

ZASTOSOWANIE BADAŃ GRAWIMETRYCZNYCH I SEJSMICZNYCH DO ROZPOZNAWANIA UTWORÓW KARBONSKICH

UKD 550.831 + 550.834:551.735.022.4(438 LZW + GZW)

Do poszukiwania i rozpoznawania złóż surowców stałych stosowane są szeroko badania geofizyczne (7, 4). Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie zastosowania powierzchniowych badań grawimetrycznych i sejsmicznych do rozpoznawania budowy utworów karbońskich, dla dokumentowania złóż węgla kamiennego, głównie na przykładzie prac wykonywanych przez Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych w rejonie Lubelskiego Zagłębia Węglowego i Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.

Prace grawimetryczne i sejsmiczne o charakterze regionalnym miały inny cel, stąd też ich mała przydatność do szczegółowszego rozpoznawania budowy geologicznej jednego kompleksu utworów. Półszcze-gółowe, a zwłaszcza szczegółowe badania geofizycz-

ne, przy odpowiednim doborze metod oraz w powiązaniu z wynikami wierceń pozwalają na znaczne wzbogacenie informacji geologicznych. Tak np. resztkowe anomalie siły ciężkości, w powiązaniu ze szczegółowym zdjęciem sejsmicznym i znajomością rozkładu gęstości, określają nie tylko charakter niewielkich elementów tektonicznych (układ przestrzenny warstw, małe uskoki, wyklinowania itp.), ale również dostarczają wskazówek odnośnie do budowy litologicznej utworów.

1. STAN BADAŃ PÓLSZCZEGOŁOWYCH

Grawimetria

Cały obszar Lubelszczyzny i Górnośląskiego Zagłębia Węglowego pokryty jest półszcze-gółowym

zdjęciem grawimetrycznym, wykonanym przez Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych w latach 1955—1972 na zlecenie Instytutu Geologicznego.

Pólszczegółowe badania grawimetryczne na Lubelszczyźnie zapoczątkowano w 1955 r. i kontynuowano do 1968 r. Pomiary polowe przeprowadzono grawimetrem Askania GS — 11 i Sharpe'a. Średni błąd określenia „ Δg ” obliczony na podstawie punktów powtórzonych nie przekraczał $\pm 0,08$ mgł, a średni błąd określenia wysokości stanowisk pomiarowych nie był większy od $\pm 0,1$ m. Odległości między stanowiskami pomiarowymi wynosiły średnio 750—1000 m, co daje zagęszczenie ok. 1,5 pkt. na 1 km².

Zbiórcze opracowanie wyników badań grawimetrycznych i magnetycznych zostało wykonane w Przedsiębiorstwie Poszukiwań Geofizycznych. W 1969 r. w Instytucie Geologicznym wykonano, w oparciu o pomiary PPG na Lubelszczyźnie zestawienia i interpretację mapy anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera.

W ramach opracowania zbiórczego (PPG) zestawiono mapy anomalii resztkowych z izoliniami co 0,25 mgł. Wykonano też dla całego obszaru mapy anomalii gradientu pionowego siły ciężkości $\frac{\Delta g}{\Delta z}$ wg

metody Baranowa (jak również próby interpretacji kompleksowej (grawimetria, sejsmika, telluryka) wzdłuż kilku przekrojów.

Do sporządzenia map resztkowych anomalii siły ciężkości zastosowano metodę Griffina, przyjmując promień $r = S\sqrt{5}$ km i $S = 1$ km.

Materiały grawimetryczne z badań pólszczegółowych wykorzystano głównie do interpretacji jakościowej, przy czym nie w pełni została przeprowadzona korelacja wyników badań tej metody z wynikami prac sejsmicznych, co byłoby pożądane (3).

W wyniku interpretacji danych grawimetrycznych wyciągnięto następujące wnioski:

- anomalie siły ciężkości w redukcji Bouguera odzwierciedlają w większości przypadków regionalną budowę geologiczną,
- anomalie resztkowe siły ciężkości dają pogląd na budowę utworów mezo-paleozoicznych, a w szczególności: w obszarze półn.-wsch. Lubelszczyzny wiążą się z wypiętrzoną podłożem krystalicznym, bądź podłożem i strukturami paleozoicznymi; w centralnej części synklinorium — ze strukturami paleozoicznymi (karbon — dewon), a w części połudn.-zach. — wiążą się ze strukturami mezozoiczno-paleozoicznymi (głównie dewon i strefy szybkiej redukcji utworów kredowych).

