ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1988

Seria: GÓRNICTWO z. 172 Nr kol. 960

Teresa GRABOWSKA
Stanisław MAŁOSZEWSKI
Maria RACZYŃSKA
Międzyresortowy Instytut Geofizyki
AGH Kraków

Ryszard SZYDEŁ
Przedsiębiorstwo Geologiczne
Lublin

ZASTOSOWANIE SZCZEGÓŁOWYCH BADAŃ GRAWIMETRYCZNYCH DO LOKALIZACJI RYNIEN W STROPIE KARBONU W OBSZARZE CRW LZW

Streszczenie. W artykule omówione zostały wyniki zastosowanie szczegółowych badań grawimetrycznych do lokalizacji rynnowych zagłębień stropowej powierzchni westfalu. Miejsca te wypełnione rozkruszonym, nasyconym wodą materiałem stanowią zagrożenie kurzawkowe. Równocześnie utwory wypełniające te zagłębienia charakteryzują się obniżonym ciężarem objętościowym będąc źródłem anomalii grawimetrycznych o charakterze lokalnym. W aspekcie lokalizacji rynien, a także sąsiadujących z nimi wyniesionych bloków karbońskich, przeprowadzono reinterpretację szczegółowego zdjęcia grawimetrycznego, wykonanego w rejonie CRW LZW w latach 1977-1978.

Szczególną uwagę zwrócono na mapy transformowanych anomalii grawimetrycznych prowadząc geofizyczno-geologiczną interpretację uwidocznionych na nich anomalii grawimetrycznych. Dokonano także ilościowej interpretacji anomalii grawimetrycznych na profilu. Przeprowadzone badania, uwzględniające równocześnie w szerokim zakresie dane geologiczne, pozwoliły na sporządzenie szkicu rozprzestrzenienia rynien oraz wyniesionych bloków karbonu. Przedstawiona praca wykonana została w ramach tematu 01 Problemu Resortowego pn. Górnicze zagospodarowanie Lubelskiego Zagłębia Węglowego.

1. WSTĘP

Artykuł prezentuje wyniki badań wykonanych w ramach tematu 01 Problemu Resortowego pn. "Górnicze zagospodarowanie LZW", obejmujące zagadnienia możliwości rozpoznania rynien dolnojurajskich metodą grawimetryczną. Podjęcie tego rodzaju badań stało się możliwe dzięki wykonaniu w latach 1977-1978 przez Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych w Warszawie szczegółowego zdjęcia grawimetrycznego w części obszaru LZW. Pomiary te przeprowadzone były w ramach problemu węzłowego 01.6 i opracowywane przez Międzyresortowy

Instytut Geofizyki AGH na zlecenie Głównego Biura Studiów i Projektów Górniczych w Katowicach [14].

Wyniki badań terenowych zostały zestawione w postaci map anomalii siły ciężkości Δg w redukcji Bouguera w skali 1:10000, a następnie zmniejszone metodą fotograficzną do skali 1:25000. Anomalie siły ciężkości w redukcji Bouguera obliczono stosując wzór Helmerta z 1901 r., przyjmując gęstość warstwy pośredniej $\sigma = 2{,}1 \cdot 10^3$ kg/m^3. Pomiary prowadzono systemem punktów rozproszonych o średnim zagęszczeniu ok. 25 stanowisk na 1 km^2. Wykonywano je grawimetrami typu Sharpe o czułości $\pm$ 0,01 mGal (0,1 μm/s^2). Mapy anomalii grawimetrycznych z uwagi na specyfikę pola grawimetrycznego poddane były szeregu transformacjom mającym na celu wydzielenie anomalii lokalnych [6, 5].

Mapy transformowanego pola anomalii siły ciężkości stały się podstawą interpretacji jakościowej geofizyczno-geologicznej pozwalającej stwierdzić, że mapy wyznaczone wzorem Elkinsa I przy dużych parametrach transformacji s = 3, s = 2 km zawierają w przeważającej mierze informacje odnośnie do budowy podłoża warstw produktywnych [6]. Mapy transformowane odpowiadające małym parametrom transformacji (s = 1,5 km, s = 1 km, s = 0,5 km) zawierają wiele szczegółów, których interpretacja geofizyczno-geologiczna była bardzo trudna.

Uzyskanie szeregu nowych danych geologicznych, a przede wszystkim informację dotyczące morfologii stropu westfalu, w szczególności możliwości występowania w nim obniżeń rynnowych [12], dały uzasadnione podstawy dokonania reinterpretacji szczegółowego zdjęcia grawimetrycznego, prowadzonej pod kątem rozpoznania stropu westfalu. Badaniami objęto północną część CRW, dla której w wyniku badań geologicznych sporządzona została przez Z.R. Szydłów [12] mapa rozprzestrzenienia utworów dolnojurajskich.

2. KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA ANOMALII SIŁY CIĘŻKOŚCI BADANEGO OBSZARU

Anomalie siły ciężkości w obszarze CRW LZW zdominowane są przez pole regionalne. Bezpośrednie sąsiedztwo regionalnego gradientu siły ciężkości przecinającego rów lubelski, skutecznie maskującego anomalie o charakterze lokalnym [4], stwarza konieczność zastosowania transformacji anomalnego pola siły ciężkości. Celem tych transformacji jest uwypuklenie pola o charakterze lokalnym, które - jak wykazały wcześniejsze badania [6] - związane są z budową pokrywy osadowej. Dotychczasowe prace wykazały celowość zastosowania do interpretacji metod wyższych pochodnych siły ciężkości wyznaczonych na podstawie wzoru Elkinsa I [3]:

$$\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = \frac{1}{62\, s^2}\left(44\, g_o + 4 \sum_{i=1}^{4} g_{(s)} - 3 \sum_{i=1}^{4} g_{(s\sqrt{2})} - 6 \sum_{i=1}^{8} g_{(s\sqrt{5})}\right)$$

gdzie:

