

## Model przestrzenny intruzji bardziańskiej w okolicach Zagórza (region kielecki Gór Świętokrzyskich) w świetle wyników nowych badań magnetycznych

Jerzy Nawrocki<sup>1</sup>, Olga Polechońska<sup>1</sup>, Sylwester Salwa<sup>2</sup>



J. Nawrocki



O. Polechońska



S. Salwa

**Spatial model of the Bardo intrusion in the vicinity of Zagórze (Kielce region of the Holy Cross Mts) in the light of a new magnetic survey.** *Prz. Geol.*, 55: 1136–1142.

*S u m m a r y . Detailed magnetic survey was performed in the western part of the Bardo Syncline (Kielce region of the Holy Cross Mts.). Geological map shows that the roots of the diabase intrusion that surrounds the Bardo Syncline should be occur at the surface in the study area. A shallow borehole of Zagórze PIG-1 was drilled at the place where the maximum anomaly of magnetic field was noted. Magnetic susceptibility and inclination of magnetic remanence of the drilled diabase and underlying Silurian sediments were measured. Based on these data and detailed magnetic survey,*

*2D magnetic modelling was carried out. Its results show that the shape of the Bardo intrusion in the area is not so complex as presented in the earlier works. Like in the eastern parts of the Bardo Syncline, there is one steep dyke that cuts pre-Silurian rocks. The dyke was spilled into Silurian strata. Its southern branch, observed in other parts of the Bardo Syncline, was not preserved in the study area, most probably due to erosion.*

**Key words:** magnetic survey, magnetic modelling, diabase, Holy Cross Mts.

Diabazy bardziańskie odkrył wśród skał syluru u wylotu jaru prałowickiego Jan Czarnocki (1919). On też wskazał na pokładową formę intruzji. Później, wykorzystując wyniki badań magnetycznych, autor ten przedstawił obraz kartograficzny całej intruzji (Czarnocki, 1958; ryc. 1). Początkowo sądzono, że diabazy bardziańskie są efektem późnosylurskiego wylewu podmorskiego (Małkowski, 1954). Kowalczewski i Lisik (1974) wskazali jednak na nieznaczne przemieszczenie stratygraficzne intruzji w obrębie łożysk dolnego ludlowu. Na podstawie wyników wierceń Prałowiec 1 i Prałowiec 1a autorzy ci udowodnili, że intruzja bardziańska musiała powstać przed emsem. Wcześniej, analizując związek zjawisk magmowych Gór Świętokrzyskich z obrazem tektonicznym oraz ze zjawiskami mineralizacyjnymi, Kardymowicz (1957), Ryka (1957) oraz Rubinowski (1967) postulowali intruzywną genezę magmowców bardziańskich i ich związek z cyklem waryscyjskim. Według Przybyłowicz i Stupnickiej (1991) intruzja bardziańska dostarczała materiału okruchowego do formacji szarogłazowych późnego syluru. Rozległość intruzji bardziańskiej oraz brak jej związku z siecią uskoku poprzecznych do rozciągłości synkliny wskazują, że magma wdzierała się w skały syluru najprawdopodobniej wzdłuż znajdującego się w podłożu synkliny Barda głębokiego rozłamu o kierunku WNW–ESE. Model przedstawiony w publikacji Kowalczewskiego i Lisika (1974) nie rozstrzyga, czy dostawa magmy odbywała się równomiernie wzdłuż całego rozłamu, czy też tylko w niektórych jego miejscach, wzdłuż kominów magmowych.

