

Zastosowanie skanera rdzeni wiertniczych do wstępnych badań petrograficznych na przykładzie skał magmowych z profili trzech wierceń w bloku małopolskim

Katarzyna Jarmolowicz-Szulc¹



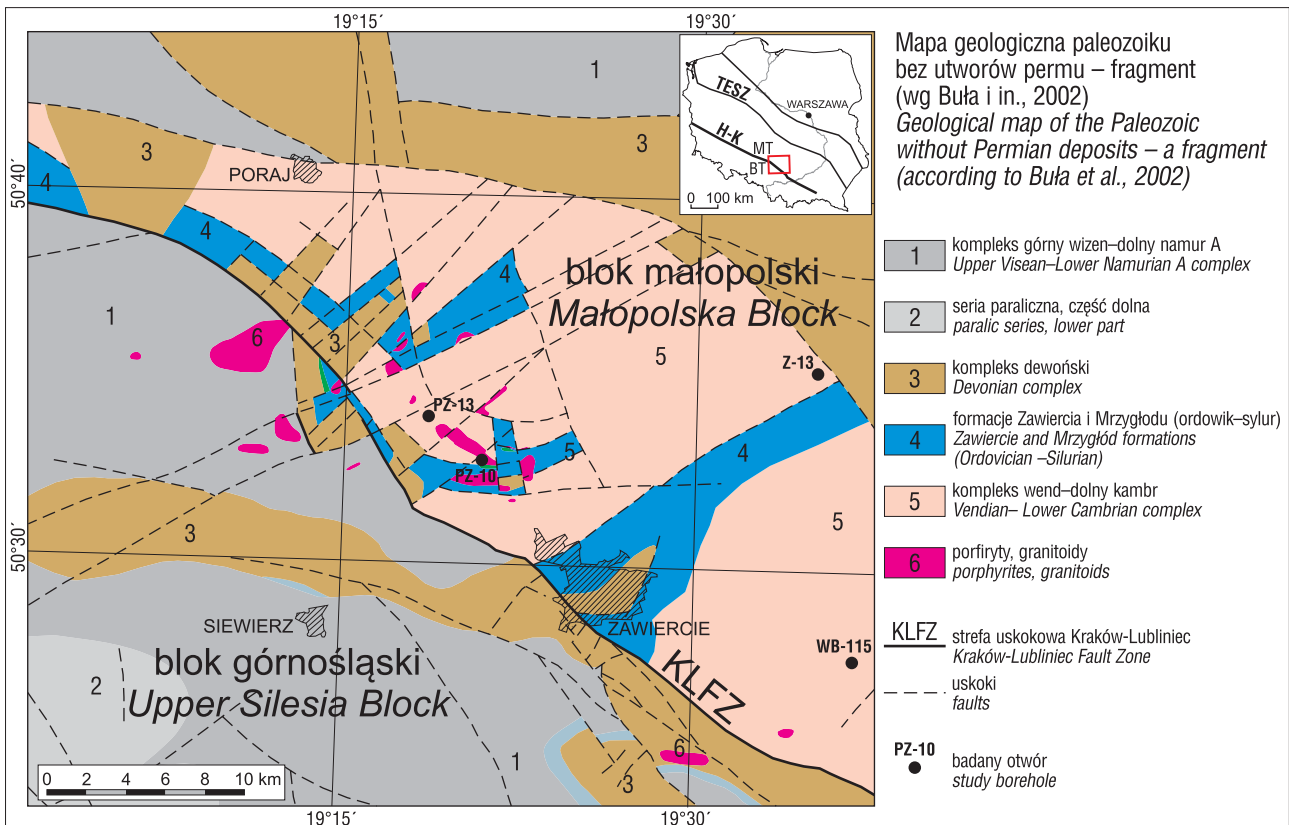
Use of a core scanner for preliminary petrographic studies exemplified by magmatic rocks from three borehole sections in the Małopolska Block. *Prz. Geol.*, 68: 710–715; doi: 10.7306/2020.29

A b s t r a c t. Scanning of fragments of drill cores from the Myszków–Mrzyglód area was performed using the DM CoreScan V3 tool. Rocks for further investigations have been selected on the basis of both the scanned images obtained and the archive data. Granitoids were analyzed, the main components of which are quartz, feldspars and mica, well distinguished in the scans. Further detailed mineralogical-petrological analyses were performed in thin and/or double-sided polished sections. That was an introduction to the geochronological research on biotite and/or zircon.

Keywords: Core scan, granitoids, mineralogical-petrological research

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB), korzystając z różnych technik badawczych, prowadzi mineralogiczno-petrograficzną analizę skał występujących w osłonie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (ryc. 1). Na wstępnym etapie tych badań postanowiono zastosować metodę skanowania rdzeni wiertniczych za pomocą skanera typu DMT CoreScan V3.