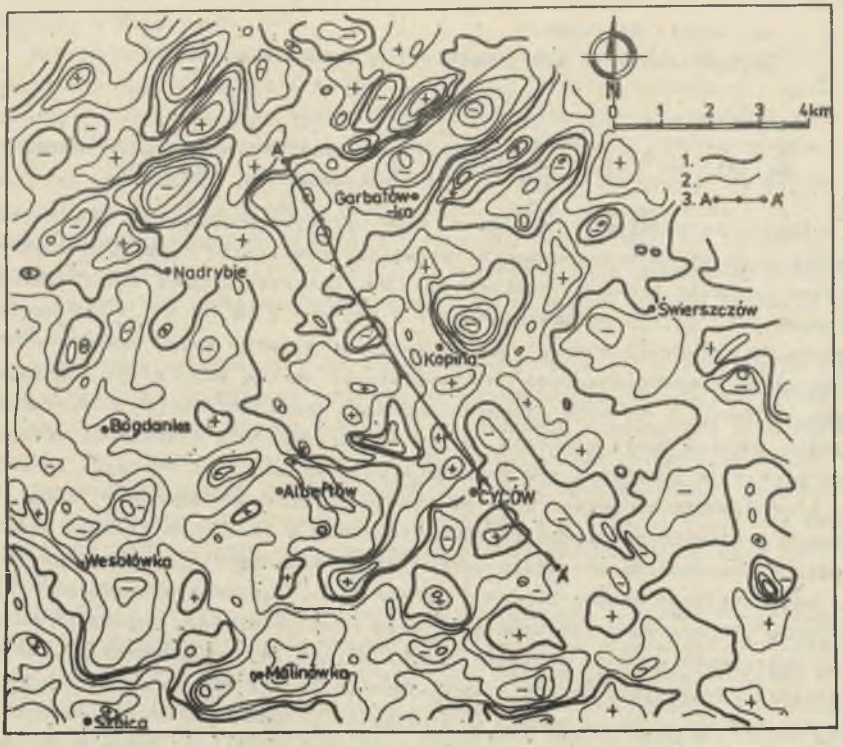
s - bok siatki diagramu,

g_o - wartość anomalii siły ciężkości w środku diagramu.

$\sum_{i=1}^{4} g_{(s)}$, $\sum_{i=1}^{4} g_{(s\sqrt{2})}$, $\sum_{i=1}^{8} g_{(s\sqrt{5})}$ - sumy wartości anomalii na okręgach o promieniach s, $s\sqrt{2}$, $s\sqrt{5}$.

Wykonane na podstawie tego wzoru mapy wyższych pochodnych, obliczone dla różnych parametrów transformacji, pozwoliły stwierdzić korelację między obrazem anomalii a budową geologiczną CRW. W szczególności transformacje wykonane przy dużych parametrach (s = 3 km, s = 2 km, s = 1,5 km) zawierają informacje dotyczące budowy podłoża karbonu, a także spągu westfalu. Analizując układ transformowanego pola anomalnego na tle mapy spągu westfalu [6], można stwierdzić, iż osie ujemnych anomalii grawimetrycznych odpowiadają strefom obniżeń spągu westfalu, a tym samym wzrostowi miąższości utworów tego piętra. W związku z tym w postaci ujemnej anomalii wyraźnie zaznacza się niecka Bogdanki ograniczona od strony południowo-zachodniej strefą wybitnego gradientu poziomego pokrywającego się z zasięgiem utworów westfalu i północno-wschodnim skrzydłem wyniesienia Kocka-Łęcznej. Oś ujemnej anomalii wyznaczającej nieckę Bogdanki wzdłuż linii łączącej miejscowości Szpica-Cyców zmienia swój kierunek na prawie równoleżnikowy, sugerując możliwość występowania nieco płytszej niecki w rejonie miejscowości Malinówka-Biesiadki. Wymieniona strefa, zwana umownie strefą Szpica-Cyców, zaznacza się również wyraźnie na mapach o mniejszych parametrach transformacji, których analiza stanowi główny przedmiot dalszych rozważań. Ponadto na uwagę zasługuje również strefa ujemnych anomalii w rejonie Garbatówki, która w tym wypadku koreluje się z nieznacznym obniżeniem spągu westfalu w tym rejonie. Bardzo charakterystycznym elementem anomalii, obok dwuwymiarowej ujemnej anomalii Bogdanki, jest dodatnia trójwymiarowa anomalia Kopiny dobrze korelująca się z podniesieniem spągu westfalu w tym rejonie, a także występowaniem dodatniej anomalii magnetycznej związanej, jak wykazały wcześniejsze badania [6], z niejednorodnościami podłoża krystalicznego.

Znacznie trudniejszy do objaśnienia stał się obraz rozkładu pola transformowanego obliczonego przy małych parametrach transformacji. Przykładem tego może być mapa drugich pochodnych siły ciężkości wyznaczona wzorem Elkinsa I dla s = 0,5 km (rys. 1). Obok wspomnianych wyżej anomalii, które tutaj posiadają znacznie bardziej skomplikowany układ, pojawia się cały szereg anomalii o charakterze lokalnym, których przyczyn zgodnie z teorią należy szukać płycej. Różnice w charakterze anomalii są dobrze widoczne wzdłuż profilu interpretacyjnego A-A, który między innymi przecina dodatnią anomalię Kopiny, odpowiadającą tzw. podniesieniu Kopiny nazwanego dalej blokiem Kopiny.



