizowanej próbce, jak i jej typu genetycznego oraz stopnia przeobrażenia. Badania pirolityczne pozwolą na wyznaczenie populacji próbek do badań szczegółowych – dystrybucji biomarkerów metodą GC-MS, dla określenia warunków środowiska depozycji i uzupełnienia informacji dotyczących stopnia przeobrażenia materii organicznej. Uzupełniając wykonane zostaną również analiza refleksyjności witrynitów (lub składników o cechach optycznych witrynitów) i składu macerałowego. Badania te pozwolą na dopełnienie informacji na temat



typu genetycznego materii organicznej, częściowo środowiska depozycji i przede wszystkim jej stopnia przeobrażenia. Zakres prac badawczych uzupełniają prace przygotowawcze – ekstrakcja bituminów i rozdział grupowy, dające również pośrednie informacje w rozwiązywanych zagadnieniach genetycznych i środowiskowych.

W przewidywanym profilu stratygraficznym ilość materiału, niezbędna do realizacji postawionych zadań i uwzględniając pionierski charakter prac w tym rejonie, został oszacowany w następujący sposób:

- & Rock Eval - 450 próbek
- & usuwanie węglanów - 70-80 próbek
- & ekstrakcja - 70-80 próbek
- & rozdział grupowy – 40-50 próbek
- & analiza biomarkerów - 30-40 próbek

### *Metodyka badań*

#### 1. Przygotowanie próbek do badań

Po usunięciu zanieczyszczeń, próbki rdzeniowe zostaną rozkruszone do frakcji poniżej 2 cm, a po ich uśrednieniu zostanie pobrana reprezentatywna wielkość około 100 g, którą zmieli się do frakcji poniżej 0,2 mm i podda dalszym badaniom geochemicznym.

#### 2. Analiza pirolityczna Rock-Eval

Zmielone próbki, o masie 100 - 150 mg, zostaną przeanalizowane w analizatorze pirolitycznym Rock-Eval wg procedury opracowanej przez Francuski Instytut Naftowy (Espitalié i in. 1985; Espitalié i Bordenave 1993) przetransponowanej dla polskiej praktyki naftowej (Kotarba i Szafran 1985; Wilczek i Merta 1992). Wielkości pomierzonych parametrów –  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  i  $T_{max}$  oraz obliczone wielkości podstawowych wskaźników – TOC, HI, OI, PI i ich podstawowe korelacje pozwalają na ocenę ilości, typu genetycznego i stopnia przeobrażenia badanej substancji organicznej według klasycznych interpretacji (Espitalié i in., 1985; Peters, 1986; Peters i Cassa, 1994).

#### 3. Oznaczenie zawartości bituminów

Ekstrakcję bituminów zostanie prowadzona w aparacie Soxhleta biorąc do analizy próbkę skały o masie około 100 g. Jako czynnik ekstrahujący stosowano mieszaninę dichlorometanu (DCM)/metanolu (MeOH) połączone w stosunku objętościowym 93:7 (mieszanina azeotropowa). Uzyskany ekstrakt bituminów zostanie przeniesiony ilościowo

do wytarowanego naczynka i po odparowaniu rozpuszczalnika określa się uzysk ekstraktu w ppm.

#### 4. Rozdział grupowy bituminów

W pierwszym etapie procedury rozdziału grupowego z bituminów usuwa się asfalteny. W tym celu próbkę bituminów o masie 100-200 mg rozpuszcza się w niewielkiej ilości DCM (2-3 ml) przenosi je ilościowo do kolbki o pojemności 200 ml. Do roztworu wprowadza się około 100 ml heksanu i zostawia na około 24 godziny w ciemnym miejscu w temperaturze otoczenia. Roztwór rozpuszczalnych w heksanie węglowodorów nasyconych, węglowodorów aromatycznych i żywic oddzielono od osadu asfaltenów przez dekantację i filtrację. Osad ten spłukiwano z sączka dichlorometanem, a następnie przenoszono ilościowo do naczynka wagowego. Po całkowitym odparowaniu rozpuszczalnika naczynko ważono i określano masę wytrąconych asfaltenów.

Pozostałe malteny (mieszanina węglowodorów nasyconych, węglowodorów aromatycznych i żywic) rozpuszcza się w niewielkiej ilości heksanu i podaje na uprzednio przepłukaną heksanem kolumnę chromatograficzną o długości 200 mm i średnicy zewnętrznej 8 mm wypełnioną silikażelem i tlenkiem glinu w stosunku objętościowym 1:2. Węglowodory nasycone nie sorbowane przez kolumnę, opuszczają ją wraz z heksanem. Po wymyciu węglowodorów nasyconych eluowuje się frakcję węglowodorów aromatycznych za pomocą benzenu. Pozostałe na kolumnie żywice eluowuje mieszaniną benzen - metanol (1:1 obj.). Tak rozdzielone frakcje zostawia się pod dygestorium do swobodnego wyschnięcia, a następnie oblicza się masy uzyskanych frakcji. Skład grupowy bituminów oblicza się odnosząc masy poszczególnych frakcji do sumy ich mas wraz z asfaltenami.

#### 5. Analiza biomarkerów GC-MS

Frakcje węglowodorów nasyconych oraz węglowodorów aromatycznych zostaną poddane osobno analizie na chromatografie Agilent 7890A wyposażonym w automatyczny podajnik próbek Agilent 7683B, komorę nastrzykową on-column oraz detektor masowy Agilent 5975C (MSD). Rozdział dokonano przy użyciu kolumny DB-5 o długości 60 m i średnicy 0,32 mm. Grubość filmu wynosiła 0,25  $\mu\text{m}$ . Gaz nośny – hel. Temperatura dozownika wynosiła 250°C, a czas pracy „bez podziału” 0,2 min. Zastosowana zostanie programowana temperatura pieca chromatograficznego: temperatura początkowa 40°C i utrzymywana będzie przez 1 min, później następował będzie wzrost temperatury 20°C/min do temperatury 120°C dalej wzrost 3°C/min do temperatury 300°C następnie

temperatura ta utrzymywana będzie przez 35 min. Całkowity czas analizy wynosi 100 min. Analiza zostanie przeprowadzona przemiatając widmo w zakresie 45 – 500 a.j.m.

#### 6. Refleksyjność witrynitów i analiza składu macerałowego

Refleksyjność witrynitów i analiza składu macerałowego zostanie wykonana na mikroskopie polaryzacyjnym Axioskop 40 Pol, firmy Zeiss wyposażonym w przystawkę mikrofotometryczną umożliwiającą pomiar zdolności refleksyjnej materii organicznej. Pomiary zostaną przeprowadzone w imersji, w świetle białym, odbitym, na polerowanych płytkach. Składniki te charakteryzują się liniowym wzrostem zdolności odbicia światła wraz ze wzrostem stopnia dojrzałości (Stach i in. 1982). Badania zostaną wykonane przy użyciu: wzorca ze szkła optycznego o określonej, stałej refleksyjności 3,15 %  $R_0$ ; filtra monochromatycznego o długości fali 546 nm; olejku imersyjnego o  $n_D = 1,515$  w temp. 20-25 °C. Analizę ilościową zostanie przeprowadzona metodą planimetrowania powierzchni preparatów, przy skoku mikrośruby = 0,2 mm. Przy opisie składników petrograficznych będzie stosowana nomenklatura i klasyfikacja przyjęta przez Międzynarodowy Komitet Petrologii Węgla (ICCP).