W strefie półn.-wsch. obserwuje się 2 obszary o odmiennym charakterze przebiegu izoanomalii, oddzielone od siebie strefą dużych gradientów, związanych z uskokiem Hanny. W obszarze północnym — anomalie mają rozciągłości NE — SW, a w obszarze wschodnim, przeważnie NW — SE. Maksymalne wartości anomalii w obszarze północnym mieszczą się w granicach $\pm 1,25$ mgł, z wyjątkiem dodatniej anomalii Holeszowa, która posiada wartość + 4 mgł. W obszarze wschodnim, w rejonie występowania niecek karbońskich, obserwuje się ujemne wartości anomalii lokalnych. Wiąże się to ze stwierdzonym zmniejszeniem średniej gęstości węgla nawet o 1,0 g/cm³, spowodowanym obecnością pokładów węgla o gęstości rzędu 1,8—1,9 g/cm³, przy średniej gęstości utworów karbonu, wynoszącej ok. 2,6 g/cm³.

W strefie centralnej występują anomalie lokalne o przebiegach NW — SE. Wzdłuż linii Zelechów — Kock — Łęczna — Zawady występują dodatnie anomalie o wartości rzędu 1 mgł związane ze znanym zrębem Kocka (10). Na przedłużeniu tych anomalii ku SE uwidacznia się szereg stref anomalnych związanych ze skomplikowaną budową tektoniczno-strukturalną utworów mezopaleozoicznych. Występująca tu rozległa, ujemna anomalia grawimetryczna o amplitudzie 0,5 mgł wywołana jest dużymi miąższościami utworów karbońskich. Przez środek strefy centralnej o kierunku NW—SE rysuje się ciąg anomalii dodatnich Abramowa — Świdnika (0,5—0,75 mgł), Piasków Luterskich — Ignasina (0,5 mgł), Małochwie-

ja (0,5 mgł) i innych. Na SE od Lublina występuje dodatnia anomalia Wilczopola (0,5—0,75 mgł) i następnie ciąg anomalii dodatnich w rejonie Bełżyce — Niedrzwica (0,5 mgł) Giełczewa (0,5 mgł) oraz Zamościa — Ruszowa (0,25—0,75 mgł). Pomiedzy tym ciągiem a anomalią Małochwieja występuje duże obniżenie grawimetryczne Łopiennik — Izbica — Udrzyce (0,5—1,0 mgł) związane prawdopodobnie z dużą miąższością utworów karbońskich.

W strefie południowo-zachodniej obraz grawimetryczny jest najbardziej zaburzony. Na mapach resztkowych i gradientu pionowego wydzielają się liczne interesujące ciągi anomalne o zdecydowanych kierunkach, wyraźnych osiach i stromych zboczach. Wielkość anomalii jest rzędu 0,5 mgł do 1,75 mgł. Ciągi anomalii dodatnich (np. Rachów — Annopol — Gościeradów) przedzielone są szeregiem tego samego rzędu anomalii ujemnych. Obraz anomalii wskazuje na blokową budowę geologiczną.

Pólszczegółowe badania grawimetryczne na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego zostały wykonane w latach 1970—1972. Celem tych badań było głównie uzyskanie informacji o wglębnych strukturach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (dewon, podłoże krystaliczne). Pomiary polowe wykonano grawimetrem Sharpe'a. Średni błąd pomiaru „ Δg ” obliczony na podstawie punktów powtórzonych nie przekraczał $\pm 0,041$ mgł, a średni błąd określenia wysokości wyniósł 0,034 m. Zagęszczenie pomiarów było rzędu ok. 3,6 pkt. na 1 km².

Wyniki przedstawione są w postaci zbiórczych map anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera (2 wersje gęstościowe), map anomalii lokalnych i regionalnych siły ciężkości (z obszaru wykonanego w 1972 r.) oraz map zbiórczych anomalii resztkowych z całego obszaru Górnośląskiego Zagłębia Węglowego obliczone wg metody Griffina. Izolinie na mapach określone są co 0,5 mgł.

Anomalie siły ciężkości w redukcji Bouguera cechują się na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego równoleżnikowym przebiegiem, występowaniem na przemian stref dodatnich i ujemnych wartości oraz ogólnym obniżeniem wartości anomalii w miarę posuwania się ku południowi. Obraz anomalii odzwierciedla rzeźbę powierzchni karbonu. Dużym wyniesieniom utworów karbonu odpowiadają anomalie dodatnie (np. siodło mikołowskie), obniżenie wartości anomalii wskazuje na obecność niecek (np. niecka chwałowicka). Duże zmiany wartości anomalii wskazują na obecność dyslokacji w utworach karbońskich.

Anomalie regionalne siły ciężkości (obliczone metodą Griffina) są bardziej zgeneralizowane w porównaniu do anomalii w redukcji Bouguera. Anomalie resztkowe przedstawiają bardzo urozmaicony obraz. W niektórych rejonach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego eksponują one wyraźne poszczególne siodła czy niecki, wskazując dodatkowo na fakt, że anomalie resztkowe są odzwierciedleniem utworów bliskopowierzchniowych. Obraz anomalii komplikuje się w obszarze nasunięcia Karpat.