Skaner ten generuje obrazy rdzenia wiertniczego o wysokiej rozdzielczości. Są to obrazy optyczne o rzeczywistych barwach w rozdzielczości do 10 pikseli/mm (254 dpi), a detale można rejestrować w rozdzielczości do 40 pikseli/mm (1016 dpi). Jest to przydatne narzędzie badawcze, wyprodukowane wraz z oprogramowaniem w Niemczech (Sikora i in., 2015).



Ryc. 1. Lokalizacja otworów wiertniczych na obszarze badań (wg Markiewicza, Markowiaka, 1998) na tle mapy geologicznej paleozoiku bez utworów permu (wg Buła i in., 2002)

Fig. 1. Location of the boreholes in the study area (after Markiewicz, Markowiak, 1998) relating to the geological map of the Paleozoic without Permian deposits (according to Buła et al., 2002)

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; katarzyna.jarmolowicz-szulc@pgi.gov.pl

Niektóre skanery typu DMT *CoreScan* V3 są wyposażone w moduł fluorescencyjny, co zwiększa możliwości analityczne urządzenia i na etapie komputerowej analizy typu skały umożliwia wyodrębnienie w obrazie komputerowym minerałów lub substancji wykazujących fluorescencję (np. apatytu czy ropy naftowej). Cyfrowa forma zapisu rzeczywistego obrazu pełnego lub przeciętego rdzenia umożliwia tworzenie bazy danych, analizę całego rdzenia wiertniczego i jakościową charakterystykę jego elementów (<http://www.corescan.de>; *CoreScan* V3 Manual).

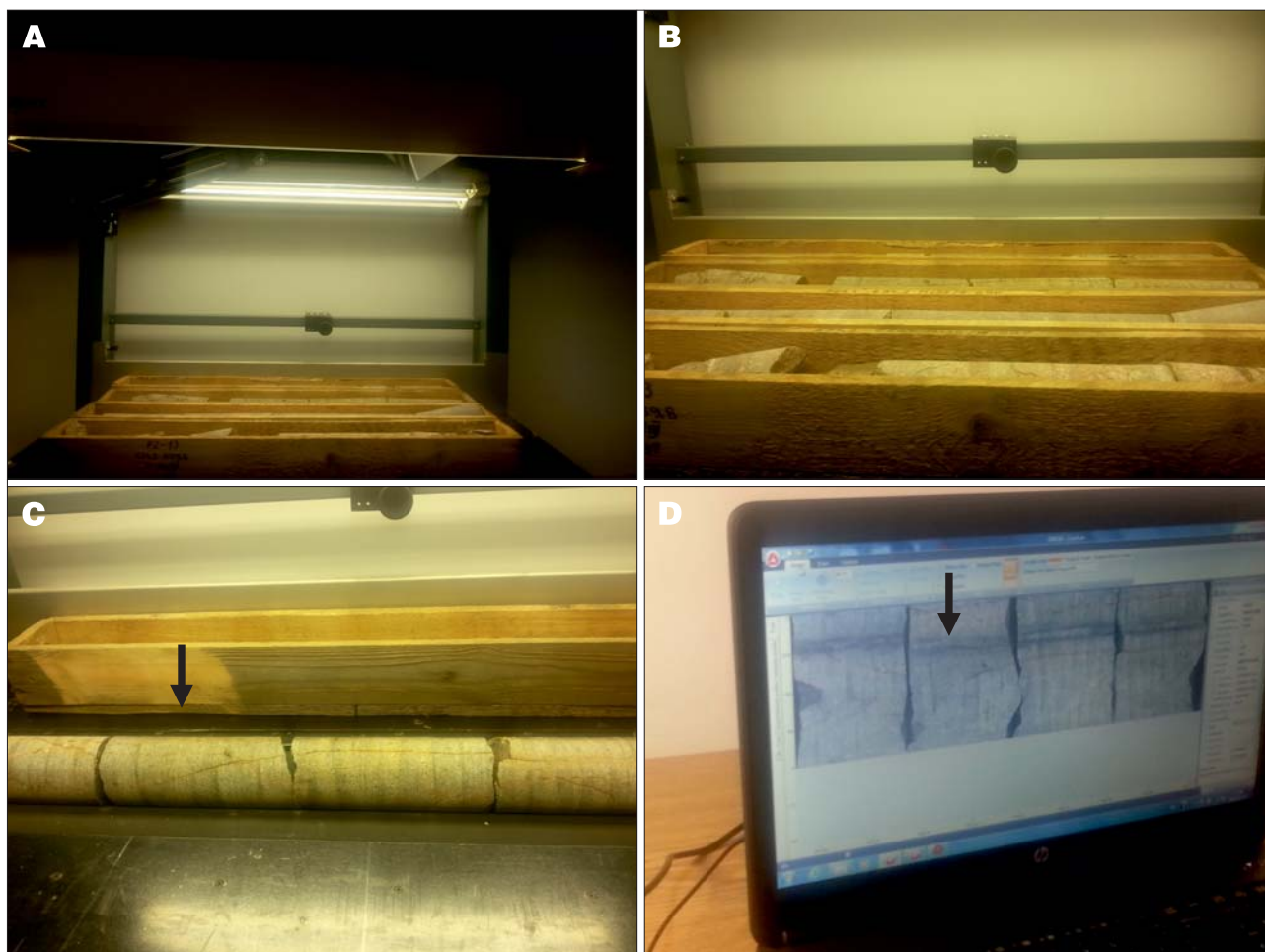
Celem niniejszego artykułu jest pokazanie efektów zastosowania skanowania rdzeni wiertniczych jako metody poprzedzającej szczegółowe badania mineralogiczno-petrograficzne. W opisywanych badaniach skaner DMT *CoreScan* V3 wykorzystano do wytypowania miejsc poboru z rdzeni próbek skalnych przeznaczonych do datowania cyrkonów. Jest to prezentacja zaledwie niewielkiego wycinka możliwości skanera.

