

Andrzej KOBLAŃSKI

Akademia Górniczo-Hutnicza

STRUKTURA POLA MAGNETYCZNEGO NA OBSZARZE LUBELSKIEGO  
ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO I JEJ ZWIĄZEK Z TEKTONIKĄ PODŁOŻA KARBONU

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki analiz struktury pola magnetycznego w środkowej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Stwierdzone na tym obszarze anomalie charakteryzują się regularnym, liniowym ułożeniem pozwalającym na interpretację niektórych elementów tektoniki podkarbońskiej. Zasygnalizowano między innymi na tej podstawie możliwość występowania intruzji paleozoicznych (wizeńskich) w północnym i południowo-zachodnim obrzeżeniu niecki Bogdanki oraz obecność w głębokim podłożu karbonu dość znacznego uskoku o nietypowym dla obszaru lubelskiego prawie południkowym przebiegu.

## 1. WSTĘP

W geofizycznym rozpoznaniu budowy utworów podkarbońskich obszaru lubelskiego obok sejsmiki i grawimetrii istotną rolę odegrały badania magnetyczne. Anomalie magnetyczne na tym obszarze odzwierciedlają przebieg wszystkich ważniejszych elementów tektoniki głębszej, tj. skarp w podłożu krystalicznym w brzożnej części platformy wschodnioeuropejskiej oraz granic takich jednostek tektonicznych na platformie, jak zrab łukowski, zapadisko Włodawy i podniesienie kumowskie.

Oprócz zależności o charakterze regionalnym, które wykorzystano na etapie podstawowego rozpoznania geologicznego, w morfologii pola anomального znajdują odzwierciedlenie również elementy tektoniki niższego rzędu. Można je prześledzić na bardziej precyzyjnych niż  $\Delta Z$  mapach anomalii  $\Delta T$  całkowitego natężenia pola magnetycznego. Zdjęcia takie na obszarze lubelskim wykonano w latach 1970-1980 i interpretowano [3, 4] w ramach prac mających na celu kompleksowe rozpoznanie warunków zalegania złoża. W wersji półszczegółowej obejmują one prawie cały obszar LZW, a w wersji szczegółowej, o gęstości sieci 25 p./km<sup>2</sup>, obszar Centralnego Rejonu Węglowego (CRW).

W niniejszym opracowaniu na podstawie analizy obu zdjęć, omawiana jest geneza anomalii i charakter zależności od tektoniki w południowo-zachodniej części zapadliska Włodawy i na przylegającym do niego fragmencie podniesienia kumowskiego. Dla obszaru tego przyjęta została dalej umowna nazwa środkowej części zagłębia. Wyprowadzone relacje mają charakter jakościowy i jakkolwiek w większości przypadków odnoszą się bezpośrednio do utworów prekambru, istnieje możliwość korelacji z elementami tektoniki bretońskiego piętra strukturalnego.

## 2. MORFOLOGIA I GENEZA ANOMALII ŚRODKOWEJ CZĘŚCI LZW

Morfologiczne cechy pola magnetycznego w skali całego obszaru lubelskiego wykazują dość wyraźne zróżnicowanie. Determinują je głębokość i petrologiczna zmienność podłoża krystalicznego oraz rozmieszczenie skał zasadowych magmatyzmu prekambryjskiego i paleozoicznego. Duże zmiany intensywności obserwuje się więc na zrębie łukowskim, gdzie podłoże krystaliczne i pozostałe źródła zalegają stosunkowo płytko, i relatywnie mniejsze na obszarze głębszego zalegania tych utworów, w zapadlisku Włodawy i na podniesieniu kumowskim. W środkowej części zagłębia amplituda zmian wynosi tylko około 150 nT.

Strukturę pola pomiarowego na tym obszarze analizowano metodą lokalnej aproksymacji trendów wielomianami oraz metodą wyższych pochodnych pionowych [3]. Po transformacjach, niezależnie od parametrów rozdzielania, wyróżnić tu można kilka stref anomalnych o podobnej intensywności, lecz zróżnicowanych kierunkach rozciągłości: NW-SE na podniesieniu kumowskim (Chełm, Rejowiec), NE-SW w wąskiej strefie przejściowej Trawniki-Sawin oraz w przybliżeniu E-W w rejonie Cycowa i Ludwinowa na obszarze zapadliska Włodawy (rys. 1).