Sejsmika

W rejonie Lubelszczyzny, a w mniejszym zakresie na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego wykonano dotychczas badania sejsmiczne o charakterze pólszczegółowym. Prace prowadziło Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych na zlecenie głównie Instytutu Geologicznego i Zjednoczeń Górnictwa Węglowego oraz Przedsiębiorstwo Geofizyki Górnictwa Naftowego w Krakowie.

Na obszarze wyniesienia łukowsko-hrubieszowskiego oraz rowu lubelskiego wykonane zostało zdjęcie refleksyjne dla rozpoznania budowy strukturalnej utworów karbonu, dewonu, a także starszego paleozoiku. Prace te związane były z poszukiwaniami ropy i gazu. Zostały one wykorzystane przy opracowywaniu budowy geologicznej Lubelskiego Zagłębia Węglowego (8).

W latach 1966—68 pólszczegółowe prace refleksyjne o krótkich wzdłuż mowa Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych prowadziło metodą jednokrotnych pokryć, aparatami analogowymi z zapisem magne-

tycznym. Począwszy od 1968 r. zaczęto stosować metodę profilowań wielokrotnych, najpierw 4- i 6-krotnych, później 12-krotnych. Od 1973 r. wprowadzono do badań aparaturę cyfrową SN-328 produkcji francuskiej. Zastosowanie techniki cyfrowej wpłynęło wyraźnie na podniesienie efektywności rozpoznawania metodą sejsmiczną utworów paleozoiku (6).

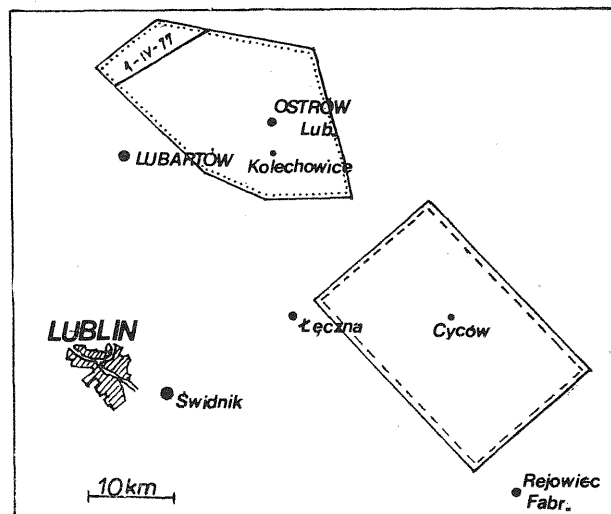
W wyniku przeprowadzonych półszczegółowych badań refleksyjnych wykonano dla pewnych rejonów Lubelszczyzny mapy strukturalne (czasowe i głębokościowe) granic odbijających. Mapy sporządzono w skalach 1:50 000 i 1:200 000, m.in. dla granic karbońskich (C_g, C_{ps}). Granice te rejestrują się z różnym stopniem pewności, w zależności od warunków sejsmogeologicznych. W półn.-zach. części rowu lubelskiego, w związku z ekranującym wpływem cechsztynu i większymi głębokościami występowania utworów, granice karbońskie rejestrują się słabo. Obserwuje się tu ponadto wysokie tło refleksów wielokrotnych w przedziale spodziewanych odbić od utworów karbonu i głębszych. W pozostałej części rowu lubelskiego i na podniesieniu łukowsko-hrubieszowskim granice karbońskie rejestrują się lepiej, jednak stosowanie w pracach połowych zbyt krótkich rozstawów nie zawsze pozwoliło, nawet przy wysokim stopniu pokrycia (12-krotne) na skuteczne wytłumienie refleksów wielokrotnych. Interferencje refleksów rzeczywistych z krotnymi i obecność różnych fal zakłócających rzutowały niekorzystnie na identyfikację i poprawność korelacji granic karbońskich, zwłaszcza przy ich poziomym ułożeniu. Stąd też sporządzone mapy i przekroje sejsmiczne dają tylko ogólny obraz budowy geologicznej (zmiany miąższości, wyklinowania, większe uskoki).

W rejonie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych wykonało w latach 1958—63 prace sejsmiczne w celu określenia miąższości nadkładu w stropie karbonu oraz uchwycenia spągu tych utworów. Było to zdjęcie półszczegółowe, obejmujące głównie obszary kopalń (m.in. Zofiówka, 1-szy Maja, Ignacy, Anna, Rydułtowy) lub kopalń dopiero projektowanych (Czyżowice, Goszczyce i inne). Prace były wykonywane metodą refrakcyjną (7).

Metodą refleksyjną wykonano dotychczas w rejonie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego stosunkowo niewielką ilość prac o charakterze regionalnym i półszczegółowym. Prace Przedsiębiorstwa Poszukiwań Geofizycznych ograniczone były w latach poprzednich do wykonania pojedynczych profili rekonesansowych. Natomiast Przedsiębiorstwo Geofizyki Górniczego Naftowego w Krakowie wykonywało już prace szczegółowe, głównie dla potrzeb górnictwa węglowego. Dopiero w ostatnich latach dało się zauważyć większe zainteresowanie górnictwa i Instytutu Geologicznego wykorzystaniem metody sejsmicznej do rozpoznawania geologicznego tego rejonu.