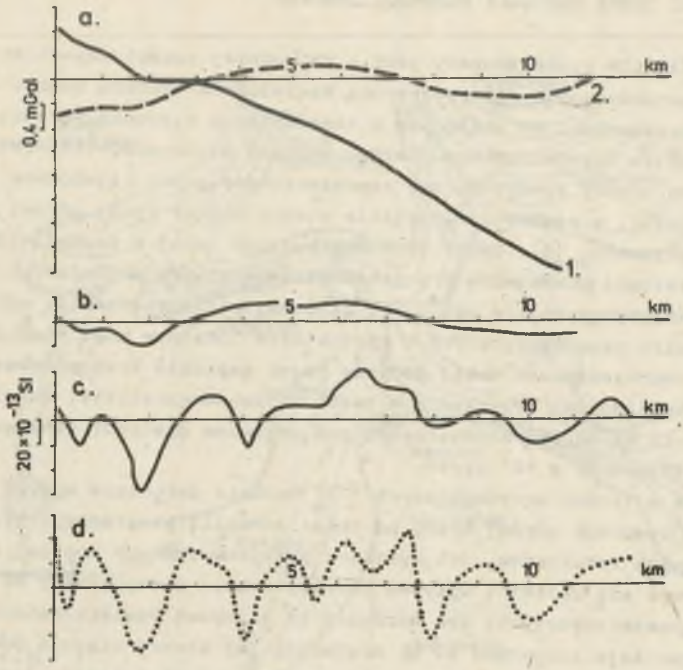
Rys. 1. Mapa anomalii drugich pochodnych siły ciężkości $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ obliczona wzorem Elkinsa I dla s = 0,5 km

1 - izolinia 0, 2 - izolinie co 20 x 10^{-13} SI, 3 - profil interpretacyjny

Fig. 1. Map of anomalies of second derivatives of gravity calculated according to Elkins I formula for s = 0,5 km

1 - isoline 0, 2 - isolines every 20 x 10^{-13} SI, 3 - interpretation profile

Na rys. 2 zestawione zostały wzdłuż profilu A-A' krzywa Δg (rys. 2a, krzywa 1) oraz krzywe obrazujące drugie pochodne siły ciężkości $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = W_{zzz}$, będące zarazem trzecimi pochodnymi potencjału wyznaczone wzorem Elkinsa dla s = 1 km (rys. 2b), s = 0,5 km (rys. 2c) oraz wzorem Rosenbacha dla s = 1 km (rys. 2d). Zestawienie krzywych obrazuje znaczący wpływ parametru transformacji na ich kształt (rys. 2b, 2c), a także zwraca uwagę na rodzaj stosowanego wzoru. W tym wypadku zastosowanie wzoru Rosenbacha znacznie urozmaica obraz anomalii. Na tle krzywych obrazujących zmiany wyższych pochodnych wzdłuż profilu anomalia siły ciężkości Δg posiada stosunkowo mało zaburzony charakter. Przejawia się w niej jedynie bardzo silny wpływ regio-



Rys. 2. Zestawienie krzywych anomalii grawimetrycznych wzdłuż profilu A-A'
a) anomalie siły ciężkości Δg, 1 - krzywa obserwowanych anomalii Δg, 2 - teoretycznie obliczony sumaryczny efekt Δg dla modelu (rys. 5d) uzyskanego w wyniku interpretacji ilościowej, b), c) krzywe drugich pochodnych siły ciężkości wyznaczonych wzorem Elkinsa I dla s = 1 km (b) i s = 0,5 km(c), d) krzywa drugich pochodnych siły ciężkości wyznaczonych wzorem Rosenbacha I dla s = 1 km

Fig. 2. The set of gravity anomaly curves in profile A-A'
a) anomalies of gravity Δg, 1 - curve of observed anomalies, 2 - theoretical, computed total effect Δg for the model from Fig. 5c, obtained in quantitative interpretation, b), c) curves of second derivatives of gravity calculated according to Elkins I formula for s = 1 km (b), s = 0,5 km (c), d) curve of second derivatives of gravity calculated according to Rosenbach's formula for s = 1 km

nalizmu, którego przyczyny tkwią najprawdopodobniej w budowie warstwy granitowej tego rejonu [7].

Przy analizie obrazu anomalii wyższych pochodnych (rys. 1) zwracają uwagę ciągi ujemnych anomalii pojawiające się m.in. w rejonie Garbatówki, Albertowa oraz w części północno-zachodniej na północ od miejscowości Nadrybie. Równocześnie w obrębie dodatniej anomalii Kopiny pojawia się szereg ujemnych anomalii o bardziej ograniczonym zasięgu. Geofizyczno-geologiczna interpretacja tego typu anomalii okazała się bardzo trudna. Identyfikacja omawianych anomalii stała się możliwa po szczegółowym rozpoznaniu geologicznym kenozoiku, pokrywy mezozoicznej oraz powierzchni stropowej westfalu.

3. KRÓTKI ZARYS GEOLOGII BADANEGO OBSZARU

Obszar CRW LZW zlokalizowany jest w zachodniej części zapadliska włodawskiego i charakteryzuje się zwiększoną miąższością utworów mezozoicznych a także paleozoicznych, co wiąże się z zapadaniem w kierunku południowo-zachodnim podłoża krystalicznego. Bardzo znaczne miąższości (550-600 m) przypadają tu na utwory kredy. Są one reprezentowane przez najmłodsze osady kredy dolnej (alb), a następnie wszystkie utwory pięter kredy górnej (od cenomanu do mastrychtu) [8]. Osady albu występujące tutaj w postaci cienkiej (2-4 m) warstewki piaskowców i piasków glaukonitowych z fosforytami w badaniach grawimetrycznych nie odgrywają istotnej roli. Ewentualny wpływ na układ anomalii grawimetrycznych o charakterze lokalnym mogą mieć osady kredy górnej reprezentowane tutaj głównie przez wapienie kredopodobne, kredę piszącą z konkrecjami krzemienia a także wapienie margliste, margle i opoki. Utwory te są bardzo zróżnicowane pod względem gęstości wahającej się w granicach (1,6-2,0) x 10^3 kg/m^3.