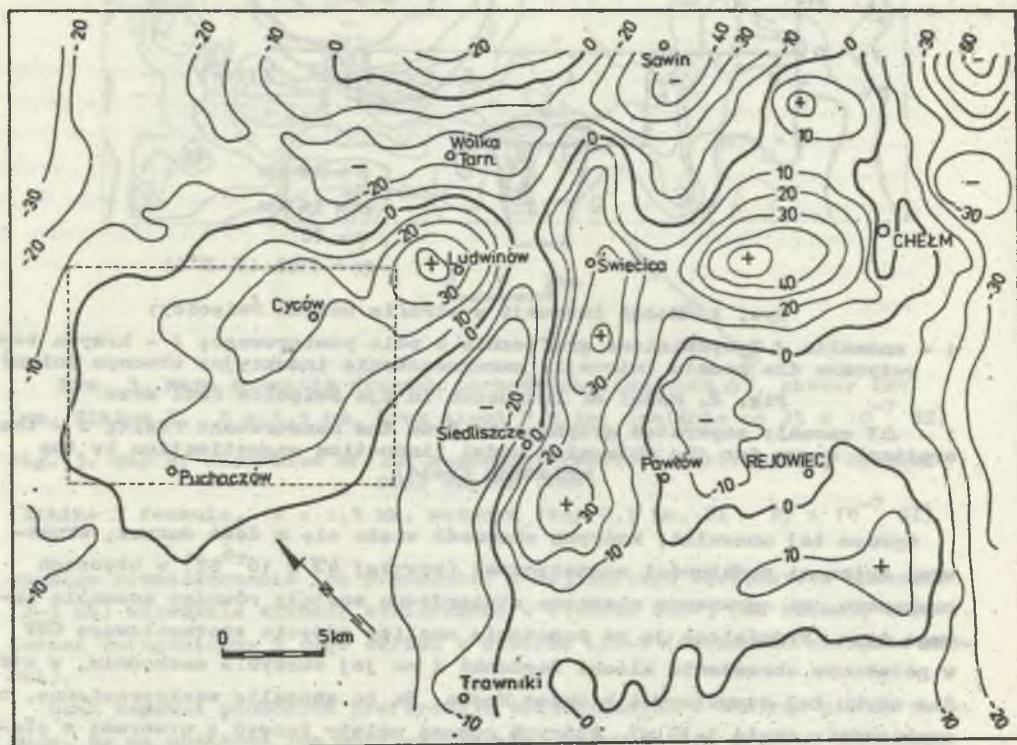
Głębokość źródeł anomalii w poszczególnych strefach oceniana była kilkoma metodami. Między innymi metodą analizy widmowej (widma mocy) oraz modelowań dwu- i trójwymiarowych. Wyniki interpretacji ilościowej są zbliżone, wskazują na przedział 3-4 km, co pozwala łączyć źródła z budową utworów prekambryjskich.

Reperowe znaczenie dla określenia ich charakteru na obszarze zapadliska Włodawy ma wiercenie Busówno IG-1, usytuowane w centrum anomalii Ludwinowa. W otworze tym na głębokości 3752-4051 m stwierdzone zostały bazalty dolnego wendur, zaliczane przez Arenia [1] do utworów formacji wisznickiej. Bazalty ze względu na bardzo wysoką na ogół podatność magnetyczną należy w tym przypadku uznać za podstawową przyczynę anomalii.

Interpretując na zasadzie analogii, podobną genezę można przypisać również sąsiedniej anomalii Cycowa. W tej jednak strefie mniejsza niż poprzednio intensywność sugeruje większą głębokość zalegania lub bardziej rozproszoną postać źródła.