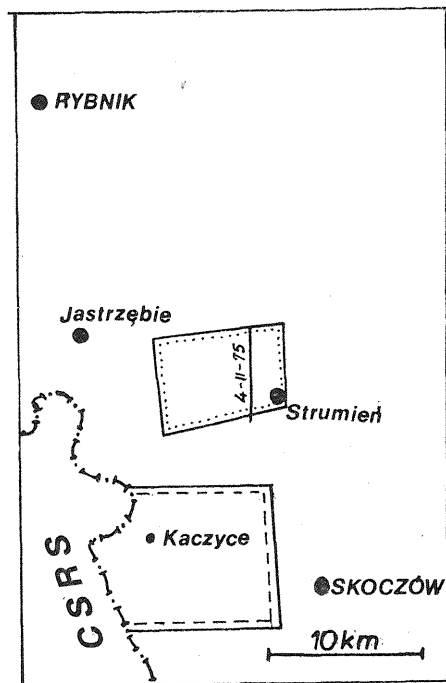
Przykładem badań półszczegółowych mogą być prace na temacie „Jawiszowice” wykonane przez Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych w 1973 r. Celem tych prac było m.in. określenie kierunków oraz przybliżonych katów zapadania utworów karbońskich, wykrycie uskoki i określenie miąższości nadkładu utworów trzeciorzędowych. Badania wykonywano analogową, 24-kanalową aparaturą sejsmiczną, stosując refleksyjną metodę sześciokrotnych pokryć, przy rozstawach środkowych i odległościach między kanałami 35 m. Cel badań rozwiązano, uzyskując jednocześnie szereg wniosków odnoszących się do metodyki badań na przyszłość. Stwierdzono również potrzebę kontynuowania podobnych prac przy posiadaniu bardziej nowoczesnego sprzętu pomiarowego i sytuowania profili w odpowiednio powiązanej siatce.

Od 1975 r. na zlecenie Instytutu Geologicznego na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego prowadzone są przez Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych badania sejsmiczne refleksyjne o charakterze co najwyżej półszczegółowym. Mają one za zadanie uzyskanie informacji o budowie geologicznej utworów karbonu i jego podłoża oraz dostarczenie danych metodycznych dla projektowania dalszych ba-



Ryc. 1. Lokalizacja sejsmicznych i grawimetrycznych badań szczegółowych w rejonie LZW.

Fig. 1. Location of detail seismic and gravimetric surveys in the region of the Lublin Coal Basin.



Ryc. 2. Lokalizacja sejsmicznych i grawimetrycznych badań szczegółowych w rejonie GZW.

Objaśnienia do ryc. 1 i 2: rejon prac sejsmicznych, — — — rejon prac grawimetrycznych

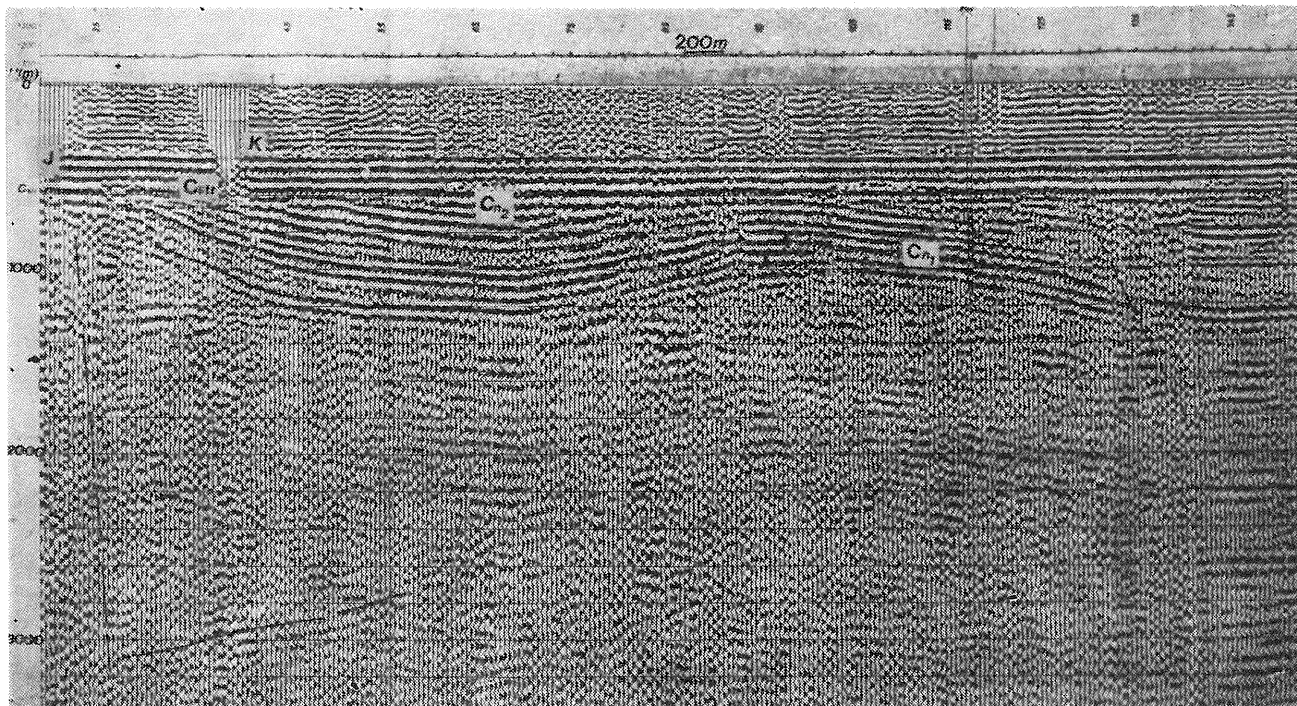
Fig. 2. Location of detail seismic and gravimetric surveys in the region of the Upper Silesia Coal Basin. Explanations to Figs. 1—2: region of seismic surveys — — — region of gravimetric surveys