Dokonane w latach wcześniejszych [13] badania dotyczące wpływu rozkładu gęstości w utworach górnej kredy na obraz anomalii grawimetrycznych nie dały pozytywnych rezultatów. Jak wynika z przeprowadzonych poniżej obliczeń, należy liczyć się raczej z wpływem ukształtowania stropu kredy na układ anomalii grawimetrycznych, tym bardziej iż stropowa powierzchnia kredy posiada deniwelacje sięgające 60 m. Miejscami jej utwory sięgają powierzchni ziemi, miejscami obniżają się i są przykryte osadami trzecio- i czwartorzędowymi charakteryzującymi się większą gęstością. Osady kenozoiczne to gliny, iły, piaski drobnoziarniste, torfy oraz żwiry o gęstości wahającej się w granicach (1,8-2,0) x 10^3 kg/m^3. Jak wykazują dane geologiczne, w obniżeniach stropowej powierzchni kredy gęstość utworów czwarto- i trzeciorzędowych może się zmniejszać stając się porównywalna z gęstością utworów kredowych. Spąg kredy jest prawie poziomy, w związku z tym występujące niżej o podwyższonej gęstości utwory jury górnej i środkowej (2,2 x 10^3 kg/m^3) posiadają znikomy wpływ na charakter pola grawimetrycznego. Miąższość jury wynosi średnio ok. 100 m, wahając się od 90 do 120 m a nawet 150 m w miejscach obniżeń powierzchni stropowej karbonu. Utwory jury to głównie osady różnych ogniw górnej i środkowej jury, które bezpośrednio przykrywają skały karbońskie [9]. Osady jury górnej to w stropie wapienie pelitowe i oolitowe, niżej zaś detrytyczne z cienką warstewką facji piaszczysto-dolomitycznej. Utwory jury środkowej natomiast to osady piaszczyste, piaszczysto-węglanowe i węglanowe [2].

Występowanie najstarszych ogniw jury w badanym obszarze zostało zasygnalizowane przez Z.R. Szydłów [11]. Słabo zwięzłe utwory dolnojurajskie występowałyby [12] w obniżonych i zdyslokowanych strefach powierzchni karbońskiej. Strefy te o charakterze rynien występują między wyniesionymi blokami karbońskimi i wypełnione są słabozwięzłymi terrygenicznymi osadami piasz-

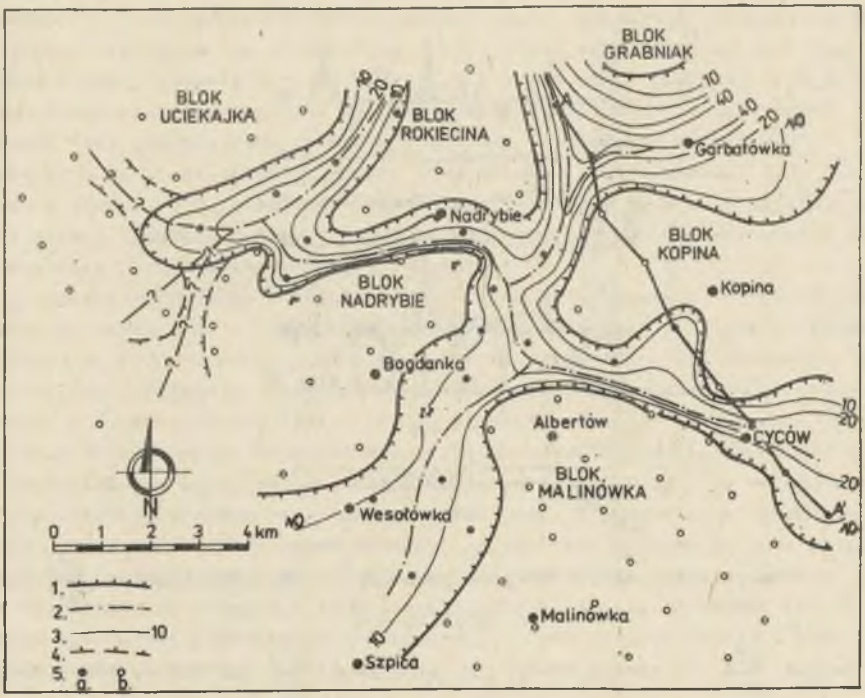


Fig. 3. Mapa zasięgu i miąższości utworów jury dolnej

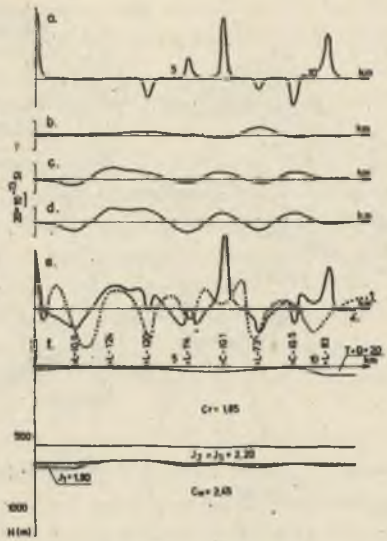
1 - zasięg występowania utworów jury dolnej, 2 - osie rynien, 3 - izolinie miąższości w metrach, 4 - przypuszczalny zasięg występowania utworów jury dolnej J_1, 5 - wiercenia: a) obecność utworów J_1, b) brak utworów J_1

Fig. 3. Map of range and thickness of the Lower Jurassic deposits

1 - range of the Lower Jurassic deposits, 2 - furrow axes, 3 - isolines of thickness (in meters), 4 - probable range of the Lower Jurassic deposits J_1, 5 - drillings a) J_1 deposits present, b) J_1 deposits missing

czysto-ilastymi silnie zawodnionymi. Charakterystyczne dla nich wysokie ciśnienie hydrostatyczne stanowi poważne zagrożenie kurzawkowe.