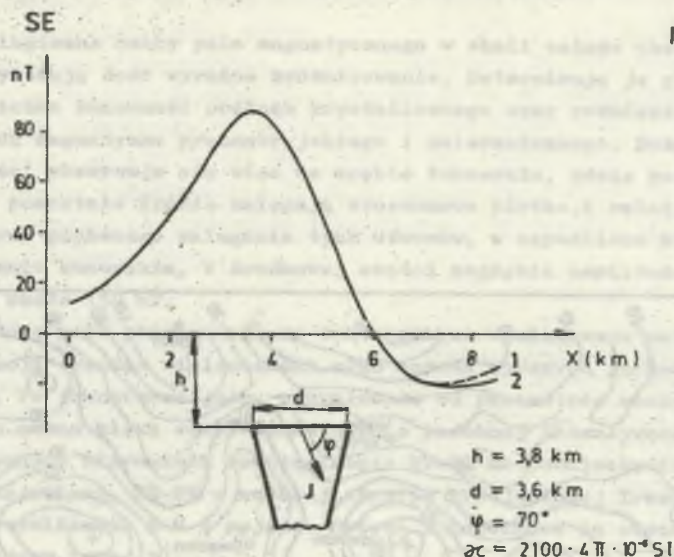
Prawdopodobnie magmatyzm wendyjski decyduje także o własnościach anomalii w strefie Trawniki-Sawin oraz w rejonie Chełma i Rejowca. Dobrze uporządkowanie liniowe, zwłaszcza na odcinku Trawniki-Sawin, może oznaczać związek z intruzjami z tego okresu. Wyznaczona przy założeniu takiego modelu metodą optymalizacji głębokość intruzji w środkowej części tej strefy wynosi 3,8 km (rys. 2).

W rejonie Chełma, skąd istnieją dane sejsmiczne, nieciągłości na śródwendyjskiej granicy odbijającej mają przebieg zgodny z liniami konturującymi źródło tej anomalii.



Rys. 1. Mapa anomalii resztkowych  $\Delta T$   
 ( $s = 1$  km,  $N = 5$ , izoliny w nT)

Fig. 1. Map of residual anomalies  $\Delta T$   
 ( $s = 1$  km,  $N = 5$ , isolines in nT)



Rys. 2. Model intruzji w strefie uskoku Świącicy:

1 - anomalia  $\Delta T$  wydzielona graficznie z pola pomiarowego; 2 - krzywa teoretyczna dla modelu intruzji (namagnesowanie indukcyjne obecnym polem)

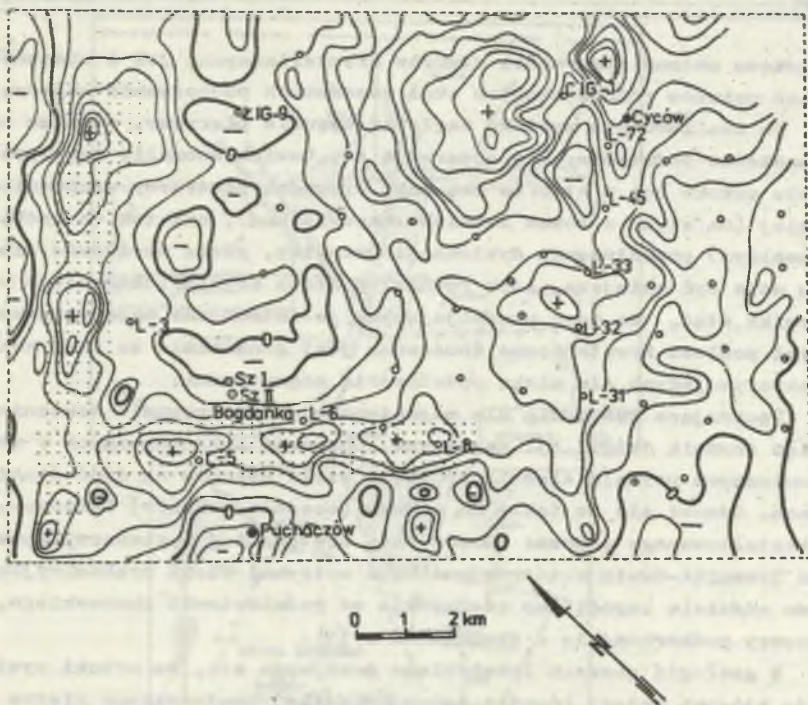
Fig. 2. Model of intrusion in the Świącica fault area

1 -  $\Delta T$  anomaly separated graphically from the measurement field; 2 - theoretical curve for the intrusion model (induction magnetization by the existing field)

