

MOŻLIWOŚCI ROZPOZNANIA PODŁOŻA PODPERMSKIEGO PÓLNO-CNO-ZACHODNIEJ POLSKI METODĄ STRIPPINGU

UKD 550.831.01metoda strippingu(049.3):550.234.001.6/8''.../551.735:553.98.041(438-16)

Plonem jednej z licznych podróży zagranicznych znanego polskiego profesora geologii było stwierdzenie, że na świecie jest stosowana (nieznana przez polskich geofizyków) metoda strippingu, której wprowadzenie mogłoby w sposób radykalny ułatwić rozpoznanie podłoża podpermskiego w Polsce, z czym nie mogą sobie poradzić metody sejsmiczne.

Inny, nie mniej popularny profesor geologii, znany z rozmachu w planowaniu zespołowych i kompleksowych opracowań geologicznych, podchwycił tę ideę i zaproponował, aby w Polsce zastosowano metodę strippingu do eliminacji efektów grawitacyjnych utworów permskich, mezozoicznych i kenozoicznych całego europejskiego basenu permskiego. Rozpoznanie dostępnych materiałów, jak też i możliwości wykonawczych wykazało, że taka impreza jest nierealna. Ograniczono zatem jej zakres do obszaru Polski z przedstawieniem wyników na mapach w skali 1:200 000, a i gdy to okazało się również niemożliwe porzeczano na regionie NW Polski, ograniczonym od S równoleżnikiem 52° a od E południkiem 19° i przedstawieniu wyników w skali 1:500 000. Realizacji tego przedsięwzięcia podjął się Instytut Geologiczny przy pomocy Przedsiębiorstwa Badań Geofizycznych.

ISTOTA METODY STRIPPINGU I HISTORIA JEJ NAZWY

S. Hammer (3) zaproponował w 1963 r. nową (jego zdaniem), metodę opracowania danych grawimetrycznych, którą nazwał strippingiem. Metoda ta polega na obliczaniu efektów grawitacyjnych nadkładu o znanej budowie geologicznej i rozkładzie gęstości i odjęciu ich od zaobserwowanych wartości anomalii siły ciężkości. W wyniku tej operacji „zdejmuje się” (strip off) wpływ nadkładu i „odkrywa” (uncover) efekty podłoża.

Hammerowi przypada jedynie zasługa nadania nazwy metody, która była znana i stosowana już przedtem tak w Polsce, jak i gdzie indziej. Dowodem na to jest chociażby publikacja referatu, wygłoszonego przez autora w maju 1960 r. (1), gdzie przedstawiono wyniki strippingu efektów grawitacyjnych utworów kredowych i wnioski dotyczące budowy jej podłoża wzdłuż profilów Środa – Strzelno, Skwierzyna – Tuczno i Chojnice – Kartuzy. Tak więc nie jest to metoda ani nowa, ani też nie znana w Polsce. (N.b. od publikacji S. Hammera minęło już 20 lat).

OCENA MOŻLIWOŚCI WYDZIELENIA METODĄ STRIPPINGU ANOMALII ZWIĄZANYCH ZE STRUKTURAMI PODPERMSKIMI NW POLSKI

W 1982 r. Instytut Geologiczny podjął prace, których zadaniem jest przygotowanie materiałów wyjściowych dla

strippingu obszaru NW Polski, którego celem będzie wyeliminowanie efektów grawitacyjnych utworów pokarbońskich i ujawnienie anomalii siły ciężkości, związanych ze strukturami podpermskimi. Zespół pod kierunkiem C. Królikowskiego podjął się opracowania map rozkładu gęstości (w skali 1:500 000) poszczególnych ogniw stratygraficznych permu, mezozoiku i kenozoiku. Opracowanie to zostało ukończone w 1983 r. (8). Należy zaznaczyć, że przebieg izodens na dużych partiach tych map ma w znacznej mierze charakter hipotetyczny, ze względu na małą ilość i nierównomierne rozmieszczenie otworów wiertniczych, których rdzenie posłużyły do określenia gęstości przewierconych utworów (w kilku przypadkach jedno lub dwa takie wiercenia na cały arkusz mapy 1:200 000).