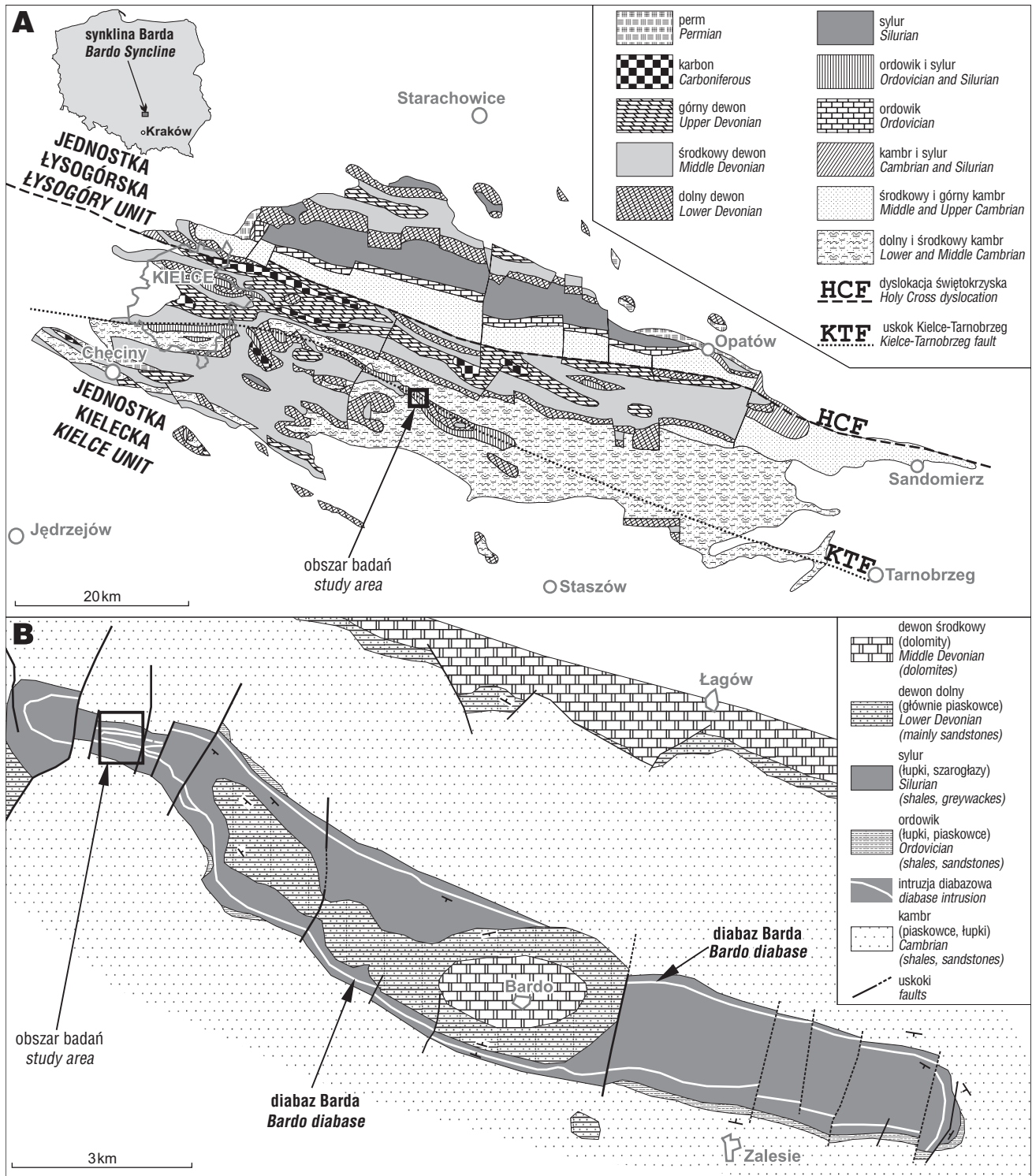
Diabazy bardziańskie występują w dwóch odmianach — średnio- i drobnoziarnistej. Ich szczegółowe badania

geochemiczne i petrograficzne pozwoliły sklasyfikować odmianę drobnoziarnistą diabazu jako toleait oliwinowy, natomiast odmianę średnioziarnistą jako toleait kwarcowy, jednak o niskiej zawartości kwarcu (Krzemiński, 2004). Sygnatura geochemiczna wskazuje, że są to typowe anorogeniczne magmowce, produkt kontynentalnej ekstensji. Zawartość SiO<sub>2</sub> w próbkach z otworów Prałowiec 1 i 1a wynosi około 50%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — niespełna 18%, natomiast CaO waha się od 7,8 do 10,2% (*op. cit.*). Wiek intruzji bardziańskiej określono datując metodą <sup>40</sup>Ar–<sup>39</sup>Ar skalenie wyodrębnione z próbki pobranej w odsonięciu koło Zalesia (SE część synkliny Barda). Wynosi on 424 ± 6 milionów lat (Nawrocki i in., 2007).

Najważniejsze wyniki badań wykonanych w 2005 roku na zamówienie Ministerstwa Środowiska w ramach realizacji projektu prac geologicznych w celu wyjaśnienia warunków występowania diabazu w zachodniej części synkliny Barda w Górach Świętokrzyskich i możliwości stwierdzenia występowania tam jego złożeń zawiera praca Nawrockiego i in. (2005). Wykonane na potrzeby projektu szczegółowe zdjęcie magnetyczne miało zdefiniować lateralny zasięg silnych anomalii magnetycznych pochodzących od pogrzebanej intruzji diabazowej. Otwór wiertniczy ulokowany w centrum anomalii miał bezpośrednio odsłonić elementy budowy geologicznej oraz dostarczyć materiału skalnego do badań analitycznych umożliwiających ocenę przydatności technologicznej diabazu, a także do badań parametrów magnetycznych, które są niezbędne do poprawnego modelowania geofizycznego kształtu i głębokości zalegania intruzji. Na podstawie danych kartograficznych oraz danych technologicznych miano odpowiedzieć na pytanie, czy w tym rejonie synkliny Barda, gdzie dzięki wypiętrzeniu i erozji jest najmniej osadów najmłodszego syluru, możliwe jest nagromadzenie diabazu o znaczeniu złożowym. Wyniki badań miały także umożliwić weryfikację obrazu kartograficznego intruzji w tym właśnie fragmencie synkliny Barda. Czarnocki (1958) przedstawił ją jako intruzję złożoną z kilku równoległych żył (ryc. 1).

<sup>1</sup>Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; jerzy.nawrocki@pgi.gov.pl, olga.polechonska@pgi.gov.pl

<sup>2</sup>Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-053 Kielce; sylwester.salwa@pgi.gov.pl