### 7. PRZEDSIĘWZIĘCIA KONIECZNE ZE WZGLĘDU NA OCHRONĘ ŚRODOWISKA

Z zapisów zawartych w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. *w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko* (Dz.U. Nr 213, poz. 1397) wynika, że prace geologiczne wykonywane poza obszarem Natura 2000 i w zakresie: wiercenia głębokiego otworu w celu ustalenia budowy geologicznej Polski, prowadzenia badań geofizycznych i hydrogeologicznych oraz prac związanych z likwidacją otworu, nie należą do przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko ani też do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko.

W związku z powyższym przedsięwzięcie będące tematem niniejszego projektu nie wymaga wykonania oceny oddziaływania na środowisko (zgodnie z art. 48.1., Ustawy z dnia 3 października 2008 *o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko*; Dz.U. Nr 199, poz. 1227 z późn. zm.).

W dalszej części rozdziału przedstawia się uzasadnienie zawierające informacje o warunkach wykonywania przedsięwzięcia., które tylko czasowo (do zakończenia prac

przewidzianych w projekcie robót geologicznych) i w niewielkim stopniu może oddziaływać na środowisko (zgodnie z art. 48.3., Ustawy z dnia 3 października 2008 *o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko*; Dz.U. Nr 199, poz. 1227 z późn. zm.).

#### Zakres projektowanego przedsięwzięcia

Przedsięwzięcie polegać będzie na wykonaniu otworu Bibiela PIG-1 do głębokości 1500 m, w celu ustalenia budowy geologicznej kraju. W czasie wiercenia otworu zamierza się pobierać rdzeń, prowadzić badania hydrogeologiczne i geofizyczne, a po zakończeniu wiercenia wykonać profilowanie temperatury. W związku z badawczym charakterem otworu założono, że po przeprowadzeniu w nim projektowanych badań zostanie on zlikwidowany poprzez zacementowanie do powierzchni terenu. Założono również możliwe pozostawienie otworu jako punktu monitorującego zmienność środowiska wodnego w poziomie wodonośnym serii węglanowej triasu i włączenie go do sieci obserwacji wód podziemnych (patrz: B. część projektowa). Całe przedsięwzięcie będzie trwało 6 miesięcy.

#### Teren, na który będzie oddziaływać przedsięwzięcie

Otwór wiercony będzie na terenie gruntów leśnych. Teren w promieniu 2 km od miejsca lokalizacji projektowanego otworu należy do lasów Nadleśnictwa Świerklaniec. W obszarze tym znajdują się pojedyncze zabudowania oddalone od miejsca wykonywanych prac w kierunku na północny-zachód: Leśniczówka Polski Las w odległości 650 m i budynki osady leśnej Dąbrowa Wielka w odległości 1250 m (Załącznik 10).

W obszarze tym znajdują się również rowy melioracyjne, utrzymywane przez Nadleśnictwo Świerklany. W kierunku na północ i północny-zachód od drogi, przy której planuje się wiercenie, następuje odprowadzenie wody rowami do rzeki Małej Panwi. Natomiast w kierunku południowym i południowo-zachodnim spływ wód rowami odbywa się do rzeki Brynicy. Założono, że w kierunku południowym, na odległość około 100 m do rowu w zlewni Brynicy, odprowadzane będą wody zwykłe z pompowania badawczego.

W granicach określonego terenu (w promieniu 2 km od projektowanego otworu) brak jest obszarów prawnie chronionych (Parki Narodowe, Parki Krajobrazowe, Rezerваты Przyrody, obszary NATURA 2000, strefy ochronne ujęć wód podziemnych czy powierzchniowych) (Załącznik 2 i 9b).

#### Przestrzeń, w której będzie oddziaływać przedsięwzięcie

W zasięgu oddziaływania przedsięwzięcia znajdzie się część górotworu w następujących granicach:

- pionowego wyrobiska otworowego o głębokości 1500 m i średnicy zmieniającej się z głębokością od 406 do 93 mm, w którym przewiduje się udokumentować na rdzeniu utwory czwartorzędu, triasu, dewonu, ordowiku i kambru (wg projektu geologicznego otworu Bibiela PIG-1; zał. 11);
- poziomego rozprzestrzenienia ograniczonego lejem depresji, wywołanego poborem wody z otwory w celu określenia warunków filtracji i schematu zasilania badanego poziomu wodonośnego: triasu, dewonu i ordowiku (wg projektu geologicznego otworu Bibiela PIG-1; zał.11).

W zasięgu oddziaływania przedsięwzięcia znajdzie się również przestrzeń powietrzna, w której powstanie hałas związany z pracą wiertni.

#### Elementy środowiska, na które oddziaływać będzie przedsięwzięcie

Realizacja opisanego powyżej przedsięwzięcia, dla którego określono teren i przestrzeń oddziaływania, będzie obciążeniem dla środowiska w związku z przebiegiem następujących działań:

1. pracą wiertni (wpływ na powierzchnię ziemi i hałas);
2. stawianiem rur okładzinowych (wpływ na wody podziemne);
3. czasowym drenowaniem górotworu w badanych poziomach wodonośnych (wpływ na wody podziemne i rośliny)
4. czasowym odprowadzaniem odpompowanych wód do cieku powierzchniowego (wpływ na wody powierzchniowe).

#### Uzasadnienie braku znaczącego oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko

##### **1. Praca wiertni niesie za sobą zmiany powierzchni terenu i generowanie hałasu.**

Skutki postawienia wiertni nie będą szkodliwe dla środowiska, chociaż czasowo zmienią niekorzystnie krajobraz. Zajęty będzie obszar pod obiekty techniczne oraz drogę dojazdową (wyłożona płytami betonowymi, o długości 50 m), co wymusi czasowe wyłączenie części gruntów (o powierzchni około 1172 m<sup>2</sup>) z ich leśnego użytkowania.

Likwidacja otworu nastąpi w terminie kilku dni po zakończeniu wiercenia przez zacementowanie. Teren wokół wiertni zostanie zrekultywowany, a wszelkie odpady wywiezione. W przypadku pozostawienia otworu o głębokości 165 m jako punku

monitorującego wody podziemne, otwór będzie odpowiednio technicznie zabudowany a teren wokół niego ogrodzony.

Lokalizacja wiercenia w odległości 650 metrów od zabudowań leśniczówki narazi ich mieszkańców na nieco uciążliwy hałas. Wiertnica, która będzie użyta do wykonania projektowanego otworu będzie posiadała aktualne testy pomiaru hałasu i wibracji. Odległość pierwszych budynków mieszkalnych od wiertni jest wystarczająca by utrzymać poziom hałasu poniżej dopuszczalnego dla terenów zabudowy zagrodowej, który wynosi 55 dB w odniesieniu do jednej doby (wg zał.1. w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 roku *zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku*; Dz.U.z 2012 r.; poz. 1109).

2. Przewiduje się, że otwór naruszy poziomy wodonośne: czwartorzędu, triasu i dewonu, zawierające wody o mineralizacji do  $1\text{g/dm}^3$  oraz poziomy ordowiku i kambru, z których spodziewany jest dopływ wody o mineralizacji w granicach  $5\text{-}10\text{ mg/dm}^3$ .