dań sejsmicznych. Prace prowadzone są nowoczesnymi aparatami cyfrowymi, przy równoczesnym stosowaniu złożonej metodyki badań. Dotychczasowe wyniki pozwoliły m.in. na uzyskanie — po raz pierwszy tak wyraźnych w tym rejonie granic od utworów podkarbońskich (prawdopodobnie od dolomitów środkowodewońskich), co ma istotne znaczenie dla zbadania podłoża karbonu.

2. PRACE SZCZEGÓŁOWE

Grawimetria

W ostatnich latach (1977—78) Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych zaczęło wykonywać grawimetry-



Ryc. 3. Głębokościowy przekrój sejsmiczny (wycinek) profilu I-IV-77 z rejonu Kolechowice II LZW.

Fig. 3. A part of depth seismic section — section I-IV-77 from the Kolechowice II area in the Lublin Coal Basin.

K — granica sejsmiczna w kredzie, J — w jurze, C_{str} — w stropie karbonu, C_{n2} — w stropie namuru, C_{n1} — w przyspągowym namurze. ---- uskoki, x — otwór geologiczny.

K — seismic boundary in Cretaceous, J — in Jurassic, C_{str} — in the top of Carboniferous, C_{n2} — in the top of Namurian, C_{n1} — close to the base of Namurian, ---- faults, x — borehole.

czne i magnetyczne prace szczegółowe, związane z rozpoznawaniem budowy geologicznej utworów karbonu. Inicjatorem tych badań jest Międzyresortowy Instytut Geofizyki Stosowanej i Geologii Naftowej AGH w Krakowie. Szczegółowe badania grawimetryczne zlokalizowane w rejonie podniesienia łukowsko-hrubieszowskiego (ryc. 1) mają na celu rozpoznanie budowy tektonicznej utworów mezozoicznych i karbońskich. Prace stanowią materiał wyjściowy do interpretacji jakościowej i ilościowej, którą przeprowadzi się nowoczesnymi metodami obliczeniowymi z wykorzystaniem wyników innych metod geofizycznych (sejsmika, magnetyka).

Ze względu na geologiczny cel badań szczegółowe prace grawimetryczne odznaczają się wysoką dokładnością. Średni błąd kwadratowy określenia dla pojedynczej obserwacji nie powinien przekroczyć $\pm 0,040$ mgł. Pomiary prowadzone są systemem punktów rozproszonych, przy średnim zagęszczeniu 25 stanowisk na 1 km². Odległości stanowisk pomiarowych wynoszą ok. 200 m. Pomiary połowe prowadzone są grawimetrem typu Sharpe. Wyniki badań z 1977 r. przedstawiono w postaci map anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera z izolacjami co 0,1 mgł. Interpretacja wyników jest obecnie kontynuowana.

Podobnego typu, szczegółowe prace grawimetryczne prowadzone są aktualnie na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, w rejonie Kaczyc (ryc. 2). Badania są częścią kompleksowych prac geofizyczno-geologicznych, mających na celu rozpoznanie i dokumentację złóż węgla kamiennych pod projektowaną kopalnię. Dotychczasowe wyniki wskazują na dużą użyteczność tej metody dla rozpoznawania warunków tektonicznych, zwłaszcza w powiązaniu z innymi metodami geofizycznymi.