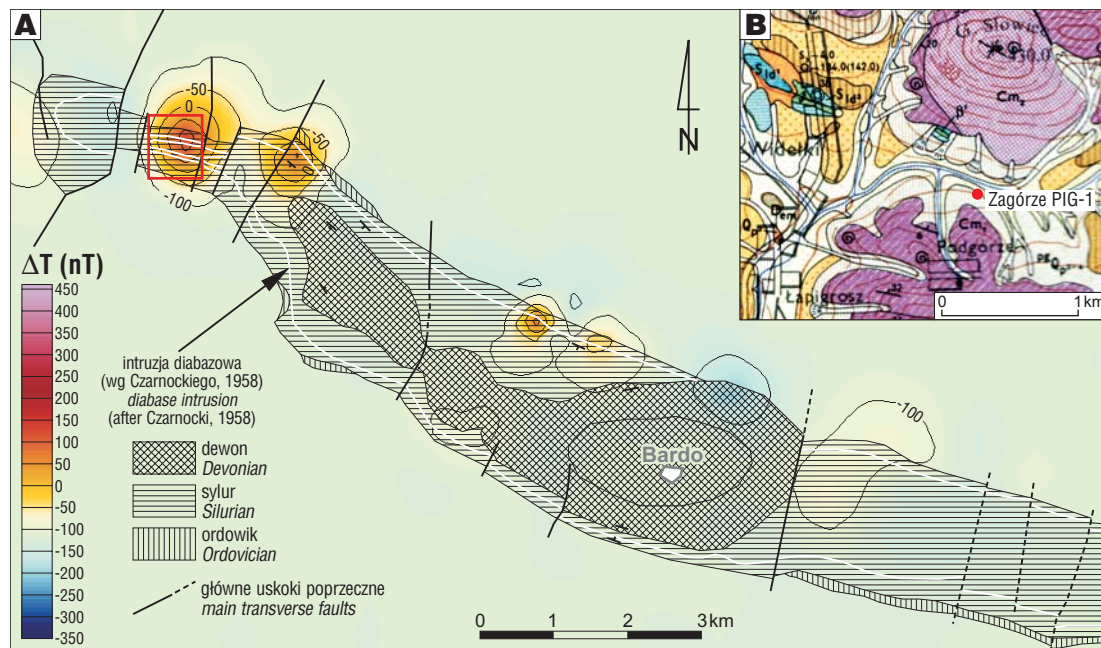
Ryc. 1. (A) Miejsce badań na tle Polski oraz uproszczonej mapy geologicznej Gór Świętokrzyskich, a także (B) uproszczonej mapy geologicznej synkliny Barda (wg Czarnockiego, 1958)

Fig. 1. (A) Study area against the background of contour map of Poland and simplified geological map of the Holy Cross Mts, and (B) simplified geological map of Barda Syncline (after Czarnocki, 1958)

**Dotychczasowy obraz magnetyczny intruzji bardziańskiej**

Pierwsze badania magnetyczne w rejonie Gór Świętokrzyskich zostały wykonane już w latach 1937–1942. W wyniku ich interpretacji stwierdzono, że czynne magnetycznie podłoże krystaliczne, występujące na głębokości ok. 10 km, jest przyczyną regionalnych zmian pola magnetycznego

(Pawłowski, 1947; Dąbrowski & Karaczun, 1957). W kilku miejscach stwierdzono wówczas lokalne anomalie związane z wystąpieniami diabazów i lamprofirów. Z inspiracji K. Bohdanowicza i pod nadzorem J. Czarnockiego w latach 1937–1939 wykonano zdjęcie magnetyczne obszaru synkliny bardziańskiej. Niestety, materiały dokumentacyjne z tych prac nie zachowały się. W rezultacie tych badań odwzorowano rozmieszczenie wychodni i przebieg ciał diabazowych (ryc. 1).



**Ryc. 2. A** — Mapa anomalii magnetycznych  $\Delta T$  na obszarze synkliny Barda, utworzona na podstawie zdjęcia półszczełowego (Kosobudzka & Paprocki, 1998). Na mapie zaznaczono również proponowany przez Czarnockiego (1958) przebieg intruzji diabazowej, główne uskoki poprzeczne oraz granice występowania skał syluru i zalegających w środkowej części synkliny osadów dewońskich; **B** — mapa geologiczna (Filonowicz, 1974) z lokalizacją otworu Zagórze PIG-1

**Fig. 2. A** — Magnetic anomaly  $\Delta T$  of the Bardo Syncline, based on the semidetalled survey (Kosobudzka & Paprocki, 1998). Contour of diabase intrusion proposed by Czarnocki (1958), main transverse faults and limits of Silurian rocks and Devonian sediments located in the central part of syncline are also marked; **B** — geological map (Filonowicz, 1974) with the Zagórze PIG-1 well indicated

Prace badawcze były kontynuowane w latach 1941–1948 i 1952–1954. Pomiary wykonywane za pomocą wag magnetycznych systemu Schmidta były obciążone błędem pomiarowym, dochodzącym niekiedy do kilkunastu nT. (zob. Dąbrowski & Małkowski, 1977).

Najnowszym obrazem magnetycznym rejonu jest mapa w skali 1 : 200 000, opracowana przez Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych w ramach tematu *Półszczełowe badania magnetyczne T Polski zachodniej, centralnej i południowo-wschodniej* (Kosobudzka & Paprocki, 1998). Zarejestrowano wiele lokalnych form anomalnych o zróżnicowanych amplitudach (ryc. 2). Zagęszczenie 2 pkt/km<sup>2</sup> nie pozwala na dokładne określenie źródeł tych anomalii. W celu rozwiązania problemu niezbędne było zdjęcie bardziej szczegółowe.