Układ wyniesionych bloków karbońskich wraz z rozprzestrzenieniem obniżeń rynnowych przedstawiony został w postaci mapy na rys. 3. Zawiera ona informacje dotyczące zasięgu i miąższości utworów jury dolnej uzyskane na podstawie analizy danych z licznych w tym rejonie wierceń. Przedstawiona mapa obejmuje pola górnicze K_1 i K_2, a także w części wschodniej blok Kopiny. Bloki oddzielone są od siebie strefami obniżonymi wypełnionymi rozluźnionym materiałem, charakteryzującym się znacznie obniżoną gęstością wahającą się w granicach (1,9-2,1) x 10^3 kg/m^3. Gęstość utworów wyżej leżącej jury środkowej i górnej w zależności od udziału facji piaszczystej zawiera się w granicach (2,1-2,3) x 10^3 kg/m^3.



Rys. 4. Dwuwymiarowe efekty drugich pochodnych siły przyciągania $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ wzdłuż profilu A-A'

a) krzywa $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ od stropu kredy Cr, b) krzywa $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ od stropu jury (J_2+J_3), c) krzywa $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ odpowiadająca utworom jury J_1, d) krzywa $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ od stropu westfalu Cw, e) 1 - krzywa $\frac{\partial^2}{\partial z^2}$ wyznaczona wzorem Rosenbacha I, 2 - sumaryczny efekt grawitacyjny $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ obliczony dla założonego modelu gęstościowego (rys. 5f), f) model gęstościowo-głębokościowy wyznaczony na podstawie danych z wierceń (σ w jednostkach x 10^3 kg/m^3)

Fig. 4. Two-dimensional effects of second derivatives of graviry $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ in the profile A-A'

a) curve of $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ corresponding to Cretaceous roof Cr, b) curve of $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ corresponding to Jurassic roof (J_2+J_3), c) curve of $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ corresponding to Jurassic deposits J_1, d) curve of $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ corresponding to Westfalian roof Cw, e) 1 - curve of $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ calculated according to Rosenbach's I formula, 2 - total gravitational effect $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ calculated for the assumed density model (Fig. 4f), f) depth-density model calculated from the borehole data (bulk density x 10^3 kg/m^3)

Utwory jury przykrywają kompleks karboński reprezentowany tutaj przez utwory westfalu. Są to głównie mułowce i iłowce z przewarstwieniami piaskowców i licznymi pokładami węgla kamiennego. Powierzchnia stropowa westfalu jest urozmaicona, na co wskazują wyniki badań sejsmicznych, dane geologiczne a także badania grawimetryczne. W świetle badań geologicznych deniwelacje stropowej powierzchni westfalu sięgają kilkudziesięciu metrów. Gęstość jego utworów zawiera się w granicach (2,39-2,50) x 10^3 kg/m^3. Z uwagi na kontrast gęstości między utworami westfalu a osadami jury środkowej i górnej, a w szczególności ze słabo zwięzłymi utworami, wypełniającymi strefy obniżone należy się spodziewać odzwierciedlenia morfologii stropu westfalu w rozkładzie anomalii lokalnych.

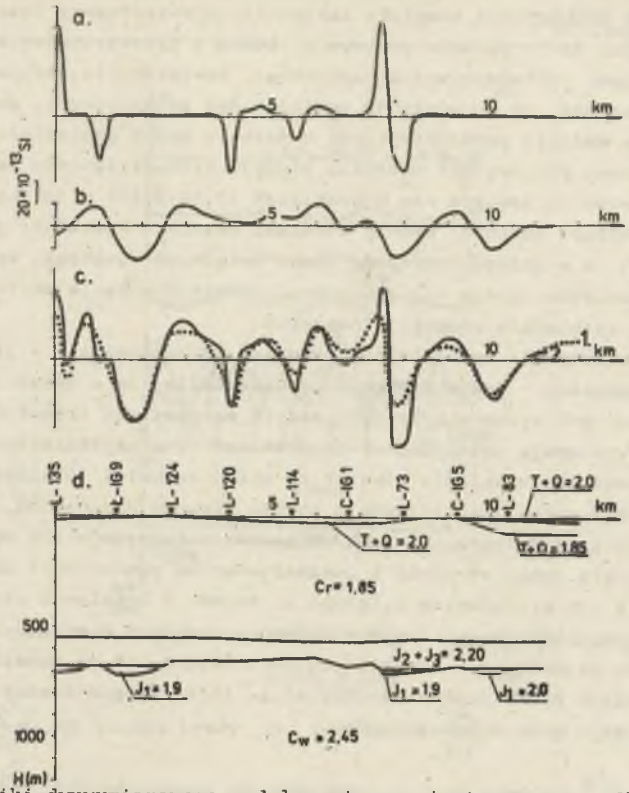
Spągowa powierzchnia westfalu jest również zróżnicowana i - jak to już wcześniej wspomniano - jej morfologia odzwierciedla się w układzie anomalii wyższych pochodnych wyznaczonych przy dużych parametrach transformacji. Niżej westfalu występują osady piętra namurskiego oraz najstarszego ogniwa karbonu - wizenu. Niewątpliwie również na układ anomalii lokalnych w tym obszarze wywiera wpływ ukształtowanie stropu utworów dewońskich, które tutaj wykształcone są w facji old-redu. W zasadzie obserwuje się zgodność między morfologią spągu westfalu i ukształtowaniem powierzchni dewońskiej. Niewątpliwie z ich przebiegiem związane są anomalie lokalne o większym rozprzestrzenieniu, które umownie można nazwać anomaliami I rzędu. Są to - jak już wspomniano na wstępie - anomalie uwidaczniające się na mapach transformowanych o dużych parametrach transformacji, lokalizujące między innymi nieckę Bogdanki i podniesienie Kopiny.