Sejsmika

Szczegółowe prace sejsmiczne metodą refleksyjną — dla badania utworów karbońskich w rejonie Lubelskiego Zagłębia Węglowego podjęte zostały w 1977 r. z inicjatywy Centralnego Urzędu Geologii, w związku z opracowywaniem dokumentacji złóż węgla kamiennego w rejonie Kolechowice II. Niezależnie

od tego, od 1973 r. na zlecenie górnictwa Przedsiębiorstwo Geofizyki Górnictwa Naftowego z Krakowa prowadziło prace szczegółowe, mające na celu określenie budowy geologicznej utworów karbońskich w rejonach projektowanych kopalń. Badania te koncentrowały się w obszarze Chełm — Puchaczów — Ostrów Lubelski (1, 2).

Prace sejsmiczne refleksyjne, wykonane w 1977 r. przez Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych na terenie Kolechowice II LZW prowadzono na zlecenie Zakładu Badań Geologicznych w Kielcach. Zlokalizowane one były w rejonie Ostrowa Lubelskiego — Lubartowa (ryc. 1) i tworzyły wzajemnie powiązaną siatkę, złożoną z 10 profili, o łącznej długości 128 km. Odległości między profilami w siatce w rejonie Ostrowa Lubelskiego wynosiły $1,5 \times 2,0$ km (wraz z profilami z lat ubiegłych, do których się dowiązano), natomiast w części NW odległości te były większe.

Celem badań było skartowanie grubości nadkładu karbonu, przesledzenie w sposób ciągły 2 granic w obrębie karbonu (kontakt westfal — namur i przyspągowa partia karbonu dolnego) oraz uchwycenie większych od 20 m stref uskokowych.

Pomiary połowe wykonano 48-kanalową cyfrową aparaturą sejsmiczną. Aparatura ta posiada wzmocnienie binarne i wysoki zakres dynamiki (rzędu 84 dB). Rejestracji dokonywano przy kroku próbkowania 2 ms. Odbiornikami drgań były geofony cyfrowe DF-4V o częstotliwości ok. 19 Hz, produkcji Przedsiębiorstwa Badań Geofizycznych, zgrupowane w ilości 24 na kanał. Stosowano następującą metodykę badań: rozstawy środkowe z oknem 100 m przy PS, odległości między kanałami wynosiły 50 m, między punktami strzałowymi (PS) 100 m, pokrycie 12-krotne. Odpowiednio długi rozstaw $X_{max} = 1200$ m dobrano specjalnie pod kątem tłumienia refleksów wielokrotnych z przedziału rejestracji karbońskich. Energię wzbudzano w otworach o głębokości 12 do 30 m, dobierając optymalne warunki strzelania za pomocą wcześniej wykonanych pomiarów mikroprofilowań prędkości w głębszych otworach oraz profilowań dynamiki. Otwory grupowano w ilości 3 na PS, na bazie 30—50 m. W miejscach podmokłych i bagnistych,

z uwagi na brak możliwości dojazdu urządzeniami wiertniczymi, energię wzbudzano w kilkunastu płyt- kich otworach, zgrupowanych powierzchniowo.

Dane z pomiarów polowych przetworzono w Ośro- dku Obliczeniowym Przedsiębiorstwa Badań Geofizy- cznych na komputerze amerykańskim UNIVAC EMR 61—35, w systemie oprogramowania sejsmicz- nego WARS. W trakcie przetwarzania wykonano o- prócz operacji podstawowych procesy dodatkowe, tak- kie jak analizy prędkości (punktowe i profilowe), au- to i retrokorelację, migrację i automatyczne sporzą- dzenie przekrojów głębokościowych. Trzeba podkre- ślić, że zarówno metodyka prac polowych, jak i prze- twarzanie były nastawione na uzyskanie optymalnego zapisu w przedziale rejestracji granic odbijających od utworów karbońskich.

Interpretację głębokościową wyników wykonano, wykorzystując pomiary V_{sr} z otworów geologicznych zlokalizowanych zarówno w obrębie wykonywanej siatki profili sejsmicznych, jak i jego sąsiedztwa. Pozwoliło to na przyjęcie następujących prędkości kom- pleksowych: dla utworów kredy $V_k = 2000$ m/s (do czasu 0,2 s) i 2450 m/s, dla utworów przyspagowych kredy i całej jury $V_k = 3000$ m/s i dla utworów kar- bonu $V_k = 3300$ m/s.