#### Nowe profilowe zdjęcie magnetyczne w zachodniej części synkliny Barda

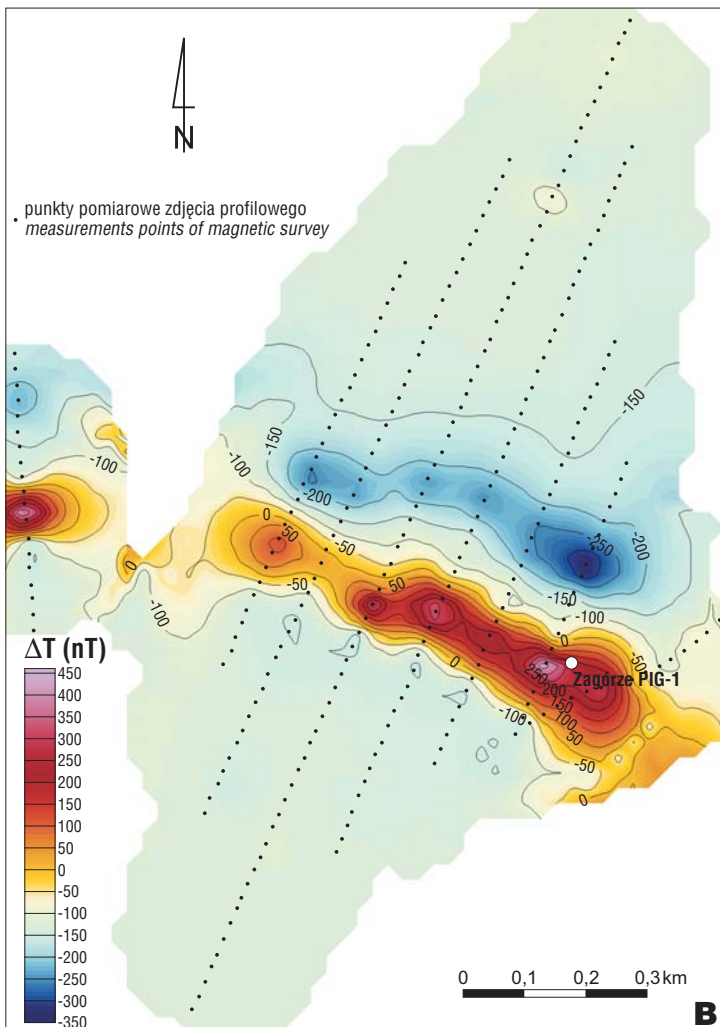
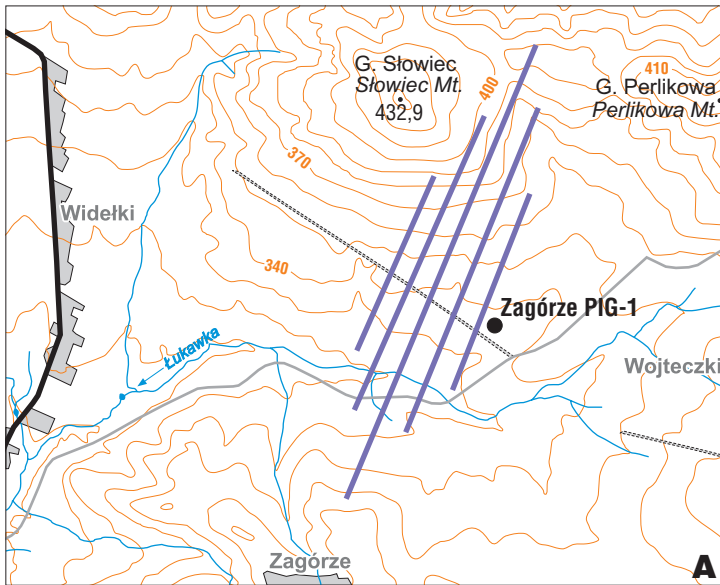
Rejon projektowanych prac był zawarty pomiędzy miejscowościami Widelki na zachodzie i Wojteczki na wschodzie, a także Górą Słowiec na północy oraz Górą Zameczysko na południu. Nowe zdjęcie magnetyczne zostało wykonane za pomocą magnetometrów ENVI MAG Total Field Magnetometer firmy Scintrex. Badania objęły obszar ok. 0,6 km<sup>2</sup>. Łączna długość profili wynosiła 6,98 km. Zgodnie z projektem badań pięć profili magnetycznych ułożono w obniżeniu pomiędzy górami Słowiec i Zameczysko. W środkowej części obniżenia przepływa

potok Łukawka. Pomiary wykonano w 236 punktach. Odległość pomiędzy profilami wyniosła przeciętnie 100 m, a krok pomiarowy na profilu — 25 m. W trakcie realizacji pomiarów zdecydowano się na wykonanie trzech dodatkowych profili.

Zdjęcie profilowe nawiązano do dwóch punktów zdjęcia półszczełowego. Nie brano pod uwagę punktu wyznaczającego dotychczasowe centrum anomalii. Ze względu na wysoki gradient anomalii w tym rejonie stosunkowo niewielkie przesunięcie punktu pomiarowego (w ramach zakresu dokładności wyznaczenia jego lokalizacji) mogło spowodować znaczną zmianę odczytu (rzędu kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu nT). Równoległe do pomiarów na punktach profilowych były prowadzone rejestracje zmian dobowych T w punkcie bazowym. Zmiany dobowe były rejestrowane z częstotliwością co 15 sekund. Zagęszczenie punktów pomiarowych umożliwiło wykreślenie mapy anomalii magnetycznych (ryc. 3) o boku siatki interpolacyjnej 25 m z promieniem przeszukiwania 150 m (50 m powyżej maksymalnej odległości pomiędzy profilami). Siatka interpolacyjna (grid) została obliczona metodą kringingu.