OBSZAR BADAŃ

Badaniom poddano skały magmowe bloku małopolskiego, zaliczane do skał osłony Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Blok ten jest usytuowany w południowej Pol-

sce, po NE stronie strefy uskoku Kraków–Lubliniec (KL), oddzielającej blok małopolski od bloku górnośląskiego (ryc. 1). Bloki te są przykryte osadami mezozoicko-kenozoicznymi i utworami płaszczowin karpackich (Buła i in., 1997; Żaba, 1999). W budowie geologicznej bloku małopolskiego można wyróżnić pięć pięter strukturalnych, począwszy od piętra późnoproterozoicznego (ediakaru) po kenozoiczne (np. Buła, Habryn, 2011). Po obu stronach strefy uskoku KL intrudowały lakkolity skał magmowych (porfirytów i granitoidów) o składzie od ryolitów po dacyty. Więcej tego typu skał występuje w bloku małopolskim niż górnośląskim (Żelaźniewicz i in., 2008).

Do badań wytypowano skały magmowe pobrane z rdzeni wiertniczych 3 otworów nawiercających utwory bloku małopolskiego. Są to otwory wiertnicze PZ-10 i PZ-13 w rejonie Myszków–Mrzygłód oraz otwór wiertniczy WB-115, usytuowany na południe od nich (ryc. 1). W profilach tych trzech otworów, opisanych m.in. przez Nawrockiego i in. (2010) oraz Mikulskiego i in. (2019), skały magmowe, głównie granitoidy i porfiryty, tworzą kompleksy o grubości od kilkuset do ponad tysiąca metrów. Kompleksy tych skał nawiercono licznymi, głębokimi otworami i od lat stanowią one przedmiot wielokierunkowych badań (np. Buła i in., 1997; Markiewicz, Markowiak,



Ryc. 2. Skanowanie fragmentów pełnego rdzenia wiertniczego za pomocą skanera DMT *CoreScan*: **A** – analiza fragmentów rdzeni w skrzynkach na stoliku obrotowym; **B** – skrzynki z rdzeniem z otworu PZ 10 (nr 516, 519 i 694); **C** – analiza pojedynczego fragmentu rdzenia z otworu PZ 10 (skrz. 516, gł. 508–509 m); **D** – obraz na płaszczyźnie. Strzałki na ryc. 2C i 2D wskazują ciemną szliwę w skale

Fig. 2. Preparing and scanning of fragments of a complete drill core by use of DMT *CoreScan* equipment: **A** – analysis of core fragments in boxes on the rotary table – general preparation; **B** – boxes with the core from the PZ-10 borehole (Nos 516, 519, 694); **C** – analysis of individual core fragment from the Pz-10 borehole (box 516, depth 508–509 m); **D** – scanned image on the plane. Arrows in Figs. 2C and 2D point to a dark schlieren in the rock

1998; Buła, 2000; Buła i in., 2002; Markowiak i in., 2019 i literatura cytowana). Datowania geochronologiczne tych skał są prowadzone od lat 70. i 80. (K-Ar, biotyt, cała skała; np. Depciuch i in., 1974; Jarmołowicz-Szulc, 1985) do dziś (U-Pb cyrkon SHRIMP; np. Mikulski i in., 2019; Jarmołowicz-Szulc, 2020). Ich wiek odpowiada granicy karbon–perm.