Oprócz tej anomalii, których obecność wiąże się z dość dużymi, skokowymi zmianami podatności magnetycznej (powyżej  $4\pi \times 10^{-6}$  SI) w utworach prekambry, na omawianym obszarze stwierdzone zostały również anomalie innego typu. Wydzielono je na podstawie analizy zdjęcia szczegółowego CRW w północnym obrzeżeniu niecki Bogdanki i na jej skrzydle zachodnim, w strefie styku tej struktury z blokiem Kocka. Są to anomalie wąskopromienne, o amplitudzie około 7-10 nT, których genezę należy łączyć z utworami o słabych własnościach magnetycznych i dość płytkim zaleganiu. Charakterystyczne jest także ich liniowe ułożenie w dwóch strefach o prostopadłej rozciągłości SE-NW i SW-NE (rys. 3).

Próby określenia cech źródła na drodze interpretacji ilościowej wobec wyjątkowo niskiej intensywności tych anomalii okazały się mniej efektywne, chociaż nie wykluczające powiązania z magmatyzmem paleozoicznym (wizeńskim). Związek taki wydaje się najbardziej prawdopodobny, ponieważ jednocześnie nie obserwuje się korelacji z elementami litologii i struktury utworów nadległych.

Istniejący niewątpliwie na granicy bloku Kocka z niecką Bogdanki system deformacji nieciągłych w podłożu warstw lubelskich mógł sprzyjać rozwojowi procesów intruzywnych na przełomie dewonu i karbonu, prowadząc do selek-



Rys. 3. Mapa anomalii drugich pochodnych pionowych  $\Delta T$ , obszar CRW (wz. Elkins I,  $S = 1,5$  km, krok sieci  $0,5$  im, izolinie co  $25 \times 10^{-7}$  SI)

Fig. 3. Map of anomalies of  $\Delta T$  secondary vertical derivatives, Central Coal Region (CRW)

(Elkins I formula,  $s = 1,5$  km, network step  $0,5$  km, CI =  $25 \times 10^{-7}$  SI)

tywnego rozmieszczenia ich produktów. W najbliższym sąsiedztwie anomalii (2-3 km) wizeńskie diabazy stwierdzono w otworze LIG-3 (na bloku), a materiał tufogeniczny z tego okresu w otworze LIG-9 (wschodnie skrzydło niecki).

Brak zapewne podobnych preferencji tektonicznych w centrum niecki powoduje, że na obszarze tym praktycznie nie obserwuje się żadnych anomalii. Niską natomiast intensywność stwierdzonych na obrzeżeniu można w danym przypadku tłumaczyć niewielką podatnością magnetyczną diabazów, jak i na ogół małą miąższością intruzji napotykanych w wielu otworach, zwłaszcza na zrębie łukowskim.

### 3. ZWIĄZEK Z TEKTONIKĄ

Zależność pomiędzy morfologią anomalnego pola magnetycznego a tektoniką obszaru lubelskiego przyjmuje formy sprzężenia wyrażającego się tak poprzez

skokowe zmiany głębokości utworów krystalicznych, jak i obecność w strefach uskoków różnowiskowych skał zasadowych pochodzenia magmowego.

Na analizowanym wycinku zagłębia czynnik pierwszy, zdaniem autora, ma znaczenie podrzędne. Nie obserwuje się bowiem anomalii typowych dla modelu uskoku ani w strefie brzeżnej krawędzi platformy wschodnioeuropejskiej (na styku z rowem lubelsko-mazowieckim), ani też we wschodnim (bezanomalnym) przedłużeniu dyslokacji Świącicy, gdzie wprawdzie wielkość zrzutu może być mniejsza, lecz również podłoże krystaliczne ulega wyplycieniu. Wynika stąd, że poza przebijającymi je intruzjami bądź wylewami zasadowymi podłoże krystaliczne zbudowane jest generalnie ze skał kwaśnych, charakteryzujących się niską podatnością magnetyczną.