Wykonane zdjęcie profilowe znacznie uszczegółowiło obraz anomalii w tej części synkliny Barda. Intensywność podłużnej anomalii, o rozciągłości w kierunku NWW–SEE wskazuje jednoznacznie na stosunkowo płytkie zaleganie stropu jej źródła. Wysoki gradient anomalii silnie dodatniej oraz towarzysząca jej od NE ujemna anomalia, o łagodniejszym przebiegu, wskazuje na stromo zapa-  
dające ku południowi ciało.





### Parametry magnetyczne diabazu z wiercenia Zagórze PIG-1

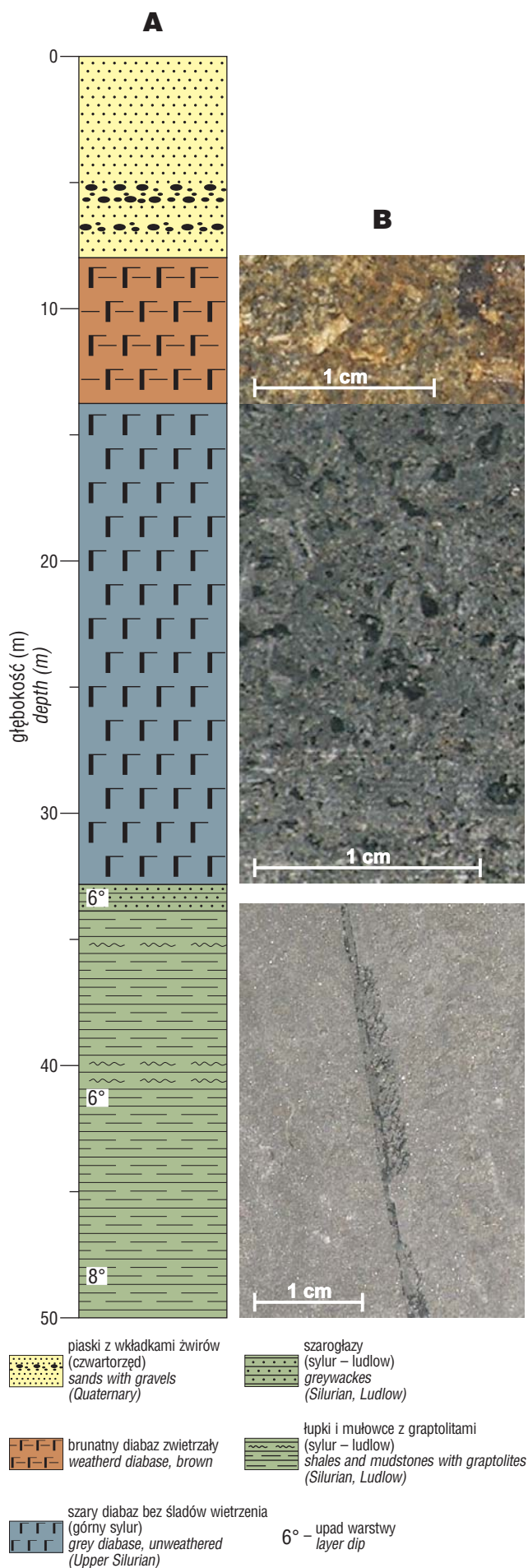
Otwór Zagórze PIG-1 zlokalizowano we wschodniej części obszaru badań, w miejscu, gdzie anomalie magnetyczne miały największą amplitudę. Profil stratygraficzno-litologiczny otworu Zagórze PIG-1 przedstawiono na ryc. 4. Ciało diabazowe znajduje się tutaj na głębokości od 7,9 do 32,7 m, przy czym do głębokości 14,3 m jest ono silnie zwietrzałe.

Po wykonaniu wiercenia pozyskany materiał rdzeniowy poddano licznym badaniom analitycznym. Określono parametry magnetyczne 43 próbek — diabazu i mułowców syluru. Podatność magnetyczną mierzono za pomocą mostka KLY-2, natomiast natężenie i składowe naturalnej pozostałości magnetycznej za pomocą magnetometru rotacyjnego JR-5.

Najwyższe wartości podatności magnetycznej zanotowano we wnętrzu intruzji diabazowej. Wyraźnie obniżoną podatność mają strefy brzeżne intruzji, w tym jej zwietrzała powierzchnia. Warto zauważyć, że o ile próbki z wnętrza intruzji charakteryzują się niską, często ujemną inklinacją naturalnej pozostałości magnetycznej, która odpowiada inklinacji uzyskanej w innych miejscach synkliny Barda (Nawrocki, 2000), to próbki zwietrzałego diabazu są namagnesowane polem o stromej, ujemnej inklinacji (tab. 1). Takie namagnesowanie wskazuje na wietrzenie diabazu najprawdopodobniej w ciepłym klimacie trzeciorzędu. Ujemny znak inklinacji wyklucza wiek namagnesowania w epoce normalnej polarności Brunhes, tj. młodszy od 780 tys. lat, natomiast jej wysokie wartości wskazują, że namagnesowanie nie utrwaliło się w okresach starszych (dewonie–kredzie), dla których na tym obszarze badań charakterystyczna inklinacja powinna być wyraźnie niższa od pomierzonych 67°. Określone w wyniku modelowania upady warstw oraz parametry zalegania intruzji wskazują, że korekcja tektoniczna tej wartości nie powinna przekraczać kilku stopni. Podatność magnetyczna mułowców graptolitowych syluru, które podścielają ciało diabazowe, jest kilkaset razy niższa od podatności magnetycznej diabazu. Wartości natężenia pozostałości magnetycznej sylurskiej skały osadowej są nawet do 1000 razy niższe od zanotowanych w diabazie. Inklinacja naturalnej pozostałości magnetycznej mułowców jest niemal jednakowa we wszystkich badanych próbkach i wynosi około 50° bez korekcji tektonicznej oraz nieco ponad 40° po korekcji o 6° nachylenia warstw.