METODYKA BADAŃ

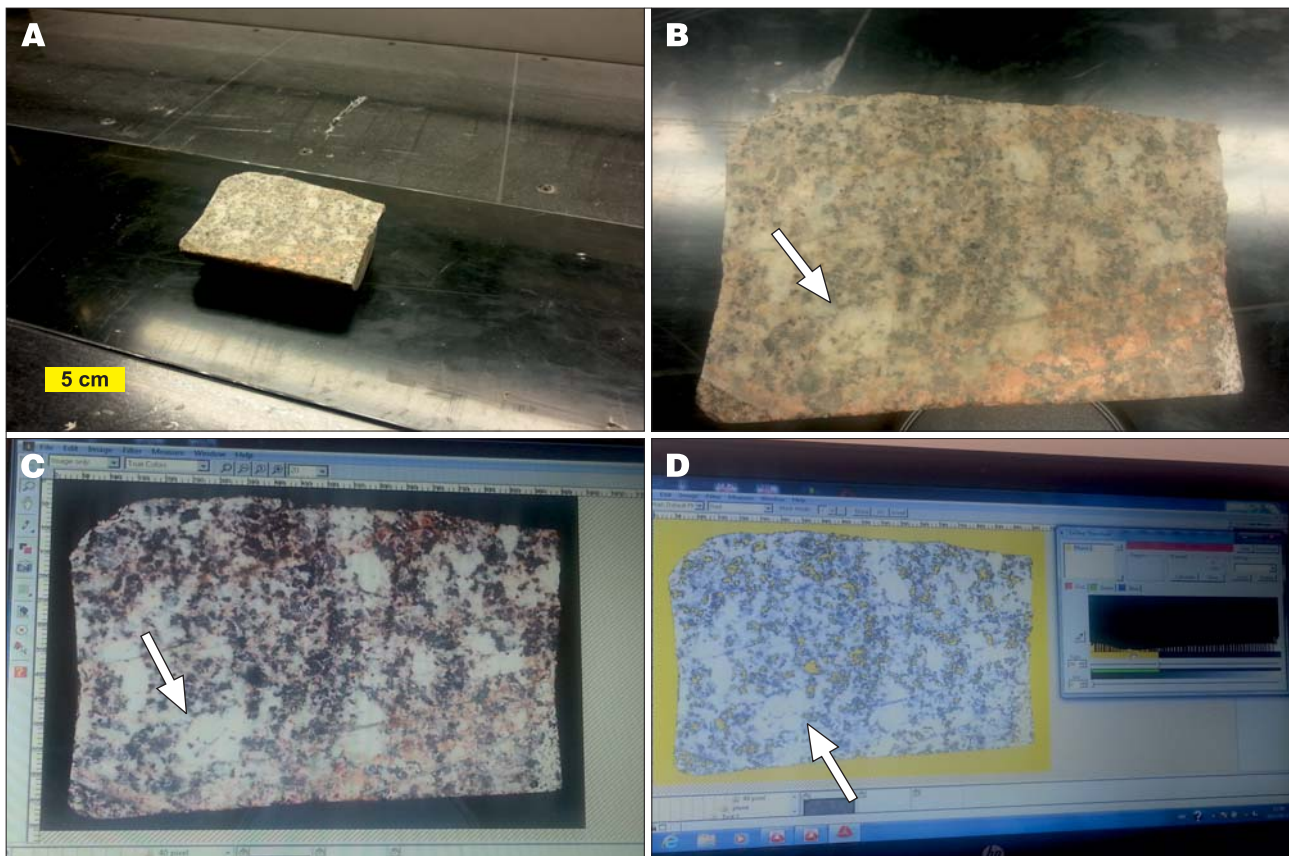
Do analizy przygotowano 4 skrzynki z rdzeniem wiertniczym z otworów PZ-10 (skrz. 515 i 516) oraz PZ-13 (skrz. 690 i 697). Skrzynki te umieszczono na stole skanera DMT *CoreScan* celem wstępnego obejrzenia rdzeni (ryc. 2A, B). Cały rdzeń wytypowany do badań zawiera skały magmowe typu granitoidu lub porfiru kwarcowego. Tryb pracy skanera ustawiono na rejestrację obiektu nieruchomego. Następnie zeskanowano 1 m rdzenia z otworu PZ-10 (skrz. 516, gł. 508–509 m), wykonując zapis obrazu powierzchni tego rdzenia w trybie obrotowym (ryc. 2C, D). Zeskanowano także mały fragment płaskiej powierzchni przeciętego na pół rdzenia z otworu wiertniczego WB-115 (gł. 570–580 m). Obraz powierzchni tego rdzenia (ryc. 3) poddano dalszej obróbce i analizie komputerowej.

Poszczególne minerały oraz puste przestrzenie, widoczne na cyfrowym obrazie rdzenia z otworu wiertniczego WB-115, można było wyróżnić, np. poprzez nadanie im barwy (ryc. 3 C, D). Takie zaznaczenie elementów obrazu umożliwia prowadzenie statystycznych szacunków zawartości danego składnika, stopnia wypełnienia przestrzennego i wreszcie analizę poszczególnych elementów – minerałów, pustek i wrostków (ryc. 3D), zarówno na zasadzie oceny subiektywnej, jak i komputerowej statystyki obrazu.