W 1983 r., pod kierunkiem S. Młynarskiego, rozpoczęto zestawienie map refleksyjnych horyzontów przewodnych, zaś geolodzy, specjalizujący się w badaniu poszczególnych ogniw stratygraficznych, przystąpili do sporządzania map strukturalnych lub miąższościowych, bądź miąższościowo-facjalnych tychże ogniw. Zamierzenia w tym zakresie przedstawił C. Królikowski w opracowanym przez siebie programie (4).

W programie tym dokonał on oceny dokładności anomalii, związanych z elementami budowy podłoża podpermskiego, które zostaną wydzielone w wyniku odjęcia efektów grawitacyjnych tego podłoża. Przyjmując za A. Grobelnym (2) błąd określenia wartości anomalii Bouguera równy $\pm 0,7$ mgal, wydzielenie pięciu kompleksów geologicznych, różniących się przeciętnie gęstością o $\pm 0,3$ g/cm³ i błąd określenia głębokości występowania kontaktów tych kompleksów równy ± 100 m, obliczył on, że dokładność wartości anomalii, związanych z elementami budowy podłoża permskiego ww. kompleksów powinna wynosić $\pm 2,9$ mgal.

Autor niniejszego artykułu obliczył z kolei efekt grawitacyjny struktur w kształcie bloków nieskończenie długich o pionowych ścianach i o parametrach, jakimi mogą się charakteryzować struktury podłoża podpermskiego NW Polski. Wykorzystano wzór na efekt grawitacyjny nieskończonego graniastosłupa prostokątnego podany przez I.W. Sorokina (5).

$$\Delta g = f\delta \left| \left| \int_{z_1}^{z_2} \int_{x_1}^{x_2} \left[x \ln(x^2 + z^2) 2z \arctg \frac{x}{z} \right] \right| \right|$$

gdzie: f – stała grawitacji; δ – kontrast gęstości między utworami budującymi blok (graniastosłup) i utworami go otaczającymi; $z_{1,2}$ i $x_{1,2}$ – współrzędne prostokątne narożników prostokąta, stanowiącego przekrój bloku. Głębokość występowania górnej powierzchni bloku $h = z_1$, wysokość bloku $m = z_2 - z_1$, zaś szerokość bloku $s = x_2 - x_1$.

EFEKT GRAWITACYJNY STRUKTUR W KSZTAŁCIE NIESKOŃCZENIE DŁUGICH BLOKÓW
O PIONOWYCH ŚCIANACH (W MILIGALACH)