By nie dopuścić do mieszania się wód i zabezpieczyć przed zanieczyszczeniem użytkowe poziomy wodonośne triasu i dewonu, zaplanowano izolację poszczególnych poziomów wodonośnych poprzez cementowanie wcześniej zapuszczonych kolumn rur okładzinowych od powierzchni do odpowiedniej głębokości. Sposób zamykania poziomów wodonośnych przedstawiono w karcie technicznej wiercenia (zał. graf. 11). Przedstawiona w niej konstrukcja otworu uwzględnia spodziewane warunki geologiczne i hydrogeologiczne górotworu i będzie korygowana w trakcie wiercenia, zgodnie z rzeczywistymi warunkami geologicznymi i hydrogeologicznymi.

Zamknięcia poziomów wodonośnych będą dokonywane na polecenie geologa nadzorującego wiercenie i według szczegółowej instrukcji cementowania. W przypadku nie uzyskania prawidłowego zamknięcia, czynność zamykania będzie powtarzana i ponownie sprawdzana szczelność.

Ochronie wód poziomów triasowych i dewońskich będzie także podporządkowana technologia wiercenia. Zaplanowano prowadzenie wiercenia do głębokości 290 m z wykorzystaniem płuczki wodnej.

3. W trakcie wiercenia otworu prowadzone będą badania hydrogeologiczne polegające na czerpaniu wody z otworu (pompowanie badawcze) w celu uzyskania hydrodynamicznej reakcji warstwy wodonośnej, która to reakcja umożliwi identyfikację parametrów filtracyjnych warstwy i warunków jej zasilania. Pobór wody z otworu spowoduje zmiany stosunków wodnych w zakresie obniżenia ciśnień pola hydrodynamicznego i zmiany

kierunków przepływu wód podziemnych. Zmiany te będą miały charakter lokalny i będą trwały przez okres wykonywania pompowania i stabilizacji zwierciadła wody.

Zgodnie z założeniami prowadzenia badań hydrogeologicznych, opisanymi w rozdziale 6.6 maksymalny czas trwania pompowania badawczego dla jednego odsłoniętego interwału będzie wynosił 48 godzin (pompowanie oczyszczające i stabilizacja oraz pompowanie pomiarowe i stabilizacja). Możliwe jest wykonanie dwóch lub trzech takich badań, w poziomach wodonośnych: triasu, dewonu i ordowiku (przy dopływie wód do otworu powyżej  $2\text{m}^3/\text{h}$ ).

Na podstawie analizy warunków hydrogeologicznych w rejonie projektowanego otworu Bibiela PIG-1 (patrz rozdziały: 4.4 i 6.6) założono następujące warunki, będące efektem drenażu poziomów wodonośnych:

- w utworach triasu: dopływ wody o mineralizacji do  $1\text{ g/dm}^3$ ; pobór wody przez 24 godziny w ilości ok.  $20\text{ m}^3/\text{h}$  przy depresji około 10 m i powstały lej depresyjny o promieniu ok. 50 m;
- w utworach dewonu: przypuszczalny dopływ wody o mineralizacji do  $1\text{ g/dm}^3$ ; pobór wody przez 24 godziny w ilości ok.  $10\text{ m}^3/\text{h}$  przy depresji powyżej 10 m i spodziewany lej depresyjny o promieniu poniżej 50 m;
- w utworach ordowiku: możliwy dopływ wody o mineralizacji do  $5\text{ g/dm}^3$ ; pobór wody przez 12 godzin w ilości do  $5\text{ m}^3/\text{h}$  i spodziewany lej depresyjny o promieniu poniżej 50 m.
- w utworach kambru: brak lub bardzo mały dopływ wody do otworu.

Z powyższego wynika, że drenaż wód podziemnych będzie oddziaływać w ograniczonej przestrzeni górotworu; w przedziale głębokości 0,0 – 550 m i w zasięgu leja depresji (w promieniu 50 m), którego wielkość na powierzchni terenu obejmie obszar około  $7850\text{ m}^2$ . Jego oddziaływanie będzie zmniejszać się od momentu wyłączenia pompy aż do uzyskania stanu hydrodynamicznego z okresu przed pompowaniem. Tak więc opisany drenaż górotworu nie utrudni korzystania z wody innym użytkownikom, bowiem najbliższa studnia znajduje się w Dąbrowie Wielkiej, w odległości około 1300 m od projektowanego otworu. Ponadto badania hydrogeologiczne w otworze będą prowadzone do momentu uzyskania potwierdzenia uzyskania stanu warunków hydrogeologicznych z okresu przed podjęciem wiercenia projektowanego otworu Bibiela PIG-1.

**4.** Pobierana z otworu woda zwykła będzie odprowadzana rurociągiem na odległość około 100 m w kierunku południowym do rowu melioracyjnego należącego do zlewni

Brynicy, a w przypadku uzyskania z otworu wód zasolonych, będą one gromadzone w zbiornikach płuczkowych i wywożone z płuczką w celu jej utylizacji.

Woda otrzymana w wyniku próbnego pompowania z utworów triasu i dewonu nie stanowi zagrożenia dla wód powierzchniowych i może być odprowadzona bezpośrednio do cieków powierzchniowych (zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. *w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego*; Dz. U. 2006 nr 137, poz. 984 i zmieniające rozporządzenie z dnia 28.01.2009; Dz.U.09.27.169)

Zwiększone przepływy wody w cieku będą trwały maksymalnie 72 godziny (rozłożone na 3 doby, przedzielone okresem około 2 tygodni braku poboru wody z otworu) i nie spowodują podtopień terenu. Rowy w analizowanym terenie są drożne, a ich przekrój i spadki są wystarczające do swobodnego przepływu wód w ilości 480m<sup>3</sup>/d.

#### Podsumowanie

W przeprowadzonej powyżej ocenie wpływu na środowisko przyrodnicze nie znajduje się negatywnego wpływu zaprojektowanych prac w otworze wiertniczym Bibiela PIG-1.

Skutki pracy wiertni dla odwiercenia otworu będą uciążliwe dla środowiska tylko czasowo, tj. do momentu odwiercenia otworu, jego zarzucenia, przeprowadzenia badań hydrogeologicznych i geofizycznych oraz zakończenia prac związanych z likwidacją otworu. Lokalizacja wiercenia w odległości 650 metrów od zabudowań narazi okolicznych mieszkańców na nieco uciążliwy hałas, ale nie przekraczający dopuszczalnej normy. Uciążliwość dla środowiska ustanie z chwilą zlikwidowania wiertni. Użytkowany teren zostanie zrekultywowany, a odpady wywiezione.

W projekcie przewiduje się też możliwość pozostawienia otworu Bibiela PIG-1 jako punktu monitorującego zmienność środowiska wodnego w poziomie wodonośnym serii węglanowej triasu. Nowy punkt obserwacyjny można będzie włączyć w jedną z dwóch sieci obserwacji wód podziemnych należących do:

- monitoringu krajowego, prowadzonego przez Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie;
- monitoringu lokalnego, prowadzonego na potrzeby ujęcia komunalnego „Bibiela” (Stacja Uzdatniania Wody “Bibiela” - terenowa jednostka organizacyjna Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów S.A. w Katowicach)

W takim przypadku podmiot przejmujący punkt monitoringowy wystąpi o uzyskanie tytułu prawnego do części nieruchomości, na której zlokalizowany jest otwór.