**Ryc. 3. A** — Lokalizacja badań na tle szkicu topograficznego; **B** — mapa anomalii magnetycznych  $\Delta T$  na obszarze synkliny Barda w rejonie położonym na północ od miejscowości Zagórze. Mapę utworzono na podstawie danych zdjęcia profilowego i zaznaczono na niej położenie otworu badawczego Zagórze PIG-1

**Fig. 3. A** — Location of the survey against the topographic background; **B** — magnetic anomaly  $\Delta T$  of the Bardo Syncline in the area located north of Zagórze. The map was constructed based on the profile survey data. Location of the Zagórze PIG-1 borehole is shown



**Ryc. 4. A** — Schematyczny profil litostratigraficzny otworu wiertniczego Zagórze PIG-1; **B** — fragmenty rdzenia wiertniczego z diabazem zwietrzałym (zdjęcie najwyższe), diabazem bez śladów wietrzenia oraz łupkami graptolitowymi (zdjęcie najniższe). Cyfry umieszczone na schemacie profilu oznaczają kąty upadu warstw

**Fig. 4. A** — Simplified lithostratigraphical column of the Zagórze PIG-1 borehole; **B** — fragments of drill core presenting weathered diabase (uppermost image), unweathered (fresh) diabase and graptolite shale (lowermost image). Stratal dips are marked with numbers

Pomierzone parametry magnetyczne zostały zastosowane w modelowaniu geofizycznym kształtu i parametrów zalegania intruzji.

Wyniki analiz geochemicznych i właściwości fizyczno-mechanicznych próbek diabazu przedstawiono w opracowaniu archiwalnym podsumowującym projekt (Nawrocki i in., 2005).

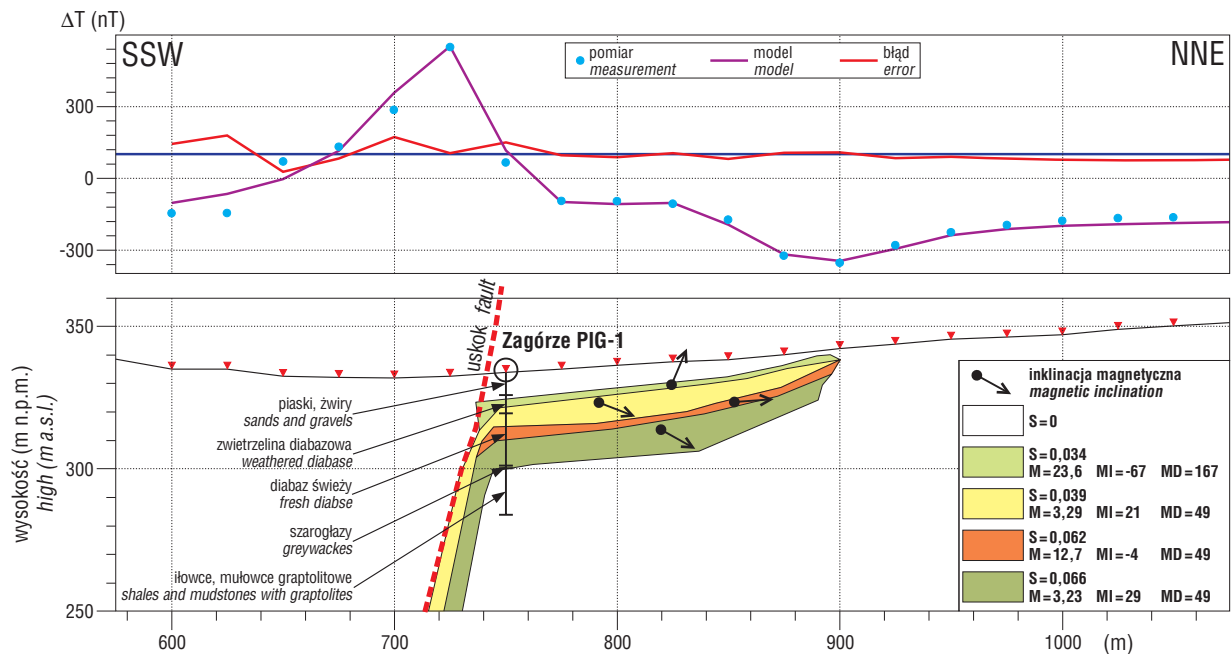
### Obraz wgłębny intruzji

Dwuwymiarowe modelowanie magnetyczne wykonano stosując oprogramowanie GM-SYS firmy NGA. Model został opracowany dla profilu położonego w bezpośrednim sąsiedztwie otworu Zagórze PIG-1. Poszczególnym elementom struktury ciała diabazowego zostały przypisane parametry magnetyczne zgodne z wynikami analiz wykonanych na próbach pobranych z rdzenia otworu. Parametry magnetyczne z części pokładowej intruzji mogły być ekstrapolowane na jej pień, ponieważ skały syluru w otoczeniu intruzji mają niewielkie kąty upadu warstw (do 8°). Korekcja tektoniczna nie zróżnicowałaby istotnie inklinacji w obydwu częściach ciała diabazowego. Ponadto azymut tej korekcji byłby trudny do określenia, ponieważ rdzeń nie był orientowany w odniesieniu do kierunku północy magnetycznej. Wartości deklinacji pozostałości magnetycznej diabazu w części nie zwietrzałej przyjęto zgodnie z danymi uzyskanymi dla intruzji bardziańskiej w innych miejscach synkliny (Nawrocki, 2000). Dla utworów otoczenia przyjęto zerowe wartości zarówno podatności, jak i namagnesowania. Dwuwymiarowy model intruzji bardziańskiej wzdłuż profilu sąsiadującego od NW z otworem Zagórze PIG-1 przedstawiono na ryc. 5.