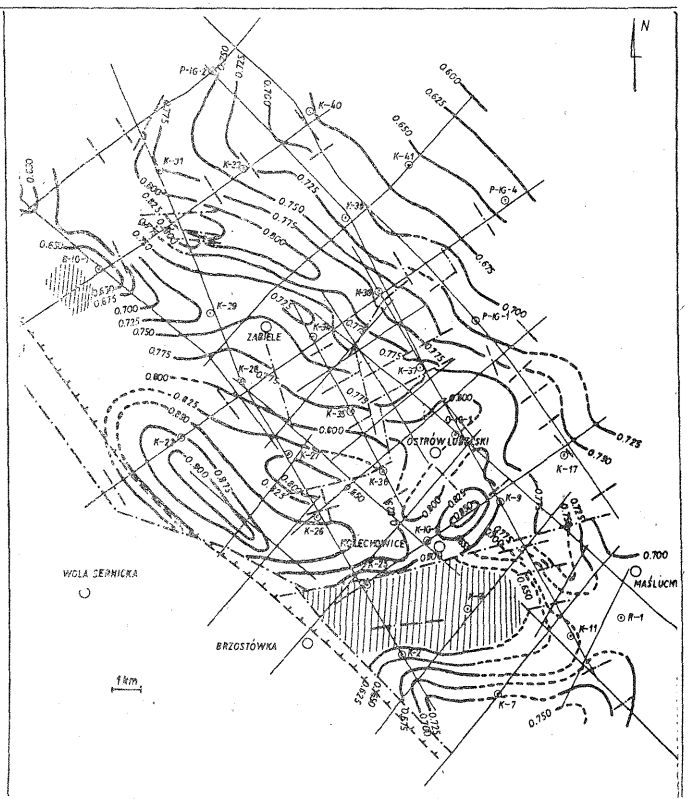
Na podstawie uzyskanych wyników badań stwier- dzono, że obraz falowy w obrębie utworów karbonu jest dość zróżnicowany. Strop karbonu, który jest granicą erozyjną wydziela się w oparciu o refleks zinterferowany z fazą refleksu jurajskiego. Rozdziel- czność zapisu w tym przedziale rejestracji poprawiła się m.in. dzięki dobraniu odpowiedniej filtracji. W u- tworach westfalu powstaje duża ilość refleksów, nie korelujących się jednak w sposób ciągły. Obserwuje się tu częste zmiany dynamiki zapisu i interferencje, tworzące w sumie obraz miejscami trudny do jedno- znacznej interpretacji. Obraz falowy z utworów na- muru jest mniej skomplikowany. Na długich odcim- kach można wydzielić tu 2 granice refleksyjne w stro- pie i w sągu kompleksu, z których granica głębsza cechuje się lepszą dynamiką zapisu i pewniejszą ko- rrelacją wzdłuż profili. Odbicia od utworów wizeny występują na ogół na czasie podwójnego refleksu od jury, stąd też są trudności z ich wydzieleniem, zwi-łaszcza w przypadku poziomego ułożenia. W niecie parczewskiej, gdzie wizen posiada większe miąższości, a utwory karbonu zalegają niezgodnie w stosunku do jury, korelacja granicy związanej z tymi utworami nie następuje.

Uzyskane wyniki badań refleksyjnych w rejonie Kolechowiec II pozwoliły na wykonanie map struk- turalnych (w skali 1:50 000) granic refleksyjnych J (strop jury), C_{str} (przystropowy karbon), C_{n2} (strop namuru) i C_{n1} (przyspagowy namur).

Przykładem uzyskanych wyników jest wycinek przekroju głębokościowego profilu 1-IV-77 (ryc. 3) oraz mapa czasowa granicy C_{n2} (ryc. 4). Cel posta- wiony przed pracami sejsmicznymi został w pełni rozwiązany. Określono jednoznacznie charakter za- legania i miąższość nadkładu utworów karbońskich oraz ich budowę strukturalno-tektoniczną. Określ- no także przedział występowania produktywnych u- tworów westfalu (mapa granicy C_{n2} — C_{str}).

W obrębie kompleksu karbońskiego uchwyciono elementy strukturalne o różnych amplitudach. Naj- większe zlokalizowane są wzdłuż uskoku brzeźnego na NE skrzydle struktury Kocka oraz w rejonie us- koku Hanny (9, 10). Osie struktur nie wskazują na istnienie jednego, generalnego kierunku deformacji karbońskich. W rejonie występowania większych ele- mentów strukturalnych miąższość karbonu ulega du- żym zmianom, a na powierzchnię podjurajską wy- chodzą różne jego ogniwa. W najbardziej wyniesio- nych partiach brak jest utworów westfalu i wyż- szych ogniw namuru jak to ma np. miejsce w SW części profilu 1-IV-77 i w rejonie na S od Kolecho- wic.

Uzyskane wyniki pozwoliły na wyznaczenie także szeregu mniejszych uskoku, stref nieciągłości i wy- klinowań, mających istotne znaczenie przy opraco- wywaniu dokumentacji złóż węgla kamiennego w tym



Ryc. 4. Czasowa mapa strukturalna granicy C_{n2} (strop namuru).

— — — 0,750 — izoliny czasów (2t) w sekundach, — — usko- ki, ⊥ ⊥ ⊥ granica zębą Kocka, /// obszary o dużej redukcji utworów westfalu, — — — profile sejsmiczne, — — — otwory geologiczne, O — miejscowości.

Fig. 4. Time structural map of the C_{n2} boundary (top of Namurian).