Również przewidywany pobór wody podziemnej w czasie prowadzonych pompowań nie pozostawi zmian w środowisku. Nie spowoduje obniżenia zwierciadła wód w użytkowych poziomach wodonośnych oraz poziomach wód gruntowych i tym samym nie będzie miał negatywnego wpływu na ekosystemy lądowe zależne od wód podziemnych a także na wody powierzchniowe. Przewidywany pobór wody podziemnej w czasie prowadzonego pompowania badawczego nie stworzy zagrożenia obniżenia lustra wody w sąsiednich studniach. Mimo to użytkownicy pobliskich studni zostaną poinformowani o prowadzonym pompowaniu w projektowanym otworze, a wybrane studnie będą monitorowane w okresie trwania badań hydrogeologicznych.

Wody otrzymane w wyniku próbnego pompowania z utworów triasu i dewonu będą wodami słodkimi i jako takie nie stanowią zagrożenia dla wód powierzchniowych, dlatego mogą być odprowadzane bezpośrednio do wód powierzchniowych. Zwiększone przepływy wody w rowie będą trwały jednorazowo około 48 godzin i nie spowodują podtopień terenu. Natomiast wody zasolone będą gromadzone w zbiornikach płuczkowych i następnie utylizowane.

W trakcie prowadzenia robót wiertniczych i likwidacyjnych oraz badań hydrogeologicznych i geofizycznych w otworze Bibiela PIG-1 nie przewiduje się oddziaływań mogących w znaczący sposób wpływać na stan środowiska w granicach oddziaływania przedsięwzięcia, w związku z czym nie zakłada się szczegółowych rozwiązań mających przeciwdziałać ujemnym skutkom.

## **8. OCENA BEZPIECZEŃSTWA POWSZECHNEGO I BEZPIECZEŃSTWA PRACY**

Projekt przewiduje wykonanie robót geologicznych służących rozpoznaniu wglębnej budowy geologicznej kraju, które odbywać się będą poza granicami obszarów górniczych, w wyrobisku otworowym do głębokości 1500 m oraz bez użycia środków strzałowych. Do wykonywania tych prac, na podstawie art. 86 Ustawy Prawo geologiczne i górnicze, stosuje się przepisy dotyczące zakładu górniczego i jego ruchu oraz ratownictwa górniczego.

W związku z powyższym, na podstawie art. 105 Ustawy, wszystkie prace związane z odwierceniem otworu badawczego Bibiela PIG-1 będą wykonywane na podstawie planu ruchu zakładu wykonującego roboty geologiczne.

W planie ruchu zakładu wykonującego wiercenie, zgodnie z Ustawą, art. 108, ust. 2, zostaną określone przedsięwzięcia techniczne, technologiczne i organizacyjne, mających na celu zapewnienie bezpieczeństwa powszechnego, bezpieczeństwa pracy i ochrony środowiska.

Ich opis będzie sporządzony z uwzględnieniem warunków określonych w przedmiotowym projekcie robót geologicznych, zgodnie z Ustawą, art. 108, ust. 3.

Plan ruchu będzie sporządzony na okres 2 lat, i wraz z wnioskiem o zatwierdzenie planu ruchu i dołączonym projektem robót geologicznych, przedłożony w Okręgowym Urzędzie Górniczym w Gliwicach, co najmniej na 30 dni przed dniem zamierzonego rozpoczęcia wykonywania robót.

## **9. OKREŚLENIE PRÓBEK GEOLOGICZNYCH PODLEGAJĄCYCH PRZEKAZANIU ORGANOWI ADMINISTRACJI GEOLOGICZNEJ**

Zgodnie z rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w *sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej* (Dz.U. Nr 282, poz. 1657) próbki okruchowe oraz rdzenie wiertnicze uzyskane podczas wiercenia otworu do czasu sporządzenia dokumentacji tj. 1,5 roku od zakończenia wiercenia zgromadzone będą w magazynie rdzeni w Kielnikach k/Częstochowy. W tym czasie zespół geologów różnych specjalności dokumentujących wiercenie Bibiela PIG-1 dokona szczegółowego makroskopowego opisu, przeprowadzi wszystkie założone w niniejszym projekcie badania bezpośrednie na rdzeniach wiertniczych oraz pobierze materiał do badań laboratoryjnych. Następnie skrzynki z rdzeniem wiertniczym zostaną włączone do zasobów Narodowego Archiwum Geologicznego jako próby trwałego przechowywania.

## **10. HARMONOGRAM PROJEKTOWANYCH PRAC I ROBÓT GEOLOGICZNYCH**

Szczegółowo opisany powyżej zakres robót i badań związany z odwierceniem i udokumentowaniem otworu badawczego Bibiela PIG-1 będzie realizowany zgodnie z poniższym ramowym harmonogramem (diagram Gantta).

Zakłada się, że roboty geologiczne obejmujące przygotowanie terenu, odwiercenie otworu, badania hydrogeologiczne i geofizyczne w otworze, likwidację otworu i rekultywację terenu będą prowadzone w okresie **marzec – wrzesień 2014**. Prace te będą wykonywane pod nadzorem uprawnionych geologów z Państwowego Instytutu Geologicznego – PIB.

Następnie, skrzynki z rdzeniem wiertniczym sukcesywnie będą przewożone do magazynu rdzeni w Kielnikach k/Częstochowy, gdzie poddane zostaną szczegółowym badaniom specjalistycznym w warunkach polowych, sporządzona zostanie dokumentacja fotograficzna (w tym z użyciem skanera optycznego) i wykonane opróbowanie do badań laboratoryjnych (po uprzednim wzdłużnym przecięciu rdzeni). Na ten etap prac przewiduje się czas około 9 miesięcy (**lipiec 2014 – marzec 2015**)

Pobierane próbki skał, na bieżąco będą wysyłane do badań laboratoryjnych. Czas na wykonanie tych badań oszacowano na 12 miesięcy (**październik 2014- wrzesień 2015**)

W sezonie wiosenno-letnim 2015 roku (**marzec-wrzesień 2015**) zarezerwowano możliwość ponownego przyjazdu geologów do magazynu rdzeni celem weryfikacji i uzupełnienia obserwacji polowych rdzeni wiertniczych w oparciu o uzyskane wyniki badań laboratoryjnych.

Okres **październik-grudzień 2015** przeznaczony będzie na sporządzenie dokumentacji wynikowej otworu badawczego Bibiela PIG-1.