4. ILOŚCIOWA INTERPRETACJA ANOMALII GRAWIMETRYCZNYCH

Celem identyfikacji przyczyn anomalii o charakterze lokalnym przeprowadzono ilościową analizę efektów grawitacyjnych wyrażonych poprzez drugie pochodne siły ciężkości. Na rys. 4 zestawione zostały wzdłuż profilu A-A efekty grawitacyjne związane z ukształtowaniem kolejno występujących po sobie granic stratygraficznych przyjętych równocześnie za granice rozdziału gęstości.

Obliczeń dokonano wykorzystując program DGUZ [1] przy użyciu EMC ODRA 1305. Program ten umożliwia wyznaczenie dwuwymiarowego efektu grawitacyjnego Δg, odpowiadającego anomaliom siły ciężkości, jak i obliczanie efektów wyrażonych poprzez drugie pochodne siły ciężkości, stanowiące odpowiednik wielkości wyznaczanych metodą numeryczną, np. wg wzoru Elkinsa.

Na rys. 4 zestawiono wyniki obliczeń dokonanych dla modelu (rys. 4f) skonstruowanego jedynie na podstawie danych geologicznych (wierceń). Krzywe (rys. 4a, 4b, 4d) odzwierciedlają efekty związane z morfologią stropu kredy, stropu jury oraz stropu westfalu. Natomiast krzywa na rys. 4c odpowiada efektowi, którego przyczyną są utwory wypełniające obniżenia powierzchni



Rys. 5. Wyniki dwuwymiarowego modelowania grawimetrycznego wzdłuż profilu A-A'

a) krzywa $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ od stropu kredy Cr, b) krzywa $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ od stropu westfalu Cw, c) 1 - krzywa $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ wyznaczona wzorem Rosenbacha I, 2 - sumaryczny efekt grawitacyjny $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ obliczony dla wyinterpretowanego modelu gęstościowo-głębokościowego (rys. 5d), d) model gęstościowo-głębokościowy uzyskany w wyniku modelowania grawimetrycznego (σ w jednostkach x 10^3 kg/m^3)

Fig. 5. The results of two-dimensional gravitational modelling in profile A-A'

a) curve of $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ corresponding to Cretaceous roof Cr, b) curve of $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ corresponding to Westfalian roof Cw, c) 1 - curve of $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ calculated according to Rosenbach's formula I, 2 - total gravitational effect $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ calculated for the interpreted depth-density model (Fig. 5d), d) depth-density model obtained from gravitational modelling (bulk density x 10^3 kg/m^3)

westfalu. Na uwagę zasługuje tutaj silny efekt związany z ukształtowaniem stropu kredy, którego charakter i amplituda odbiegają od efektów związanych z niżej leżącymi granicami. Odmienność ta spowodowana jest płytkim występowaniem utworów kredowych, których morfologia, zgodnie z teorią, najsilniej wyraża się w obrazie drugich pochodnych siły ciężkości. Rys. 4e przedstawia sumaryczny efekt grawitacyjny (krzywa 2), wyznaczony do stropu westfalu w zestawieniu z obliczonymi wzdłuż profilu na podstawie pomiarowych danych grawimetrycznych przy użyciu wzoru Rosenbacha drugimi pochodnymi siły ciężkości. Obserwuje się tutaj dość znaczne rozbieżności wskazujące na nieadekwatność modelu geologicznego w stosunku do informacji uzyskanych z danych grawimetrycznych. Zastosowany tutaj wzór Rosenbacha I [10]:

$$\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = \frac{1}{24\ s^2}\left(96 g_0 - 18 \sum_{i=1}^{4} g_{(s)} - 8 \sum_{i=1}^{4} g_{(s\sqrt{2})} + \sum_{i=1}^{8} g_{(s\sqrt{5})}\right)$$

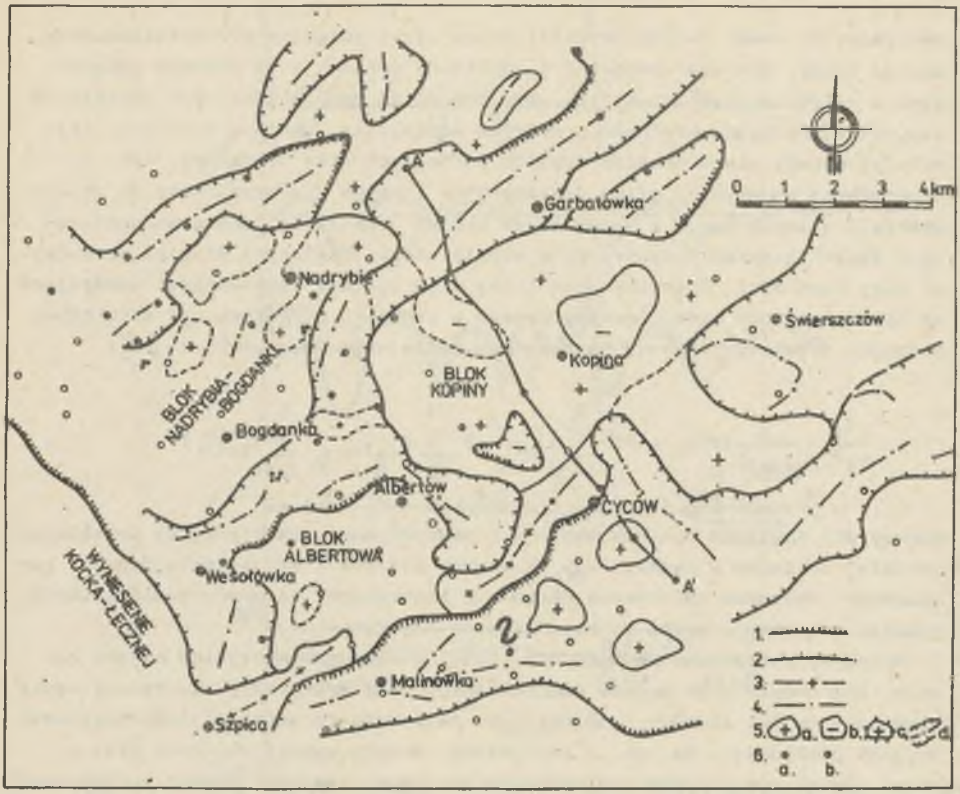
podany dla diagramu Elkinsa zgodnie z przesłankami teoretycznymi pozwala na bardziej dokładne w zestawieniu ze wzorem Elkinsa I wyznaczenie drugich pochodnych. Wykonane obliczenia dotyczące konkretnych warunków geologicznych (obszar CRW LZW) w pełni potwierdziły tę hipotezę.