Następnie z opisanych 3 rdzeni wiertniczych pobrano próbki skał i wykonano płytki cienkie do badań mikroskopowych (ryc. 4). Porównawczą analizę obrazu mikroskopowego przeprowadzono z zastosowaniem programu *Opta-Tech*. Na podstawie obserwacji cyfrowych obrazów rdzeni wiertniczych uzyskanych za pomocą skanera i analizy płytek cienkich badanych skał dokonano szczegółowego wyboru miejsc poboru próbek skał do datowania U-Pb cyrkonu z zastosowaniem mikroskopy SHRIMP (Jarmołowicz-Szulc, 2020).

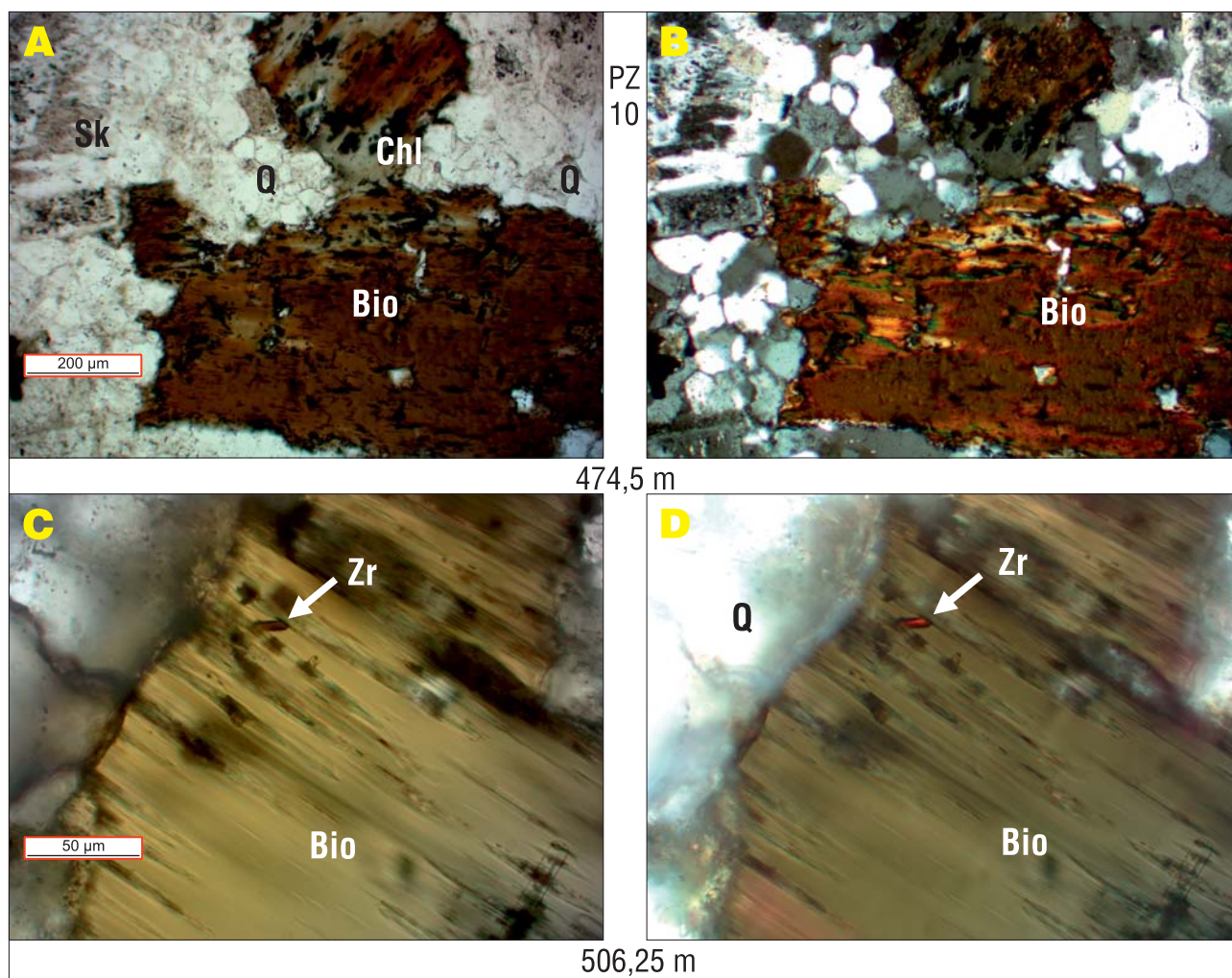
WYNIKI

W wyniku zeskanowania powierzchni rdzenia wiertniczego z otworu PZ-10 skrz. 516 (głębokość 508–509 m)



Ryc. 3. Skanowanie fragmentu rdzenia z otworu wiertniczego WB-115: **A** – fragment rdzenia (połówka) na stole skanera – próbka skały datowanej metodą U-Pb SHRIMP; **B** – rzeczywisty obraz fragmentu skały; **C** – skan płaszczyzny przecięcia rdzenia; **D** – obróbka komputerowa skanu – wyodrębnianie poszczególnych minerałów na obrazie komputerowym poprzez nadawanie barwy obiektom o takich samych odcieniach szarości (w tym przypadku minerałom kwarcu). Strzałki na ryc. 3B i 3D wskazują ten sam element – nagromadzenie plagioklazu