δ g/cm ³	0,1				0,2				0,3				0,4			
s km	1,0	2,0	5,0	10,0	1,0	2,0	5,0	10,0	1,0	2,0	5,0	10,0	1,0	2,0	5,0	10,0
h km	0,5				0,5				0,5				0,5			
m/km	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	0,7	0,8	0,6	0,9	1,1	1,2	0,8	1,1	1,4	1,6
0,1	0,4	0,6	0,7	0,8	0,7	1,1	1,4	1,6	1,1	1,7	2,1	2,3	1,5	2,2	2,8	3,1
0,2	0,8	1,3	1,7	1,9	1,6	2,5	3,4	3,8	2,4	3,7	5,1	5,7	3,2	5,0	6,8	7,6
0,5	1,3	2,2	3,2	3,7	2,6	4,3	6,4	7,3	3,9	6,5	9,6	11,0	5,3	8,6	12,7	14,7
1,0	2,0	3,4	5,6	6,9	4,0	6,8	11,2	13,7	5,9	10,2	16,8	20,5	7,9	13,6	22,4	27,4
h km	1,0				1,0				1,0				1,0			
m/km	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,4	0,6	0,7	0,4	0,6	0,9	1,1	0,5	0,8	1,3	1,5
0,1	0,2	0,4	0,6	0,7	0,5	0,8	1,2	1,5	0,7	1,2	1,9	2,2	0,9	1,6	2,5	2,9
0,2	0,5	0,9	1,5	1,8	1,0	1,8	3,0	3,5	1,5	2,7	4,4	5,3	2,1	3,6	5,9	7,1
0,5	0,9	1,6	2,8	3,4	1,8	3,2	5,5	6,8	2,7	4,8	8,3	10,2	3,5	6,4	11,0	13,7
1,0	1,4	2,6	4,9	6,4	2,8	5,3	9,7	12,7	4,3	7,9	14,6	19,1	5,7	10,5	19,5	25,5
h km	2,0				2,0				2,0				2,0			
m/km	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,5	0,6	0,2	0,4	0,7	1,0	0,3	0,5	1,0	1,3
0,1	0,1	0,2	0,5	0,6	0,2	0,5	0,9	1,3	0,4	0,7	1,4	1,9	0,5	1,0	1,9	2,5
0,2	0,3	0,6	1,1	1,5	0,6	1,1	2,2	3,1	0,9	1,7	3,4	4,6	1,2	2,2	4,5	6,1
0,5	0,5	1,0	2,1	3,0	1,1	2,1	4,2	5,9	1,6	3,1	6,3	8,9	2,1	4,1	8,4	11,8
1,0	0,9	1,8	3,7	5,5	1,8	3,5	7,5	11,0	2,8	5,3	11,3	16,6	3,7	7,1	15,1	22,1
h km	5,0				5,0				5,0				5,0			
m/km	<0,1	<0,1	0,1	0,2	<0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,1	0,4	0,6	0,1	0,2	0,5	0,8
0,1	<0,1	0,1	0,2	0,4	<0,1	0,2	0,5	0,8	0,1	0,3	0,7	1,3	0,2	0,4	1,0	1,7
0,2	0,1	0,3	0,6	1,0	0,2	0,5	1,2	2,0	0,4	0,8	1,8	3,1	0,5	1,0	2,4	4,1
0,5	0,2	0,5	1,2	2,0	0,4	1,0	2,3	4,0	0,7	1,5	3,4	5,9	0,9	1,9	4,6	7,9
1,0	0,4	0,9	2,1	3,7	0,8	1,8	4,3	7,5	1,3	2,7	6,4	11,2	1,7	3,6	8,5	14,9
h km	8,5				8,5				8,5				8,5			
m/km	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	0,2	0,3	<0,1	<0,1	0,3	0,4	<0,1	<0,1	0,4	0,6
0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,3	<0,1	<0,1	0,3	0,6	<0,1	0,1	0,4	0,9	<0,1	0,1	0,6	1,2
0,2	0,1	0,1	0,4	0,7	0,2	0,3	0,8	1,4	0,2	0,4	1,2	2,1	0,3	0,5	1,6	2,7
0,5	0,2	0,3	0,7	1,4	0,3	0,5	1,4	2,7	0,5	0,8	2,1	4,1	0,6	1,1	2,8	5,5
1,0	0,3	0,5	1,4	2,6	0,6	1,1	2,7	5,2	0,9	1,6	4,1	7,7	1,2	2,1	5,5	10,3

Objaśnienia oznaczeń jak we wzorze.

Do obliczeń wykorzystano tablicę pomocniczą, opracowaną przez F.A. Vening Meinesza, podaną w zacytowanej pracy (5) I.W. Sorokina.

Z „Mapy tektonicznej cechsztyńsko-mezozoicznego kompleksu strukturalnego na Niziu Polskim”, opracowanej pod kierunkiem R. Dadleza (6), wynika, że głębokość występowania spągu tego kompleksu osiąga w NW Polsce 7000 m. Ponieważ na tym samym obszarze miąższość utworów czerwonego spągowca dochodzi do 1200 m (informacja ustna J. Pokorskiego) przyjęto, że struktury podpermskie mogą występować na głębokościach, sięgających 8500 m. W związku z tym obliczenia efektu grawitacyjnego przeprowadzono dla h równego 0,5; 1; 2; 5 i 8,5 km.

Lokalne struktury kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego mają szerokość nie przekraczającą na ogół 10 km. Można przypuszczać, że nie większą szerokość będą miały lokalne struktury podpermskie: dlatego też do obliczeń przyjęto s równe 1; 2; 5; 10 km.

Amplitudy tych struktur, jak to wynika z zacytowanej powyżej „mapy” (6) nie przekraczają na ogół 2000 m.

Być może i amplitudy struktur podpermskich nie są większe. Przyjęto zatem m równe 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2 km.