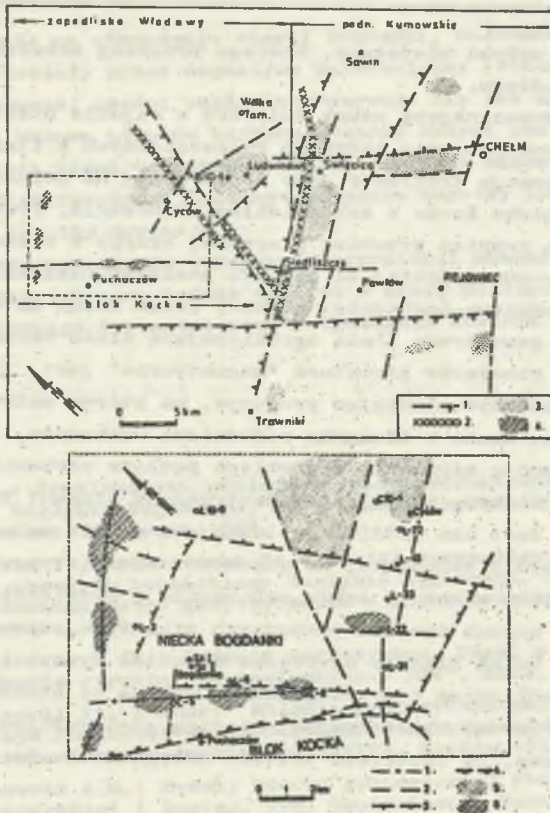
Decydujące znaczenie dla magnetycznego odwzorowania tektoniki posiada więc czynnik drugi, tj. magmatyzm. Obecność skał magmowych w strefach tektonicznych pozwala śledzić przebieg wielu uskoków na dość długich odcinkach. Odnosi się to także do uskoku (zespołu uskoków) Świącicy, zasadniczo ukształtowanego podczas ruchów fazy bretońskiej i stowarzyszonego na odcinku Trawniki-Sawin z intruzjami bądź wylewami wieku prekambryjskiego. Uskok ten oddziela zapadlisko włodawskie od podniesienia kumowskiego, zrzucając utwory podkarbońskie o około 1000 m [5].

W geologii obszaru lubelskiego przyjmuje się, że uskoki systemu NE-SW (do których należy również uskok Świącicy) bretońskiego piętra strukturalnego rozwinęły się wzdłuż granic ostrych kontrastów litologicznych podłoża krystalicznego. Pogląd taki, sformułowany przez Rykę, spotkać można także w pracy Żelichowskiego [6], w której jednak autor ten, nie zajmując się warunkami generacji anomalii magnetycznych, "granicy ostrych kontrastów litologicznych" nie wiąże bezpośrednio z ich źródłami.

Precyzyjne określenie przebiegu uskoku Świącicy na podstawie badań magnetycznych jest dość trudne. Przypuszczalnie na poziomie odpowiadającym głębokości stropu źródeł główna nieciągłość przebiega po ich północno-zachodniej stronie, graniczącej z zapadliskiem Włodawy, w kierunku którego zrzucone jest podłoże krystaliczne i utwory nadległe (rys. 4a).

Zmiany kierunków rozciągłości anomalii na odcinku Trawniki-Sawin wskazują, że ciągłość ramowego uskoku o kierunku NE-SW mogła ulec w tej strefie zaburzeniom poprzecznym. Są one prawdopodobnie nieco młodsze od uskoku Świącicy i powstały przypuszczalnie w wyniku sugerowanych przez niektórych geologów (zob. także [6]) ruchów przesuwczych wzdłuż tzw. strefy Gutercha.

Przemieszczenia poprzeczne na granicy zapadliska Włodawy i podniesienia kumowskiego nie są wielkie. Na analizowanym odcinku dzielą one strefę Trawniki-Sawin na kilka mniejszych bloków, z których zewnętrzne oprócz ruchów poziomych podlegały także ruchom pionowym. W pobliżu Trawnik zrzut nastąpił w kierunku rowu lubelskiego, a powyżej Świącicy w kierunku lokalnego zapadliska o osi NV-SE, pokrywającego się z przebiegiem depresji pola magnetycznego. W kierunku tego zapadliska zrzucone są również utwory