Następnym etapem badań było tzw. modelowanie grawimetryczne mające na celu taką modyfikację modelu geologicznego, aby wyznaczony sumaryczny efekt grawitacyjny był zbieżny z obliczonymi na podstawie anomalii siły ciężkości drugimi pochodnymi. Na rys. 5 zestawione zostały wyniki obliczeń wraz z nieco zmienionym modelem geologicznym, który w zasadzie jedynie w okolicach wiercenia L-114 nie zgadza się z danymi z wierceń odnośnie do spągowej części jury. Pewne różnice dotyczą również wiercenia L-83, gdzie utworom czwarto- i trzeciorzędowym przypisano zmniejszoną gęstość.

Biorąc pod uwagę wyniki modelowań grawimetrycznych oraz mapę wyższych pochodnych (rys. 1) zestawiono szkic charakterystycznych elementów anomalii, będący zarazem odzwierciedleniem morfologii stropu westfalu (rys. 6). Obszary dodatnich anomalii odpowiadają wyniesionym blokom karbońskim. Strefy ujemnych anomalii podkreślone poprzez osie ujemnych anomalii odpowiadałyby rynnowym obniżeniom. Wyniki interpretacji grawimetrycznej w znacznej mierze pokrywają się z wynikami wierceń, jakkolwiek kontury poszczególnych bloków w zestawieniu z układem przedstawionym na rys. 2 wykazują różnice.

Zasadnicze zmiany dotyczą południowej części obszaru, gdzie wydzielony na podstawie danych grawimetrycznych blok Albertowa jest najprawdopodobniej obcięty od północy i południa uskokami (strefa Szpica-Cyców). Nieco inaczej również przedstawiają się granice bloków Nadrybia i Kopiny, w obrębie których strop westfalu może wykazywać deniwelacje.

Największe niezgodności występują w południowej części obszaru w rejonie miejscowości Malinówka. Wyznaczany w tym rejonie na podstawie danych



Rys. 6. Wyniki jakościowej interpretacji anomalii wyższych pochodnych siły ciężkości

1 - strefy podwyższonych gradientów poziomych $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ mogące odpowiadać dyslokacjom, 2 - linie ograniczające obszary występowania dodatnich anomalii, 3 - osie dodatnich anomalii, 4 - osie ujemnych anomalii, 5 - obszary występowania: a) dodatnich anomalii o charakterze lokalnym, b) ujemnych anomalii o charakterze lokalnym, c) obszary występowania bloków karbońskich wg danych grawimetrycznych, d) strefy rynnowych obniżeń stropu westfalu wg danych grawimetrycznych, 6 - a) wiercenia stwierdzające obecność jury dolnej, b) wiercenia, w których nie stwierdzono osadów jury dolnej

Fig. 6. The results of qualitative interpretation of higher derivatives of gravity

1 - zones of increased horizontal gradients $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ (fault-zones), 2 - lines limiting the regions of positive anomalies occurence, 3 - axes of positive anomalies, 4 - axes of negative anomalies, 5 - regions of occurence of: a) local positive anomalies, b) local negative anomalies, c) Carboniferous flocks according to gravimetric data, d) zones of furrow depressions of the Westfalian roof according to gravimetric data, 6 - a) drillings with the Lower Jurassic deposits present, b) drillings without Lower Jurassic deposits

geologicznych w takiej postaci blok Malinówka nie ma swego odzwierciedlenia w obrazie anomalii grawimetrycznych.

Reasumując wyniki modelowań grawimetrycznych, można stwierdzić, iż został w zasadzie udowodniony wpływ morfologii stropu westfalu na obraz anomalii grawimetrycznych. Anomalie te, którym umownie można przypisać rangę anomalii lokalnych II rzędu, objawiają się w postaci lokalnych zaburzeń na mapach anomalii wyższych pochodnych, wyznaczonych dla małych parametrów transformacji (s = 1,5 km, s = 1 km, s = 0,5 km). Stąd istnieje możliwość wykorzystania szczegółowych badań grawimetrycznych do rozpoznania morfologii stropu karbonu, a w szczególności jego rynnowych deniwelacji.

ZAKOŃCZENIE

Przedstawiona metodyka interpretacji stanowi pierwszy etap badań nad możliwością wykorzystania metody grawimetrycznej do lokalizacji rynnowych obniżeń stropu westfalu. Biorąc pod uwagę pozytywne wyniki tego etapu, wydaje się celowe rozwijanie badań w tym zakresie. W dalszym etapie badań konieczne jest zastosowanie trójwymiarowego modelowania, które pozwoli na bardziej precyzyjne określenie morfologii stropu westfalu. Wydaje się, iż w perspektywie metoda grawimetryczna może stanowić w tym obszarze znaczącą pomoc w badaniach nad lokalizacją rynnowych obniżeń w stropie westfalu, będących potencjalnym źródłem zagrożeń wodnych.