Podstawą wyboru wartości kontrastów gęstości δ były dane, zawarte w jednym z poprzednich opracowań autora, dotyczących części NW Polski (7). Z danych tych wynika, że wartości kontrastu gęstości między utworami cechsztyńskimi lub czerwonego spągowca a utworami ich podłoża (karbońskimi, dewońskimi albo sylurskimi) wahają się od 0,01 g/cm³ do 0,38 g/cm³. Upoważniło to autora do dokonania obliczeń dla δ równego 0,1; 0,2; 0,3 i 0,4 g/cm³.

Wartości Δg obliczono w punkcie, dla którego $x_1 = -x_2$, a więc w połowie szerokości bloku (w punkcie takim Δg osiąga wartość maksymalną). Wartości te, stanowiące miarę efektu grawitacyjnego, podano w tabeli, przy czym grubą linią łamaną oddzielono wartości większe i mniejsze od 2,9 mgal, a więc wyższe bądź niższe od oszacowanej przez C. Królikowskiego dokładności anomalii siły ciężkości, związanych ze strukturami podpermskimi.

Z przeglądu danych zawartych w tej tabeli wynika, co następuje:

1. Struktury podpermskie na głębokości 8,5 km przy

kontraście gęstości $0,1 \text{ g/cm}^3$ nie powinny dawać dostrzegalnych efektów grawitacyjnych. Przy kontraście $0,2 \text{ g/cm}^3$ efektów takich należy się spodziewać nad strukturami o szerokości powyżej 10 km i amplitudzie powyżej 2 km . Przy kontraście $0,3$ i $0,4 \text{ g/cm}^3$ dla wywołania takich efektów szerokość struktur powinna przekraczać 5 km , zaś amplituda 1 km .

2. Struktury na głębokości 5 km przy kontraście gęstości $0,1 \text{ g/cm}^3$ zaznaczałyby się w obrazie grawitacyjnym, o ile ich szerokość byłaby większa od 10 km , a amplituda od 2 km . Przy $\delta = 0,2 \text{ g/cm}^3$ parametry te wynoszą odpowiednio 5 km i 1 km , przy $\delta = 0,3 \text{ g/cm}^3$ 5 km i $0,5 \text{ km}$, zaś przy $\delta = 0,4 \text{ g/cm}^3$ 2 km i $0,5 \text{ km}$.

3. Struktury na głębokości 2 km przy $\delta = 0,1 \text{ g/cm}^3$ powodują obserwowalny efekt grawitacyjny, o ile $s > 5 \text{ km}$ a $m > 1 \text{ km}$. Przy $\delta = 0,2 \text{ g/cm}^3$ parametry te wynoszą odpowiednio 2 km i $0,5 \text{ km}$, przy $\delta = 0,3 \text{ g/cm}^3$ również 2 km i $0,5 \text{ km}$, zaś przy kontraście $0,4 \text{ g/cm}^3$ 1 km i $0,5 \text{ km}$.

4. Ze strukturami na głębokości 1 km wiąże się dostrzegalny efekt grawitacyjny, o ile mają szerokość większą niż 5 km , a amplitudę niż 1 km . Przy $\delta = 0,2 \text{ g/cm}^3$ parametry te wynoszą odpowiednio 2 km i $0,5 \text{ km}$, przy $\delta = 0,3 \text{ g/cm}^3$ 1 km i $0,5 \text{ km}$, zaś przy $\delta = 0,4 \text{ g/cm}^3$ 1 km i $0,2 \text{ km}$.

5. Nad strukturami na głębokości $0,5 \text{ km}$ przy $\delta = 0,1 \text{ g/cm}^3$ powinny występować zauważalne anomalie siły ciężkości, o ile $s > 2 \text{ km}$, a $m > 1 \text{ km}$. Przy $\delta = 0,2 \text{ g/cm}^3$ i $0,3 \text{ g/cm}^3$ parametry te wynoszą odpowiednio 1 km i $0,5 \text{ km}$, zaś przy $\delta = 0,4 \text{ g/cm}^3$ 1 km i $0,2 \text{ km}$.

UWAGI KOŃCOWE

Z powyższego przeglądu wynika, że tylko niektóre lokalne struktury podłoża podpermńskiego NW Polski można ujawnić stosując metodę strippingu.