Wyniki modelowania magnetycznego w połączeniu z danymi z wiercenia Zagórze PIG-1 wskazują, że ciało diabazowe składa się ze stromej, zapadającej pod kątem około 70° na południe dajki o szerokości około 20 m, która w

**Tab. 1. Zestawienie parametrów magnetycznych diabazu nawierconego w otworze Zagórze PIG-1**  
 Table 1. Listing of magnetic parameters of a diabase from the Zagórze PIG-1 borehole

Próbka Sample	Głębokość Depth [m]	Podatność magnetyczna [x 10 <sup>-6</sup> jednostek SI] Magnetic susceptibility [x 10 <sup>-6</sup> SI units]	Natężenie naturalnej pozostałości magnetycznej Natural remanence magnetization [nT]	Inklinacja naturalnej pozostałości magnetycznej Inclination of natural remanence magnetization [°]
W1a	15.8	84000	477	11
W1b	15.9	56800	221	45
W1c	16.0	64000	369	14
W1d	16.0	59900	228	47
W2a	25.0	39700	191	42
W2b	25.0	44100	504	8
W2c	25.1	43500	145	41
W2d	25.1	33700	489	-15
W2e	25.2	32600	546	43
W2f	25.2	43100	311	15
W2g	25.2	39300	116	12
W3a	20.5	62200	610	4
W3b	20.5	69300	694	4
W3c	20.5	62000	984	-13
W3d	20.6	62400	1030	-4
W3e	20.6	71500	2510	-15
W3f	20.6	64100	1790	-7
W3g	20.6	64200	2120	-5
W3h	20.65	51800	588	-2
W3i	20.65	56200	834	29
W3j	20.65	61300	1540	-34
W4a	11.8	35100	2510	-67
W4b	12.0	32100	2220	-67



**Ryc. 5.** Dwuwymiarowy model magnetyczny intruzji bardziańskiej wzdłuż profilu sąsiadującego od zachodu z otworem Zagórze PIG-1: M — namagnesowanie, MI inklinacja, MD — deklinacja, S — podatność magnetyczna

**Fig. 5.** Two-dimensional magnetic model of the Bardo intrusion along the profile located west of the Zagórze PIG-1 borehole: M — magnetization, MI — inclination, MD — declination, S — magnetic susceptibility

okolice kontaktu łupków i mułowców wenloku z szarogłazami tego wieku wniknęła w strefę rozluźnioną, przybierając postać prawie poziomej intruzji pokładowej. W odróżnieniu od innych miejsc synkliny Barda kierunek

migracji części poziomej intruzji był tutaj tylko północny. Nie obserwuje się jej gałęzi południowej. Jednak nie można wykluczyć, że gałąź ta została zerodowana po wyniesieniu wzdłuż powierzchni uskoku, w który wdarła



się dajka. Północne skrzydło tego uskoku byłoby wtedy skrzydłem zrzuconym. Za taką kinematyką może przemawiać fakt, że na tym samym poziomie hipsometrycznym, na południowym zboczu doliny, w której ulokowano wiercenie Zagórze PIG-1, występują zapadające połogo na północ utwory dolnego kambru, natomiast na jej północnym zboczu — utwory kambru górnego (ryc. 2B). Niestety, brak odsłoneń skał paleozoicznych w pobliżu pnia intruzji diabazowej uniemożliwia weryfikację tej koncepcji na drodze badań strukturalnych.

Niezwiertzała część pokładowa diabazu ma miąższość około 20 m, a zwiertzała, stropowa warstwa diabazu — około 6 m. We wschodniej części obszaru badań miąższość nadkładu okruchowych skał czwartorzędowych wynosi do 8 m, natomiast szerokość wylewu, szacowana na podstawie wyników modelowania magnetycznego, w tej części obszaru badań wynosi około 150 m. Podobny obraz anomalii magnetycznych we wszystkich badanych profilach wskazuje, że rozciągłość intruzji pokładowej wynosi co najmniej 700 m. Wzrost amplitudy anomalii magnetycznych w kierunku wschodnim może wskazywać, że intruzja kontynuuje się na wschód od obszaru badań. Na obszarze tym jest najprawdopodobniej jeszcze bliżej powierzchni terenu. Wskazana jest zatem kontynuacja szczegółowego zdjęcia magnetycznego właśnie w tym kierunku i jego weryfikacja za pomocą kilku płytkich otworów badawczych.