Projekt robót geologicznych na wykonanie otworu badawczego Bibiela PIG-1

<b>ZAKRES I HARMONOGRAM ZAMIERZONYCH PRAC GEOLOGICZNYCH</b>												
ROZPLANOWANIE W CZASIE	2013				2014				2015			
ZAKRES PRAC	I kw	II kw	III kw	IV kw	I kw	II kw	III kw	IV kw	I kw	II kw	III kw	IV kw
Opracowanie "Projektu robót geologicznych" i dokumentów związanych z jego zatwierdzeniem												
Przygotowanie i przeprowadzenie procedury przetargowej na wykonanie otworów i geofizyki otworowej												
Wykonanie otworu Bibiela PIG-1												
Badania geofizyczne w otworze Bibiela PIG-1												
Badania hydrogeologiczne w otworze Bibiela PIG-1												
Nadzór i dozór geologiczny otworu Bibiela PIG-1												
Dokumentacja fotograficzna (skanowanie), ciecie i badania specjalistyczne rdzeni oraz pobrane próbek do badań laboratoryjnych z otworu Bibiela PIG-1												
Badania laboratoryjne próbek skał z otworu Bibiela PIG-1												
Weryfikacja obserwacji polowych rdzeni wiertniczych w oparciu o uzyskane wyniki badań laboratoryjnych												
Dokumentacja wynikowa otworu Bibiela PIG-1												

## **11. OKRESLENIE RODZAJU DOKUMENTACJI WYNIKÓW ROBÓT GEOLOGICZNYCH**

Dla wykonanego otworu badawczego Bibiela PIG-1 zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w *sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innych dokumentacji geologicznych* (Dz.U. Nr 282, poz. 1656) będzie sporządzona dokumentacja geologiczna, która następnie zostanie przedłożona do zatwierdzenia Ministrowi Środowiska, zgodnie z Ustawą z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze, art. 161 ust. 3, pkt. 6 i 9. Dane z wiercenia w zakresie: lokalizacji, stratygrafii, litologii zostaną wprowadzone do podsystemu „Otwory” Centralnej Bazy Danych Geologicznych.

## **12. WNIOSKI I ZALECENIA**

1. Projekt robót geologicznych sporządzony został w celu odwiercenia otworu badawczego Bibiela PIG-1 oraz przeprowadzenia badań geofizycznych i hydrogeologicznych w otworze, wykonania badań na rdzeniach wiertniczych w zakresie tektoniki, litologii, sedimentologii, mineralizacji kruszczowej, stratygrafii oraz pobranie próbek do badań laboratoryjnych (petrologicznych, kruszczowych, stratygraficznych, geochemicznych, paleomagnetycznych, izotopowych i innych) dla potrzeb realizacji przedsięwzięcia z dziedziny geologii pn . „*Program wierceń badawczych państwowej służby geologicznej PIG-PIB – Wiertnicze zbadanie nierozpoznanych profili prekambriu i dolnego paleozoiku w północno-wschodniej części bloku górnośląskiego i ich potencjału złożowego.*
2. Założony cel robót zrealizowany zostanie w następującej kolejności:
  - roboty geologiczne obejmujące wykonanie pionowego otworu badawczego Bibiela PIG-1, do głębokości 1500,0 m p.p.t. ( $\pm 10\%$ ) oraz towarzyszące temu badania geofizyczne i hydrogeologiczne – w tym próbne pompowania pomiarowe
  - przewiezienie skrzynek z rdzeniem wiertniczym do magazynu rdzeni wiertniczych w Kielnikach k/Częstochowy
  - likwidację otworu poprzez zacementowanie lub też przekazanie go po częściowej likwidacji państwowej służbie hydrogeologicznej celem włączenie go w sieć monitoringu PSH.

–

- wykonanie szczegółowych badań polowych rdzeni wiertniczych oraz badań laboratoryjnych próbek rdzenia
- 3. Wykonawca robót wiertniczych zobowiązany jest sporządzić plan ruchu i uzyskać jego zatwierdzenie w Okręgowym Urzędzie Górniczym w Gliwicach.
- 4. Roboty wiertniczo-badawcze muszą być wykonywane pod nadzorem geologicznym, zgodnie z obowiązującymi przepisami.
- 5. Wnioskuje się o upoważnienie nadzoru geologicznego do bieżącego korygowania założeń projektu w zakresie konstrukcji otworu, systemu zarurowania i opróbowania. Dokładną głębokość posadowienia kolumn rur ustali nadzór geologiczny na podstawie otrzymanych wyników badań.
- 6. Otwór Bibiela PIG-1 zlokalizowany zostanie w obrębie działki nr ew.46, obręb 0005, Woźniki, stanowiącej własność Skarbu Państwa i zarządzanej przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe Nadleśnictwo Świerklaniec
- 7. Wody wydobyte na powierzchnię w trakcie pompowania oczyszczającego oraz pompowania pomiarowego należy gromadzić w szczelnym zbiorniku (lub zaizolowanym dole urobkowym) i w zależności od składu chemicznego odprowadzić do cieku powierzchniowego zgodnie z wymogami ustawy Prawo wodne, lub poddać utylizacji.
- 8. Przewiduje się likwidację otworu badawczego Bibiela PIG-1, na podstawie projektu technicznego likwidacji otworu wiertniczego.
- 9. Dopuszcza się możliwość pozostawienia otworu Bibiela PIG-1 (po uprzednim częściowym zlikwidowaniu do stropu utworów paleozoicznych) jako punktu monitorującego zmienność środowiska wodnego w poziome wodonośnym serii węglanowej triasu. W takim przypadku podmiot przejmujący punkt monitoringowy wystąpi o uzyskanie tytułu prawnego do części nieruchomości, na której zlokalizowany jest otwór.
- 10. Wyniki przeprowadzonych prac geologicznych, wraz z ich interpretacją, zostaną przedstawione w dokumentacji geologicznej sporządzonej zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w *sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innych dokumentacji geologicznych* (Dz.U. Nr 282, poz. 1656)
- 11. Niniejszy projekt należy złożyć w 2 egzemplarzach do zatwierdzenia Ministrowi Środowiska, zgodnie z Ustawą z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze, art. 80 ust. 4.

### 13. SPIS LITERATURY I OPRACOWAŃ ARCHIWALNYCH

- BACHNACKI S., MARGUL H., 1988 – Geofizyczne mapy podstawowe, temat: Region Górnśląski. Arch. PBG Warszawa.
- Bank HYDRO - Centralna Baza Danych Hydrogeologicznych.
- BER A., WILANOWSKI S., 2009 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski arkusz Bytom (910), 1 : 50 000. Materiały autorskie, Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- BIERNAT G., BALIŃSKI A., 1973 – Fauna z otworów wiertniczych Sosnowiec IG-1 i Goczałkowice IG-1. *Kwart. Geol.* **17**, 3: 629-630.
- BOJDYS G., BUJNOWSKI W., KARACZUN K., LEMBERGER M., 1982 – Interpretacja badań grawimetrycznych i magnetycznych na obszarze Górnśląskiego Zagłębia Węglowego. *Biul. Inst. Geol.*, **333**: 61-90.
- BOJKOWSKI K., JACHOWICZ A., ŻOŁDANI Z., 1968 – Wyniki wiercenia Gołonóg. *Biul. Inst. Geol.* 212, T. IX: 93-109.
- BUKOWY S., 1974 – Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego – Kalety IG-1. Arch. PIG Sosnowiec: 55.
- BUKOWY S., PIEKARSKI K., 1976 – Dokumentacja geologiczna wiercenia Tarnowskie Góry IG K-3. Arch. PIG Sosnowiec: 33.
- BUŁA Z., 2000 – Dolny paleozoik Górnego Śląska i Zachodniej Małopolski. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **171**: 1-63.
- BUŁA Z., KOTAS A. 1994 (red.) – Atlas Geologiczny Górnśląskiego Zagłębia Węglowego cz. III - Mapy geologiczno-strukturalne, 1 : 1000 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- BUŁA Z., JACHOWICZ M., 1996 – The Lower Paleozoic sediments in the Upper Silesian Block. *Kwart. Geol.*, **40**: 299-336.
- BUŁA, Z., JACHOWICZ, M. PŘICHYSTAL A. J., 1997 – Lower Paleozoic deposits of the Brunovistulicum. *Terra Nostra*, **11**: 32-38.
- BUŁA Z. (red.), HABRYN R., KRIEGER W., KUREK S., MARKOWIAK M., WOŹNIAK P., 2002 – Atlas geologiczny paleozoiku bez permu w strefie kontaktu bloków górnśląskiego i małopolskiego. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- BUŁA Z., HABRYN R., KARWASIECKA M., KRÓLIKOWSKI C., MARKIEWICZ J., MARKOWIAK M., NOWAK I., PETECKI Z., ŻELAŻNIEWICZ A., ŻÓŁTOWSKI Z., 2004 – Raport merytoryczny z projektu celowego zamawianego „Paleozoiczna akrecja Polski” PCZ-07-21. Zadanie główne nr 2 – Geofizyczno-geologiczny obraz strefy kontaktowej Kraków – Lubliniec. Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- BUŁA Z., ŻABA J., 2005 – Pozycja tektoniczna Górnśląskiego Zagłębia Węglowego na tle prekambryjskiego i dolnopaleozoicznego podłoża. *Przew. 76 Zjazdu Pol. Tow. Geol. Rudy k/Rybnika*: 14-42. Warszawa.
- BUŁA Z., ŻABA J., 2008 – Struktura prekambryjskiego podłoża wschodniej części bloku górnśląskiego (Brunovistulicum). *Prz. Geol.*, **56**, 6: 473-480.