Rys. 4

- a. Interpretacja jakościowa anomalii magnetycznych środkowej części LZW: 1 - przypuszczalne dyslokacje w podłożu karbonu na podstawie danych magnetycznych, 2 - strefy poprzecznych zaburzeń w przebiegu izolinii  $\partial^2 \Delta g / \partial z^2$  wg [2]; przybliżone kontury źródła: 3 - w utworach prekambry, 4 - w utworach paleozoiku
- b. Interpretacja jakościowa anomalii magnetycznych na obszarze CRW: 1 - osie dodatnich anomalii, 2 - przypuszczalne dyslokacje w podłożu karbonu na podstawie danych magnetycznych, 3 - uskoki w utworach karbonu, 4 - wychodnie pokładu 397 (3 i 4 wg mapy geologicznej H. Czempik, 1980); przybliżone kontury źródła: 5 - w utworach prekambry, 6 - w utworach paleozoiku

Fig. 4

- a. Qualitative interpretation of magnetic anomalies of the central part of Lublin Coal Basin. 1 - supposed dislocations in the Carboniferous bedrock on the basis of magnetic data, 2 - zones of transverse disturbances in the course of isolines  $\partial^2 \Delta g / \partial z^2$  according to [2], approximate contours of the source; 3 - in the Precambrian formations, 4 - in the Palaeozoic formations
- b. Qualitative interpretation of magnetic anomalies in the Central Coal Region (CRW). 1 - Axes of positive anomalies; 2 - supposed dislocations in the Carboniferous bedrock on the basis of magnetic data, 3 - faults in the Carboniferous formations, 4 - outcrops of the bed 397 (3 and 4 according to the geological map by H. Czempik, 1980), approximate contours of the source; 5 - in the Precambrian formations, 6 - in the Palaeozoic formations

karbonu wzduż uskoku młodszego, którego przebieg odzwierciedla założenia istniejące w podłożu.

Dyslokację przecinającą uskok Święcicy w rejonie Siedliszcza, z którą związane jest występowanie intruzji paleozoicznych w linii otworów L-5 i L-8, autor proponuje traktować jako najbardziej na północny-wschód wysuniętą granicę bloku Kocka z zapadliskiem włodawskim. Prawdopodobnie odzwierciedla ona również przebieg pierwszej skarpy w brzeżnej strefie platformy wschodnio-europejskiej na odcinku pomiędzy uskokami Hanny i Święcicy. Śladem południowo-zachodniej granicy bloku Kocka na obszarze rowu lubelskiego jest zewnętrzna linia ograniczająca ciało anomalne Siedliszcza. Ta niewielkich rozmiarów struktura "magnetyczna" jest, jak się wydaje, głęboko zakorzenionym elementem progowym, na którym zatrzymany został dalszy rozwój bloku Kocka w kierunku południowo-wschodnim.

Ogólną tendencję zapadania głębokiego podłoża karbonu w zapadlisku Włodawy sygnalizuje inny, mniej dotąd dostrzegany element interpretacji danych magnetycznych. Jest nim możliwa dyslokacja o prawie południkowym przebiegu, zrzucająca skrzydło zachodnie. Na obecność tego nietypowego dla obszaru lubelskiego uskoku wskazują także zaburzenia w rozkładzie siły ciężkości obserwowane na mapach drugich pochodnych pionowych, opracowanych przez Grabowską [2]. Uskok biegnie od rejonu anomalii Cycowa i Ludwinowa w kierunku bloku Siedliszcza i prawdopodobnie wygasa na obszarze rowu lubelskiego. W strefie tej hipotetycznej nieciągłości możliwe są dalsze komplikacje tektoniczne, co częściowo zostało zasygnalizowane także na rys. 4b.

#### 4. PODSUMOWANIE

Anomalie magnetyczne w LZW generowane są przez źródła o zróżnicowanej geometrii, własnościach fizycznych i głębokości. Efekt wypadkowy jest wynikiem wielokierunkowej interferencji, pośrednio zależnej od tektoniki.

Na obszarze objętym analizą wydzielono z pola pomiarowego dwa rodzaje anomalii: względnie intensywne o dość znacznym zasięgu, których źródła mogą być identyfikowane ze skałami magmowymi wieku prekambryjskiego i niskoamplitudowe, genetycznie odpowiadające prawdopodobnie intruzjom paleozoicznym. W obu przypadkach istnieje wyraźna współzależność pomiędzy przestrzennym rozmieszczeniem ich źródeł a tektoniką utworów podkarbońskich.