Wydaje się, że struktury o amplitudzie poniżej $0,1 \text{ km}$ nigdzie na tym obszarze nie powodują obserwowalnych anomalii. Struktury o amplitudzie $0,2 \text{ km}$ dadzą takie anomalie tylko przy dużym kontraście gęstości (powyżej $0,4 \text{ g/cm}^3$) i małej głębokości występowania (do 1 km). Na głębokościach $2-5 \text{ km}$ śledzą się już tylko struktury o amplitudzie powyżej $0,5 \text{ km}$, o ile szerokość tych struktur i kontrast gęstości są odpowiednio duże, zaś na głębokości $8,5 \text{ km}$ struktury o amplitudzie powyżej 1 km , a i to tylko w niektórych przypadkach.

Tak więc nie należy się spodziewać, aby zastosowanie strippingu wykryło wszystkie struktury podłoża podpermskiego interesujące z punktu widzenia poszukiwań bituminów. Co za tym idzie traktowanie strippingu jako panaceum, które usunie wszystkie trudności, z jakimi borykają się poszukiwania bituminów w NW Polsce jest nieporozumieniem. W wielu przypadkach tylko zastosowanie nowoczesnych, precyzyjnych i starannie wykonywanych badań sejsmicznych pozwoli wykryć i rozpoznać struktury rokujące nadzieje na odkrycie złóż bituminów w północno-zachodniej Polsce.

LITERATURA

1. Dąbrowski A. — Główne elementy geofizyczne podłoża Polski zachodniej. Pr. Inst. Geol. 1963 t. 30 cz. 4.

2. Grobelny A. — Zagadnienie określania dokładności anomalii Bouguera. Kwart. Geol. 1968 nr 3.
3. Hammer S. — Deep gravity interpretation by stripping. Geophysics. 1963 no 3.
4. Królikowski C. — Program podtematu pt. „Zastosowanie metody odejmowania efektów grawitacyjnych do wyznaczania anomalii od podłoża podpermńskiego w NW Polsce”. Arch. IG Warszawa 1983 (maszynopis).
5. Sorokin L.W. — Grawimetria i rozpoznanie grawimetryczne. Państw. Przeds. Wyd. Kart. Warszawa 1956.
6. Praca zbiorowa pod red. R. Dadleza — Mapa tektoniczna cechsztyńsko-mezozoicznego kompleksu strukturalnego na Niżu Polskim. 1:500 000. Inst. Geol. 1980.
7. Praca zbiorowa pod red. Z. Modlińskiego — Opracowanie geologiczno-geofizyczne strefy kontaktu platformy prekambryjskiej i paleozoicznej między Koszalinem a Bydgoszczą. Arch. IG 1981 (maszynopis).
8. Praca zbiorowa pod red. C. Królikowskiego — Gęstość utworów kenozoicznych i permio-mezozoicznych w północno-zachodniej Polsce. Ibidem 1983 (maszynopis).

SUMMARY

The studies aimed at gathering material for analysis of the area of north-western Poland with the use of the stripping method have been initiated in the Geological Institute in 1982. Final results of these studies should include elimination of gravity effects of post-Carboniferous strata in this region and obtaining the image of gravity anomalies related to sub-Permian strata. The nature of the stripping method and history of its name are discussed and possibilities of completion of that project are evaluated. It is shown that the use of this method may result in discovery of merely some local sub-Permian structures in NW Poland whereas tracing and recognition of the remaining ones would require further seismic surveys, modern, precise and carefully conducted.

РЕЗЮМЕ

В 1982 г. в Геологическом Институте были начаты работы для собрания материалов по применению метода „стриппинга” в районе северо-западной Польши для исключения гравитационных эффектов послекарбонских отложений и обнаружения аномалий силы тяжести, связанных с подпермскими структурами. Приведено существо метода „стриппинга” и история его названия. Сделана оценка возможностей реализации предпринятых намерений. Выказано, что применение метода „стриппинга” обнаружит только некоторые местные подпермские структуры северо-западной Польши. Определение и разведка других структур требуют современных, точных и тщательно проведенных сейсмических исследований.