- BUŁA Z., HABRYN R., 2008 (red.) – Atlas geologiczno-strukturalny podłoża paleozoicznego Karpat zewnętrznych i zapadliska przedkarpackiego. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- BUŁA Z., ŻABA J., HABRYN R., 2008 – Regionalizacja tektoniczna Polski – Polska południowa (blok górnośląski i blok małopolski). *Prz. Geol.* **56**, 10: 912-920.
- BUŁA Z., HABRYN R., 2010 – Budowa geologiczna prekambriu i paleozoiku regionu krakowskiego. W: Mat. Konf. - „Prekambr i paleozoik regionu krakowskiego”. Kraków, listopad 2010. Państw. Inst. Geol. - Państw. Inst. Badaw. Warszawa: 7-39.
- CIEMNIEWSKA M., DYMOWSKI W., 1991 – Dokumentacja geologiczna rejon Koziegłowy w północnej części obszaru śląsko-krakowskiego. Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- DYBOVA-JACHOWICZ S., JACHOWICZ M., BUŁA Z., 1999 – Badania palinologiczne górnego paleozoiku pomiędzy Lublińcem a Krakowem. Arch. PIG Sosnowiec: 51.
- DZIUK M., SIWY-BĘDKOWSKA K., BĘDKOWSKI Z., 1999 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych z utworów serii węglanowej triasu w rejonie Lubliniec-Myszków. Częstochowskie Przed. Geol. sp. z o.o. CAG Warszawa.
- EKIERT F., 1971 – Budowa geologiczna podpermskiego podłoża północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Pr. Inst. Geol.* **66**: 5-77
- FRANKE W., ŻELAŻNIEWICZ A., 2000 – The eastern termination of the Variscides: terrane correlation and kinematic evolution. In: W. Franke, V. Haak, O. Oncken, D. Tanner, eds – Orogenic processes: Quantification and modelling in the Variscan Belt. *Geol. Soc. London, Spec. Publ.*, **179**: 63-86.
- ESPITALIÉ J. and BORDENAVE M. L., 1993 – Rock Eval pyrolysis. In: Applied Petroleum Geochemistry (ed. M. L. Bordenave): 237-260. Technip, Paris.
- ESPITALIÉ J., DEROO G. and MARQUIS F., 1985 – La pyrolyse Rock Eval et ses applications. *Rev. Inst. Franc. Pétr.*, **40** (6): 755-784.
- GAJOWIEC B., 1997 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000; ark. Koziegłowy (878). Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- GAJOWIEC B., WAGNER J., KOWALCZYK A., RUBIN K., 1998 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000; ark. Kalety (877). Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- GŁADYSZ J., MAGDA W., 1974 – Projekt poszukiwawczo-geologiczny złóż cynku i ołowiu w północno-zachodniej części regionu śląsko-krakowskiego, obszar: Siewierz, Bibiela, Tworóg - Lubliniec, Niedary - Laryszów, Brzezinka – Paczyna. Arch. PG - Kraków.
- GŁADYSZ J., ŚLIWIŃSKI S. 1979 – Nowe dane o mineralizacji cynkowo-ołowiowej w obszarze siewierskim. *Prz. Geol.*, **12**.
- GŁADYSZ J., POŁANIECKA B., ZUBER K., 1982 – Sprawozdanie z prac geologiczno-poszukiwawczych za złożami rud cynku i ołowiu w NE części regionu śląsko-krakowskiego – Obszar Bibiela. Arch. PG - Kraków.
- GŁADYSZ J., JACHOWICZ M., PIEKARSKI K., 1990 – Akritarchy paleozoiczne z okolic Siewierza (północne obrzeżenia GZW). *Kwart. Geol.*, **34**: 623-646.



- GÓRNIK M., 2005 – Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski 1 : 50 000. Pierwszy poziom wodonośny: występowanie i hydrodynamika; ark. Kozięgłowy (878). Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- GÓRNIK M., 2005 – Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski 1 : 50 000. Pierwszy poziom wodonośny: występowanie i hydrodynamika; ark. Wojkowice (911). Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- GÖTZE J., PLOETZE M., FUCHS H. and HABERMANN D., 1999 – Defect structure and luminescence behaviour of agate - results of electron paramagnetic resonance (EPR) and cathodoluminescence (CL) studies. *Mineral. Mag.* 63: 149-164.
- GRADSTEIN F. M., OGG J. G., SCHMITZ M. D., OGG G. M., 2012 – The Geologic Time Scale. vol. 2 Elsevier.
- HAŁAS S., 1995 – Geochronologia izotopowa oparta na rozpadzie promieniotwórczym potasu-40. *Prz. Geol.*, **43**, 12: 993-998.
- HAŁAS S., 2001 – Analiza pierwiastków techniką rozcieńczenia izotopowego na przykładzie określenia zawartości potasu w minerałach datowanych metodą K/Ar. *Elektronika*, 42: 53-55.
- HAŁAS S., BURAKIEWICZ T., 1997 – Lubelska aparatura UHV do wydzielania, oczyszczania i analizy masowo-spektrometrowej argonu do datowania minerałów. *Elektronika*, 38: 49-53.
- JACHOWICZ M., 2005 – Ordowickie akritarchy bloku górnośląskiego. *Prz. Geol.*, **53**: 756-762.
- JACHOWICZ-ZDANOWSKA M., 2010 – Palinologia kambru dolnego bloku górnośląskiego i prekambriu bloku małopolskiego w regionie krakowskim. W: Mat. Konf. - „Prekambry i paleozoik regionu krakowskiego”. Kraków, listopad 2010. Państw. Inst. Geol. - Państw. Inst. Badaw. Warszawa: 67-92.
- JACHOWICZ-ZDANOWSKA M., 2013 – Cambrian Phytoplankton of the Brunovistulicum – taxonomy and biostratigraphy. *Polish Geological Special Papers*, 28.
- JACHOWICZ M., MORYC W., 1995 – Platformowe utwory kambru dolnego z wierceń Rajbrot 1 i 2 na południe od Bochni. *Prz. Geol.*, **43**, 11: 935-940.
- JACHOWICZ M., PŘICHYSTAL A. J., 1997 – Lower Cambrian sediments in deep boreholes in south Moravia. *Věst. Čes. Geol. Úst.*, **72**: 329-332.
- JACKSON M.L., 1979 – Soil chemical analysis – advanced course. Published by the author. Madison, Wisconsin.
- JOCHEMCZYK L., STRZEMIŃSKA K., 2002 – Mapa geośrodowiskowa Polski arkusz Wojkowice (911), 1 : 50 000. *Wyd. Geol.*, Warszawa.
- JOCHEMCZYK L., WILK S., 2002 – Mapa geośrodowiskowa Polski arkusz Bytom (910), 1 : 50 000. *Wyd. Geol.*, Warszawa.
- JURECZKA J., DOPITA M., GAŁKA M., KRIEGER W., KWARCIŃSKI J., MARTINIEC P., 2005 – Atlas geologiczno-złożowy polskiej i czeskiej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Skala 1 : 200 000. Warszawa.
- KEMPA J., BIELEWICZ R., 2005 – Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski 1 : 50 000. Pierwszy poziom wodonośny: występowanie i hydrodynamika; ark. Bytom (910). Nar. Arch. Geol. Warszawa.