### Wnioski

Z przeprowadzonych badań wynikają następujące wnioski na temat kształtu i perspektywy złożowej intruzji diabazowej w badanej części synkliny Barda:

1) Obraz intruzji bardziańskiej na odcinku na północ od miejscowości Zagórze różni się od przedstawianego wcześniej. Dane geofizyczne wskazują, że nie ma tam równoległych wychodni kilku drobnych dajek, lecz podobnie jak to ma miejsce w centralnej i wschodniej części synkliny Barda, jest jedna dajka, która wniknęła w rozluźnione osady syluru, tworząc ciało pokładowe. Na zbadanym obszarze brakuje południowej gałęzi tego ciała.

2) Interesująca pod względem złożowym jest pokładowa część intruzji, zdefiniowana głównie za pomocą dwuwymiarowego modelowania magnetycznego. W rejonie badań część ta ma powierzchnię co najmniej 10 ha i miąższość ok. 20 m.

3) Okolicznością ograniczającą przydatność złożową diabazu jest nadkład aluwialnych skał czwartorzędowych oraz zwietrzliny diabazowej, których miąższość w miejscu badań wynosi do kilkunastu metrów.

4) Dokładne rozpoznanie obrazu przestrzennego diabazu w zachodniej części synkliny Barda wymaga pokrycia

zdjęciem szczegółowym całego obszaru tej części synkliny i wykonania kilku płytkich otworów badawczych, weryfikujących obraz magnetyczny.

Autorzy składają podziękowania Panu prof. dr hab. Zbigniewowi Kowalczewskiemu oraz drugiemu anonimowemu recenzentowi za konstruktywne uwagi dotyczące pierwotnej wersji artykułu.

### Literatura

- CZARNOCKI J. 1919 — Stratygrafia i tektonika Gór Świętokrzyskich. Stratygrafia i tektonika staropaleozoicznych utworów Gór Świętokrzyskich. Pr. TNW, 28: 77–81.
- CZARNOCKI J. 1958 — Mapa rozmieszczenia diabazów w okolicy Łagowa. [W:] Prace geologiczne, t. 5, Surowce mineralne w Górach Świętokrzyskich, z. 3, Surowce Skalne. Wyd. Geol., Pr. Inst. Geol., 21.
- DĄBROWSKI A. & KARACZUN K. 1958 — Mapa magnetyczna Polski 1 : 200 000, Biul. Inst. Geol., 137: 1–36.
- DĄBROWSKI A. & MAŁKOWSKI Z. 1977 — Profil mikromagnetyczny przez Góry Świętokrzyskie. Kwart. Geol., 21(3): 595–610.
- FILONOWICZ P. 1974 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Daleszyce. Wyd. Geol.
- KARDYMOWICZ I. 1957 — Z petrografii diabazów Gór Świętokrzyskich. Kwart. Geol., 1(1): 139–154.
- KOSOBUDZKA I. & PAPROCKI A. 1998 — Półszczegółowa mapa magnetyczna T w brzeżnej strefie platformy prekambryjskiej. Polska zachodnia, centralna i południowo-wschodnia. CAG Państw. Inst. Geol.
- KOWALCZEWSKI Z. & LISIK R. 1974 — Nowe dane o diabazach i budowie geologicznej okolic Pragowca w Górach Świętokrzyskich. [W:] Z badań geologicznych regionu świętokrzyskiego, t. 10, Biul. Inst. Geol., 275: 113–158.
- KRZEMIŃSKI L. 2004 — Geochemical constraints on the origin of the mid-Paleozoic diabases from the Holy Cross Mts. and Upper Silesia, southeastern Poland. Geol. Quart., 48 (2): 147–158.
- MAŁKOWSKI S. 1954 — O przejawach wulkanizmu w dziejach geologicznych Gór Świętokrzyskich. Acta Geol. Pol., 4: 1–52.
- NAWROCKI J. 2000 — Late Silurian paleomagnetic pole from the Holy Cross Mountains: constraints for the post-Caledonian tectonic activity of the Trans-European Suture Zone. Earth Planet. Sc. Lett., 179: 325–334.
- NAWROCKI J., POLECHOŃSKA O. & SALWA S. 2005 — Realizacja projektu prac geologicznych w celu wyjaśnienia warunków występowania diabazu w zachodniej części synkliny Barda w Górach Świętokrzyskich i możliwości stwierdzenia występowania złoża. CAG Państw. Inst. Geol.
- NAWROCKI J., DUNLAP J., PECSKAY Z., KRZEMIŃSKI L., ŻYLIŃSKA A., FANNING M., KOZŁOWSKI W., SALWA S., SZCZEPANIK Z. & TRELA W. 2007 — Late Neoproterozoic to Early Palaeozoic palaeogeography of the Holy Cross Mountains (Central Europe): an integrated approach. J. Geol. Soc., 164: 405–423.
- PAWŁOWSKI S. 1947 — Anomalie magnetyczne w Polsce. Biul. Państw. Inst. Geol., 44.
- PRZYBYŁOWICZ T. & STUPNICKA E. 1991 — Przejawy wulkanizmu w ordowiku i sylurze południowej części Gór Świętokrzyskich. Arch. Miner., 47: 137–154.
- RUBINOWSKI Z. 1967 — Geologiczno-strukturalne warunki występowania skał magmowych w Górach Świętokrzyskich. Biul. Inst. Geol., 197, Z badań petrograficzno-mineralogicznych i geochemicznych w Polsce, 1: 413–450.
- RYKA W. 1957 — O intruzji diabazowej w zachodniej części niecki bardziańskiej. Kwart. Geol., 1(2): 329–352.

Praca wpłynęła do redakcji 28.06.2007 r.  
Akceptowano do druku 15.10.2007 r.