Fig. 3. Studies of a drilling core fragment from the WB-115 borehole by use of the core scanner: **A** – fragment of the core (a cut half) on the scanner's table – rock sample dated by the U-Pb zircon SHRIMP method; **B** – an actual image of the rock; **C** – scan of the cut plane; **D** – computer analysis of the scanned image – selection of minerals in the image due to colouring the elements displaying the same grey shadows (here – quartz). Arrows in Figs. 3B and 3D point to the same element – accumulation of plagioclase



Ryc. 4. Obraz mikroskopowy skał magmowych z otworu PZ-10: **Q** – kwarc, **Bio** – biotyt, **Zr** – cyrkon, **Chl** – chloryt, **Sk** – skaleń. Mikroskop polaryzacyjny, światło przechodzące – ryc. 4A i 4C – 1 nikol; ryc. 4B i 4D – nikole skrzyżowane
Fig. 4. Photomicrographs of studied rocks from the PZ-10 borehole: **Q** – quartz, **Bio** – biotite, **Zr** – zircon, **Chl** – chlorite, **Sk** – feldspar. Polarizing microscope, transmitted light – Figs. 4A and 4C – one polarizer; Figs. 4B and 4D – crossed polarizers

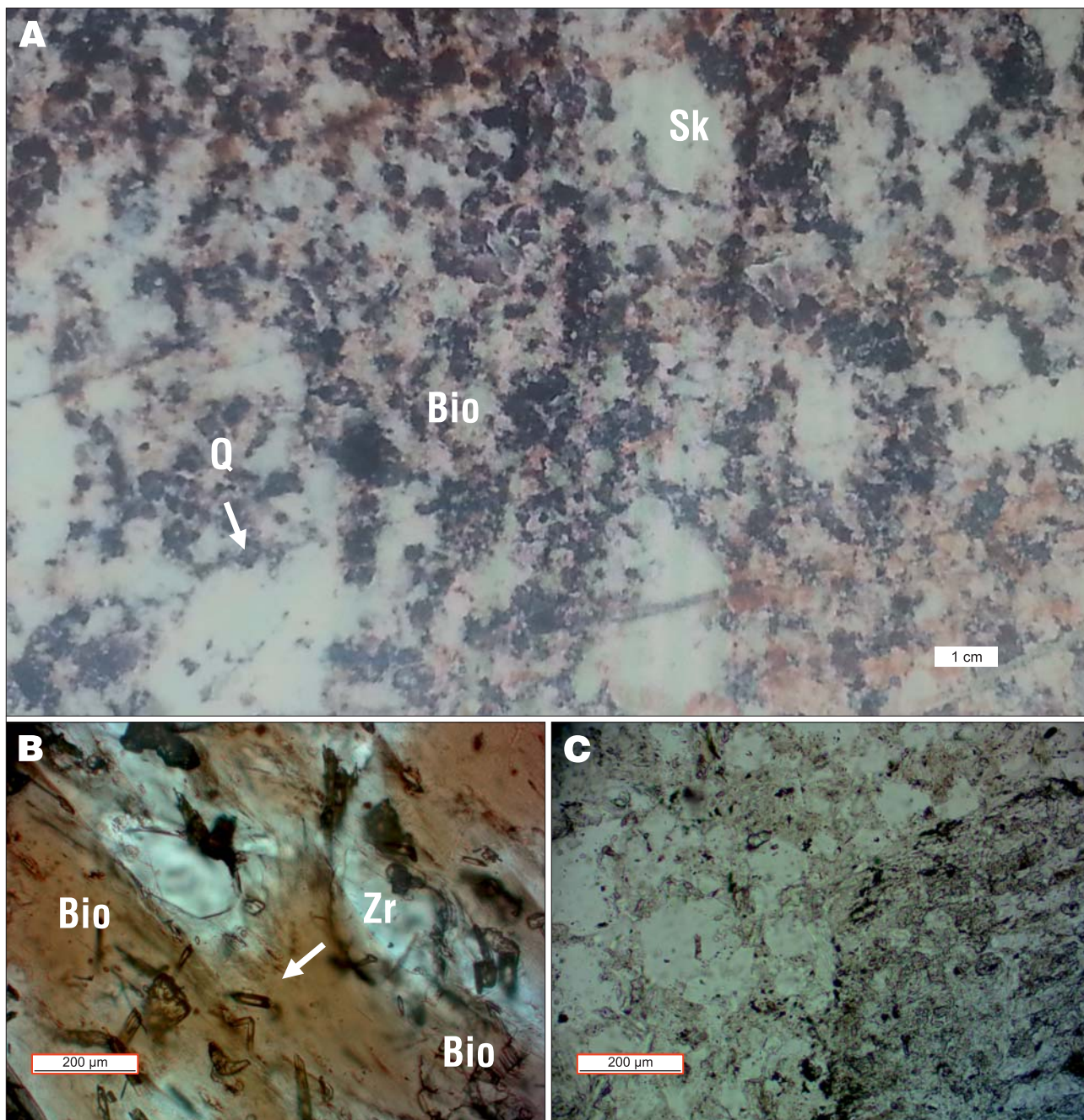
w trybie obrotowym na monitorze komputera uzyskano cyfrowy obraz rdzenia w formie walca rozłożonego na płaszczyźnie (ryc. 2D). Na obrazie tym były widoczne takie cechy skały, jak spękania i warstwowanie oraz nagromadzenia i rozkład minerałów ciemnych. Można było zauważyć, że na całej długości rdzenia występuje w skale szlira minerałów ciemnych. Widać było, że zeskanowany rdzeń nie jest litym walcem, ale składa się z czterech fragmentów, z których każda część została zapisana cyfrowo, dzięki czemu można było szczegółowo typować miejsce do opróbowania. Dysponując skanem rdzenia wiertniczego, odzwierciedlającym również stan jego zachowania, można było na ekranie komputera wytypować miejsce do pobrania próbek analitycznych bez konieczności pracy w archiwum rdzeni. To ważny, praktyczny aspekt skanowania rdzeni wiertniczych. Cyfrowy zapis informacji geologicznej zawartej w rdzeniu wiertniczym można było poddać analizom wykonywanym za pomocą oprogramowania współpracującego ze skanerem, np. analizie zawartości składników w skale. Podczas badania fragmentu przekroju granitoidowego rdzenia z otworu wiertniczego WB 115 (gł. 570–580 m) na obrazie zaznaczono na żółto minerał o barwie ciemnoszarej (kwarc), którego zawartość w skale oszacowano na ok. 25%.