- KEMPA J., PEKAŁA Z., 2005 – Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski 1 : 50 000. Pierwszy poziom wodonośny: występowanie i hydrodynamika; ark. Kalety (877). Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- KIERSNOWSKI H., 1991 – Litostratygrafia permu północno-wschodniego obrzeżenia GZW - nowa propozycja. *Prz. Geol.*, 4:198-203.
- KLECZKOWSKI A. (red.), 1990 – Główne zbiorniki wód podziemnych (GZW) w Polsce - własności hydrogeologiczne, jakość wód, badania modelowe: poligonowe. *Wyd. SGGW-AR, Z. 55*. Warszawa.
- KOSOBUDZKA I., WRZESZCZ M., 2005 – Dokumentacja półszczełowych badań magnetycznych T na obszarze Karpat i przedgórze, 2002-2005. Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- KOTARBA M., SZAFRAN S., 1985 – Zastosowanie analizatorów Rock-Eval i Oil Show w poszukiwaniach naftowych. *Nafta*, 1985, v. 41, nr 3: 81-88.
- KOTAS A., 1972 – Osady morskie karbonu górnego i ich przejście w utwory produktywne Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Pr. Inst. Geol.*, **61**: 297-307.
- KOTAS A., 1982 – Zarys budowy geologicznej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Przew. 54 Zjazdu Pol. Tow. Geol.* Sosnowiec: 45-72. *Wyd. Geol.*, Warszawa.
- KOTAS A., 1985 – Uwagi o ewolucji strukturalnej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. W: J. Trzepierczyński (red.) – Tektonika Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Mater. Konf. Nauk. Sosnowiec: 17-46. *Wyd. U.Śl.* Katowice.
- KOWALCZEWSKI Z., 1990 – Grubookruchowe skały kambru na środkowym południu Polski (litostratygrafia, tektonika, paleogeografia). *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **131**: 1-82.
- KOWALCZYK A., KORONA W., RESPEKTA D., RUBIN K., SIWY-BĘDKOWSKA K., 1999 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów eksploatacyjnych ujęcia wód podziemnych „Bibiela”. Częstochowskie Przed. Geol. Sp. z o.o.
- KOZŁOWSKA A., KUBERSKA M., 2006 – Zastosowanie metody komputerowego przetwarzania i analizy obrazu w mikroskopowej analizie skał. *Prz. Geol.*, **54**, 8: 671-673.
- KROPKA J., KOWALCZYK A., RUBIN K., 1998 – Mapa hydrogeologiczna Polski, skala 1 : 50 000; ark. Bytom (910). Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- KRÓLIKOWSKI CZ., PETECKI Z., 1995 – Atlas grawimetryczny Polski. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KUREK S., GŁADYSZ J., 1979 – Projekt badań geologicznych za rudami cynku i ołowiu do kat. C<sub>2</sub> w obszarze Siewierza wraz ze sprawozdaniem. Arch. PG - Kraków.
- LEŚNIAK G., 1999 – Zastosowanie komputerowej analizy obrazu w badaniach petrofizycznych. *Prz. Geol.* **47**, 7: 644-651.
- LINCZOWSKA-MAKOWSKA M., 1978 – Opracowanie mikroflory otworu wiertniczego BM- 152. Arch. Inst. Geol. Sur. Miner. AGH Kraków.
- MARSHALL D.J., 1988 – Cathodoluminescence of Geological Materials. Unwin Hyman.
- MICHAŁECKA Z., TICHANOWICZ E., 1971 – Dodatek do dokumentacji złoża rud Zn, Pb w kat. C<sub>2</sub>, "Bibiela-Kalety". Arch. PG - Kraków.

- MICHAŁECKA Z., WILGA-NOSOL H., 1986 – Dodatek do dokumentacji złoża rud cynku i ołowiu "Bibiela-Kalety" w kat. C2, miejscowość Kalety, woj. częstochowskie. Arch. PG - Kraków.
- MIGASZEWSKI Z., NARKIEWICZ M., 1983 – Identyfikacja pospolitych minerałów węglanowych przy użyciu wskaźników barwiących. *Prz. Geol.*, **4**: 258-261.
- MORYC W., HEFLIK W., 1998 – Metamorphic rocks in the basement of the Carpathians between Bielsko-Biała and Cracow. *Kwart. Geol.*, **42**: 1-14.
- NAWROCKI J., KRZEMIŃSKI L., PAŃCZYK M., 2010 –  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  ages of selected rocks and minerals from the Kraków-Lubliniec Fault Zone, and their relation to the Paleozoic structural evolution of the Małopolska and Brunovistulian Terranes (S Poland). *Geol. Quart.*, **54**: 289-300.
- OBERC-DZIEDZIC T., KLIMAS S., KRYZA R., FANNING C. M., 2001 – SHRIMP zircon geochronology of the Neoproterozoic Strzelin gneiss: evidence for the Moravo-Silesian zone affinity of the Strzelin massif, Fore-Sudetic block, SW Poland. *Geolines*, **13**: 96-97.
- OBERC-DZIEDZIC T., KLIMAS S., KRYZA R., FANNING C. M., 2003 – SHRIMP U-Pb zircon geochronology of the Strzelin gneiss, SW Poland: evidence for a Neoproterozoic thermal event in the Fore-Sudetic block, Central European Variscides. *Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch.)*, **92**: 701-711.
- OKULUS H., CIEŚLA E., KOSOBUDZKA I., 1979 – Dokumentacja badań grawimetryczno-magnetycznych, temat: Lubliniec-Kraków, 1975-1978. Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- ORŁOWSKI S., 1975 – Lower Cambrian Trilobites from Upper Silesia (Goczałkowice borehole). *Acta Geol. Pol.*, **25**, 3: 377-383.
- OSZCZEPALSKI S., MARKOWIAK M., MIKULSKI S., Z., LASON K., BUŁA Z., HABRYN R., 2010 – Porfirowa mineralizacja Mo-Cu-W w prekambryjsko – paleozoicznych utworach – analiza prognostyczna strefy kontaktów bloków górnośląskiego i małopolskiego. *Biul. Państ. Inst. Geol.* 439/2. 339-354.
- PACZEŚNA J., 2005 – Środowiska sedymentacji dolnokambryjskich osadów bloku górnośląskiego. *Przew. 76 Zjazdu Pol. Tow. Geol.*, Rudy k/Rybnika: 90-99. Warszawa.
- PACZEŚNA J., 2013 – Rozwój facjalny utworów terenowy we wschodniej części bloku górnośląskiego. *Biul. Państw. Instyt. Geol.* (w druku).
- PACZEŚNA J., POPRAWA P., 2001 – Architektura facjalna, stratygrafia sekwencji i subsydencja dolnokambryjskiego basenu bloku górnośląskiego. Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- PACZYŃSKI B. (red), 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski. Cz. II. Zasoby, jakość i ochrona zwykłych wód podziemnych. PIG Warszawa.
- PAŃCZYK M., MARKOWIAK M., ZIELIŃSKI G., GIRO G., 2012 – Mineralizacja kruszcowa w obrębie zmetasomatyzowanej intruzji magmowej w Koziegłowach (blok górnośląski, Polska). *Biul. Państw. Inst. Geol.* 448 (2): 359-370.
- PETERS K. E. and CASSA M. R., 2002 – Applied source rock geochemistry. *Mem. Am. Ass. Petrol. Geol.*, **60**: 93-120.
- PIEKARSKI K., SZYMAŃSKI B., WIELGOMAS L., 1985 – Nowy reper stratygraficzny ordowiku w okolicy Myszkowa. *Prz. Geol.*, **35**: 501-503.