LITERATURA

[1] Bojdys G.: Algorytm i program DGUZ. Archiwum MIG AGH, Kraków 1984.

[2] Depowski S. et al.: Ropo- i gazonośność obszaru lubelskiego na tle budowy geologicznej. Prace Geostrukturalne PIG. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1969.

[3] Elkins T.A.: The second derivative method of gravity interpretation. Geophysics vol. 16, No 1, 1951.

[4] Grabowska T.: Korelacja anomalii grawimetrycznych i magnetycznych z budową geologiczną centralnej części obszaru lubelskiego. Zeszyty Naukowe AGH, Geologia z. 26, Kraków 1978.

[5] Grabowska T., Małoszewski S.: Wyniki szczegółowych badań grawimetrycznych w obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Materiały I Krajowej Konferencji Naukowo-Technicznej pn.: Zastosowanie metod geofizycznych w górnictwie kopalin stałych, Jaworze, Wyd. AGH, Kraków 1985.

[6] Grabowska T., Małoszewski S., Ney R., Raczyńska M.: Szczegółowe badania grawimetryczne i magnetyczne w obszarze Centralnego Rejonu Węglowego Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Materiały II Konferencji z cyklu: Zagadnienia Surowców Energetycznych w Gospodarce Krajowej, Kraków 1981.

[7] Grabowska T., Perchuć E.: Gravity-seismic model of the Earth's crust in southeastern Poland. Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc., A-16 (175), 1985.

[8] Krassowska A.: Charakterystyka osadów kredy na obszarze LZW. Kwartalnik Geologiczny nr 4, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1981.

[9] Niemczycka T.: Jurajska pokrywa LZW. Kwartalnik Geologiczny nr 4, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1981.

[10] Rosenbach O.: A contribution to the computation of the second derivative from gravity data, Geophysics vol. 18, No 4, 1953.

[11] Szydeł R., Szydeł Z.: Profil utworów liasu na obszarze LZW. Przegląd Geologiczny nr 11, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1981.

[12] Szydeł R., Szydeł Z.: Tektoniczne założenia rynien dolnojurajskich i ich rozprzestrzenienie w północnej części CRW LZW, Przegląd Geologiczny nr 6, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1984.

[13] Sprawozdania MIG AGH opr. pod kierunkiem T. Grabowskiej i S. Małoszewskiego: Kompleksowe badania utworów karbonu oraz jego podłoża w obszarze LZW (badania grawimetryczne i magnetyczne). Archiwa MIG AGH - Kraków, GBSiPG - Katowice, 1980, 1981.

[14] Sprawozdanie PBG opr. przez T. Kleszcz, M. Ornat, L. Welsz, J. Szostak: Dokumentacja szczegółowych badań grawimetrycznych i magnetycznych. Temat: Lubelskie Zagłębie Węglowe. Archiwa AGH - Kraków, PBG - Warszawa, GBSiPG - Katowice, 1977-1978.

Recenzent: doc. dr hab. inż. Antoni Goszcz

Wpłynęło do redakcji w kwietniu 1988 r.

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕТАЛЬНОЙ ГРАВИМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ ДЛЯ ЛОКАЛИЗИРОВАНИЯ КАНАВОК В КРОВЛЕ КАРБОНСКОГО КОМПЛЕКСА В ПРЕДЕЛАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО УГОЛЬНОГО РАЙОНА ЛЮБЛИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА (ЛУБ)

Р е з ю м е

В статье представлены результаты применения детальной гравиметрической съемки для локализирования канавок в кровле вестфальских отложений. Эти места заполненные дробленным, водонасыщенным материалом представляют опасные плывуны. Отложения, которые собой заполняют канавки характеризуются пониженной плотностью и являются источниками локальных аномалий. Для локализирования канавок и смежных с ними вынесеных карбонских блоков была снова проведена нитерпретация детальной гравиметрической съемки выполненой в районе ЛУБ в 1977-78 годах.

При проведении геофизико-геологической интерпретации особое внимание было уделено картам трансформированного аномального гравитационного поля проводя их геофизико-геологическую интерпретацию. Была выполнена также количественная интерпретация вдоль профиля. Проведенные исследования учитывающие в широких пределах геологические данные позволили сделать распространения канавок и вынесеных блоков карбона. Данная работа была выполнена по теме 01 Ведомственной Проблемы: Горное Благоустроение ЛУБ.

THE APPLICATION OF THE DETAILED GRAVITY SURVEYS INTO LOCATION OF FURROWS IN THE CARBONIFEROUS ROOF OF THE LUBLIN COAL BASIN

S u m m a r y

In the paper the results of the detailed gravity surveys applied into location of furrows in the Westfalian roof surface are presented. The furrows are filled with disintegrated and water-saturated material and thus make the danger of quicksands. The filling material has decreased bulk density and is the source of local gravity anomalies. In order to locate the furrows and the neighbouring uplifted Carboniferous blocks, the reinterpretation of the data from the detailed gravity surveys carried out in the Lublin Coal Basin in 1977 and 1978 has been made.

Special attention was paid to the transformed maps of gravity anomalies in the process of geophysical and geological interpretation of the anomalies. Quantitative interpretation of gravity anomalies has been done. Basing on the gravimetric and geological data, an outline of the furrows and uplifted Carboniferous blocks range was constructed.

This work has been a part of the Department Problem No 01 "Mining development of the Lublin Coal Basin".