Stwierdzono, że skaner umożliwia powiększenie poszczególnych części cyfrowego obrazu rdzenia. Korzystanie z tej opcji może częściowo zastąpić systematyczne opróbowanie rdzenia wiertniczego i wykonywanie dużej liczby płytek cienkich do badań mineralogiczno-petrograficznych. Obserwacja zeskanowanego obrazu rdzenia wiertniczego może być stosowana do typowania interesujących elementów skały i wyboru jej fragmentów do pobrania próbek do badań analitycznych.

W skali makroskopowej na cyfrowym obrazie skały z otworu WB-115 (ryc. 5A), uzyskanym za pomocą skanera, są widoczne takie minerały, jak: kwarc, biotyt i skalenie. W skali mikroskopowej, na płytkach cienkich wykonanych z tej skały poza minerałami głównymi widać też składniki akcesoryczne (np. cyrkon) i można śledzić procesy przeobrażeń mineralnych zachodzących w skale (ryc. 5B, C).

WNIOSKI

Skaner typu DMT *CoreScan V3* służy do wykonywania zdjęć pełnych rdzeni wiertniczych, ich przekrojów lub mniejszych fragmentów. Rozdzielczość uzyskiwanych obrazów umożliwia ocenę składu mineralnego badanych skał, która w pewnych przypadkach może częściowo



Ryc. 5. Granitoid z otworu WB-115: **A** – cyfrowy obraz fragmentu granitoidu uzyskany za pomocą skanera; **B** – fragment skały w płytce cienkiej; **C** – fragment skały w płytce cienkiej: **Q** – kwarc, **Bio** – biotyt, **Zr** – cyrkon, **Sk** – skaień. Mikroskop polaryzacyjny, światło przechodzące, 1 nikol

Fig. 5. Granitoid from the WB-115 borehole: **A** – digital image of a fragment of granitoid – scanned image; **B** – rock fragment in thin section; **C** – rock fragment in thin section: **Q** – quartz, **Bio** – biotite, **Zr** – zircon, **Sk** – feldspar. Polarizing microscope, transmitted light, 1 polarizer

zastąpić analizę mikroskopową. Zasady komputerowego opracowywania obrazu zeskanowanego w skali 1:1 są podobne do tych stosowanych w analizach makroskopowych (Jarmołowicz-Szulc, 2019). Rejestrowany obraz można przesuwać, powiększać i nadawać mu cechy dodatkowe, np. zmieniając kolor obiektów, które w rzeczywistości odpowiadają np. jednemu typowi minerałów (ryc. 3D). Oprogramowanie skanera ma, zdaniem autorki, tylko jedną wadę – nie można za jego pomocą wydzielić części obrazu dedykowanej wyłącznie do analizy petrograficznej. Obserwacja zdjęć rdzeni wiertniczych wykonanych za pomocą tego skanera może być wykorzystana do określenia rodzaju

badanej skały i wybrania miejsc poboru materiału analitycznego do dalszych badań petrograficzno-mineralogicznych, co może zastąpić prace terenowe w archiwum rdzeni. Jednak w celu przeprowadzenia szczegółowej analizy petrograficznej wymagane jest zastosowanie kompilacji skanowania rdzenia wiertniczego i poddanie badaniom pod mikroskopem płytek cienkich lub preparatów polerowanych tych skał. Oprogramowanie skanera, podobnie jak program *OptaTech* do analizy obrazu mikroskopowego, nie jest przeznaczone do analizy plików pochodzących z innego źródła, np. zdjęć mikroskopowych skał zaimplementowanych z innych urządzeń. Taka próba analizy nie powiodła

się. Mimo tego, zdaniem autorki artykułu, skaner ten warto by było szerzej stosować jako narzędzie do obserwacji poprzedzających szczegółowe badania rdzeni wiertniczych.