Strukturalną dwudzielność tego obszaru podkreśla zmiana kierunków rozciągłości anomalii po obu stronach wąskiej strefy Trawniki-Sawin, w obrębie której rozwinęła się regionalna dyslokacja Święcicy. Na obszarze podnależenia kumowskiego dominuje kierunek NW-SE, natomiast w zapadlisku Włodawy E-W.

Dyslokacje bretońskie systemu NE-SW i przypuszczalnie nieco młodsze NW-SE genetycznie związane są ze strefami intruzji bądź wylewów zasadowych wieku prekambryjskiego. W niektórych przypadkach, co ma miejsce



prawdopodobnie na obrzeżeniu niecki Bogdanki, założenia tego systemu wykorzystane zostały przez magmatyzm paleozoiczny (wizeński).

W analizowanej części zagłębia obserwuje się też elementy pośredniej korelacji z budową utworów karbonu. Między innymi kontynuację stylu tektoniki podłoża widać w wąskiej strefie depresji magnetycznej pomiędzy Świącicą, Siedliszczem i Ludwinowem, gdzie warstwy lubelskie zrzucone są w kierunku osi tej depresji.

Ścisłejsze powiązanie wyników interpretacji anomalii magnetycznych z tektoniką tego obszaru będzie możliwe w miarę postępu badań z uwzględnieniem sejsmicznego i wiertniczego rozpoznania utworów podkarbońskich.

#### LITERATURA

- [1] Areń B.: Problematyka podłoża karbonu produktywnego na terenie Lubelskiego Zagłębia Węglowego. P. 2 Wend. Przewodnik LVI Zjazdu PTG, Wyd. Geologiczne, Warszawa 1984.
- [2] Grabowska T., Małoszewski St.: Wyniki szczegółowych badań grawimetrycznych w obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Materiały Konf. nt. "Zastosowanie metod geofizycznych w górnictwie kopalni stałych", Wyd. AGH, Kraków, 1985.
- [3] Kobański A. i in.: Badania magnetyczne. Część w zad. pn. "Geofizyczne rozpoznanie struktur geologicznych w LZW", Arch. GBSiPG, Katowice 1982.
- [4] Małoszewski St. i inni: Badania geofizyczno-geologiczne na obszarze górniczym Puchaczów ze szczególnym uwzględnieniem pól K<sub>1</sub> i K<sub>2</sub> - CRW LZW. Arch. Kom. Rzeczoznawców SIITPN, Kraków 1978.
- [5] Żelichowski A.M.: Rozwój budowy geologicznej obszaru między Górami Świętokrzyskimi i Bugiem. Wyd. Geologiczne, Warszawa 1972.
- [6] Żelichowski A.M.: Tektonika Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Przewodnik LVI Zjazdu PTG, Wyd. Geologiczne, Warszawa 1984.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Wiesław Gabzdyl

#### СТРУКТУРА МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЛЮБЕЛЬСКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА И ЕЕ СВЯЗЬ С ТЕКТОНИКОЙ ОСНОВАНИЯ КАРБОНА

#### Р е з ю м е

В работе представлены результаты анализа структуры магнитного поля в средней части Любелского Угольного Бассейна. Установлена на этой территории аномалия характеризуется регулярным, линейным положением, позволяющим на интерпретации некоторых элементов прикарбонской тектоники. В частности обращено внимание на возможность выступления палеозоических интрузий (визенских) в северной и юго-западной окрестности впадины Богданки а также наличие в глубинной основе карбона весьма значительного уступа с нетипичной для любельского района направленности, почти вдоль географической долготы.

STRUCTURE OF MAGNETIC FIELD IN THE LUBLIN COAL BASIN  
AND ITS CONNECTION WITH THE TECTONICS OF THE CARBONIFEROUS BEDROCK

S u m m a r y

In the paper, the results of the analysis of the magnetic field structure in the central part of the Lublin Coal Basin have been presented. The noted anomalies in this area are characteristic for their regular linear position helping to interpret some of deep tectonics elements.

A possibility of the occurrence of the fault with the nontypical meridional course this area in the deep Carboniferous bedrock as well as the presence of the Palaeozoic intrusions (The Visene) in the northern and south-western edge of the Bogdanka Basin have been observed.