- POPRAWA P., 2006 – Neoproterozoiczny rozpad superkontynentu Rodinii/Pannotii – Zapis w rozwoju basenów osadowych na zachodnim skłonie Baltiki. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 186: 165-188.
- RECZEK J., 1968 – Dokumentacja półszczegółowych badań grawimetrycznych, temat: Monoklina przedsudecka i śląsko-krakowska. Arch. PBG Warszawa.
- ROMANEK A., 2009 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski arkusz Kozięgłowy (878), 1 : 50 000. Materiały autorskie, Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- RÓŹKOWSKI A., WILK Z. (red.), 1980 – Warunki hydrogeologiczne złóż rud cynku i ołowiu regionu śląsko-krakowskiego. *Pr. Inst. Geol.* Warszawa.
- RÓŹKOWSKI A., CHMURA A., SIEMIŃSKI A., (red), 1997 – Użytkowe wody podziemne Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i jego obrzeżenia. *Pr. Inst. Geol.*, 159.
- SIEWNIAK-MADEJ A., JEZIOROWSKA M., 1978 – Badania mikropaleontologiczno-konodontowe wykonane na próbkach z otworu BM-152. Arch. Inst. Geol. Sur. Miner. AGH Kraków.
- SIKORSKA M., 2005 – Badania katodoluminescencyjne minerałów. Instrukcje i Metody Badań Geologicznych 59: 1-70.
- SKRZYPCZYK L. i inni., 2009 – Mapa głównych zbiorników wód podziemnych w Polsce w skali 1 : 500 000, wg stanu CAG na koniec 2009 r. PIG-PIB Warszawa.
- ŚLIWIŃSKI S., GŁADYSZ J., 1996 – Przejawy mineralizacji cynkowo-ołowiowej w utworach triasu i dewonu, na obszarze Bibiela – Zendek. *Rudy Metale* **41**, 7:308-313.
- TERA F. & WASSERBURG G. J., 1972 – U-Th-Pb systematics in three Apollo 14 basalts and the problem of initial Pb in lunar rocks. *Earth Planet. Sci. Lett.* 14: 281-301.
- TRZEPICZYŃSKI J., 1996 – Litologia i stratygrafia południowego skrzydła antykliny Brudzowic w rejonie Nowej Wioski. Mat. Konf. PTG, Sosnowiec 8-9.XI.1999.
- VAVRDOVA M., MIKULAŠ R., NEHYBA S., 2003 – Lower Cambrian siliciclastic sediments in southern Moravia (Czech Republic) and their paleogeographical constraints. *Geol. Carpath.*, **54**: 67-79.
- WAGNER J., CHMURA A., SIEMIŃSKI A., 1997 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000; ark. Wojkowice (911). Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- WELSZ L., 1982 – Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych temat: Tarnowskie Góry - Siewierz. Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- WIELGOMAS L., 1959 – Dokumentacja geologiczna złoża rud cynku i ołowiu. Rejon Bibiela – Kalety. Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- WIELGOMAS L., 1964 – Mezozoik i jego podłoże w rejonie Kozięgłów. *Prz. Geol.*, 1: 43-45
- WIERZBANOWSKI P., WOJCIECHOWSKA K., 2002 – Mapa geośrodowiskowa Polski arkusz Kalety (877), 1 : 50 000. *Wyd. Geol.*, Warszawa.
- WIERZBANOWSKI P., WOJCIECHOWSKA K., 2002 – Mapa geośrodowiskowa Polski arkusz Kozięgłowy (878), 1 : 50 000. *Wyd. Geol.*, Warszawa.
- WILANOWSKI S., 2009 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski arkusz Kalety (877), 1 : 50 000. Materiały autorskie, Nar. Arch. Geol. Warszawa.
- WILANOWSKI S., 2009 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski arkusz Wojkowice (911), 1 : 50 000. Materiały autorskie, Nar. Arch. Geol. Warszawa.

- WILCZEK T., MERTA H., 1992 – Wstępne wyniki badań pirolitycznych metodą Rock-Eval. *Nafta-Gaz*, 48, 5-6: 109-116.
- WITKOWSKI A., RUBIN H., RUBIN K., SIWEK P., SOŁTYSIAK M., 2012 - Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych „Bibiela”. Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej.
- WOŹNIAK P., 2001 – Biostratygrafia utworów dewonu węglanowego w krawędziowej, wschodniej części bloku górnośląskiego. *Biul. Państw. Inst. Geol.* 398: 85-106.
- ZUBER A., 2007 – Metody znacznikowe w badaniach hydrogeologicznych. Poradnik metodyczny. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- ŻABA J., 1999 – Ewolucja strukturalna utworów dolnopaleozoicznych w strefie granicznej bloków górnośląskiego i małopolskiego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **166**: 1-162.
- ŻELAŹNIEWICZ A., BUŁA Z., FANNING M., SEGHEDI A., ŻABA J., 2009 – More evidence on Neoproterozoic terranes in Southern Poland and southeastern Romania. *Geol. Quart.* **58**, 1: 93-124.
- ŻELAŹNIEWICZ A., ALEKSANDROWSKI P., BUŁA Z., KARNKOWSKI P. H., KONON A., OSZCZYPKO N., ŚLĄCZKA A., ŻABA J., ŻYTKO K., 2011 – Regionalizacja tektoniczna Polski. Komitet Nauk Geologicznych PAN, Wrocław.