Autorka składa podziękowania panom Rafałowi Sikorze i Andrzejowi Piotrowskiemu za wykonanie skanowania i wstępną analizę obrazów badanych skał. Anonimowemu Recenzentowi dziękuje za wiele cennych sugestii i konstruktywną krytykę pracy. Skanowanie fragmentów rdzenia poprzedziło badania mineralogiczno-petrograficzne i było wykonane w ramach tematu statutowego PIG-PIB (nr 61. 2909.1701. 00.0), finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

LITERATURA

- BUŁA Z. 2000 – Dolny paleozoik Górnego Śląska i zachodniej Małopolski. Pr. Państw. Inst. Geol., 171.
- BUŁA Z., HABRYN R. 2011 – Precambrian and Paleozoic basement of the Carpathian foredeep and the adjacent outer Carpathians (SE Poland and Western Ukraine). Ann. Soc. Geol. Polon., 81: 221–239.
- BUŁA Z., JACHOWICZ M., ŻABA J. 1997 – Principal characteristics of the Upper Silesia Block and the Małopolska Block border zone (southern Poland). Geol. Mag., 134: 669–677.
- BUŁA Z. (red.), HABRYN R., KRIEGER W., KUREK S., MARKOWIAK M., WOŹNIAK P. 2002 – The Geological Atlas of the Paleozoic (without Permian) rocks contacts between the Upper Silesian and Małopolska Blocks. Państw. Inst. Geol.
- DEPCIUCH T. 1974 – Badania geochronologiczne skał magmowych. Pr. Inst. Geol., 74: 81–83.
<http://www.corescan.de>; CoreScan V3 Manual
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 1985 – Datowania metodą K-Ar skał NE obrzeżenia Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego. Kwart. Geol., 28: 343–354.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 2019 – Analiza, aktualizacja i weryfikacja wyników badań skał magmowych NE obrzeżenia GZW z użyciem najnowszych technik badawczych. Arch. Państw. Inst. Geol.-PIB.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K. 2020 – A reappraisal of K-Ar and new U-Pb age data for felsic rocks in the vicinity of the Kraków–Lubliniec Fault Zone (southern Poland). Geol. Quart., 64 (3); <http://dx.doi.org/10.7306/gq>
- MARKIEWICZ J., MARKOWIAK M. 1998 – Inwentaryzacja (kolekcje skał i baz danych) paleozoicznych skał krystalicznych i piroklastycznych regionu krakowsko-częstochowskiego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa, nr 3248/98.
- MARKOWIAK M., CZARNIAK P., HABRYN R. 2019 – Poszukiwanie intruzji granitoidowej będącej źródłem mineralizacji polimetalicznej w rejonie na NW od Krakowa z zastosowaniem metod geofizycznych. Prz. Geol., 67 (6): 465–477.
- MIKULSKI S.Z., WILLIAMS I.S., MARKOWIAK M. 2019 – Carboniferous-Permian magmatism and Mo-Cu (W) mineralization in the contact zone between the Małopolska and Upper Silesia Blocks (south Poland): an echo of the Baltica-Gondwana collision. Intern. J. Earth Sciences; <https://doi.org/10.1007/s00531-019-01715-9>
- Nawrocki J., Krzemiński L., Pańczyk M. 2010 – ^{40}Ar - ^{39}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 (3): 289–300.
- SIKORA R., PIOTROWSKI A., HABRYN R. 2015 – The optical core scanner DMT *CoreScan3* – a tool for structural and petrographical core studies and for gathering geological information. Mineralogia – Sp. Pap., 44: 92.
- ŻABA J. 1999 – Ewolucja strukturalna sukcesji dolnego paleozoiku w strefie pomiędzy blokiem górnośląskim a blokiem małopolskim (Polska pd). Pr. Państw. Inst. Geol., 166.
- ŻELAŻNIEWICZ A., OBERC-DZIEDZIC T., FANNING C.M., PRO-TAS A., MUSZYŃKI A. 2016 – LateCarboniferous – Early Permian events in the Trans – European Suture Zone: tectonic and acid magmatic evidence from Poland. Tectonophysics, 675: 227–243.

Praca wpłynęła do redakcji 13.02.2020 r.
Akceptowano do druku 9.07.2020 r.