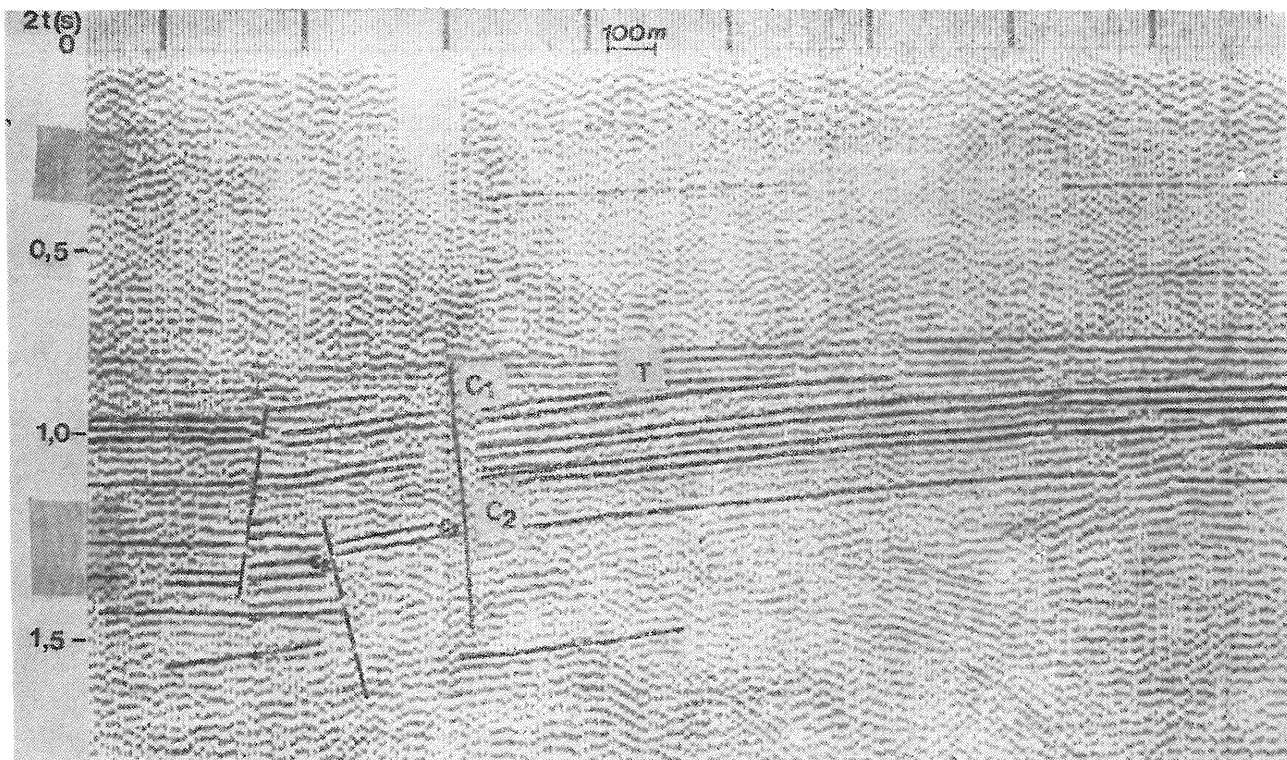
— — — 0,750 — isolines of time (2t) in sec, — — faults, ⊥ ⊥ ⊥ — boundary of Kock horst, /// — areas of strongly reduced profile of Westphalian, — — — seismic profiles, O — towns.

rejonie. Większość uskoku została potwierdzona pro- wadzonymi aktualnie wiertniami.

Na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych wykony- wało szczegółowe badania refleksyjne dla rozpozna- wania budowy utworów karbońskich w 1975 r., w ramach tematu Bzie — Dębina. Celem badań było określenie miąższości i charakteru zalegania nadkła- du (trzeciorzęd), określenie kierunków oraz przybli- żonych kątów zapadania utworów karbońskich i wy- znaczenie większych stref uskoku w obrębie karbonu i ewentualnie trzeciorzędu.

Prace polowe wykonano 24-kanalową, analogową aparaturą sejsmiczną, przy następującej metodyce: rozstawy środkowe, odległości między kanałami 25 m, pokrycie 6-krotne. Przetwarzanie wykonano na komputerze EMR 61-35 w systemie oprogramowania sejsmicznego DFS. W wyniku przeprowadzonych ba- dań wykonano przekroje sejsmiczne i szkice struk- turalne (w skali 1:25 000) dla granic refleksyjnych C_1 (strop karbonu) i C_2 (śródkarbońska). Przykładem uzyskanych wyników może być sekcja czasowa pro- filu 4-II-75 (ryc. 5). Wykonane prace rozwiązały cel badań, wnosząc dużo informacji do budowy struktu- ralno-tektonicznej utworów karbońskich do głęboko- ci rzędu 1,5—2,0 km.

Jak już wspomniano powyżej, w rejonie Górnoślą- skiego Zagłębia Węglowego prace sejsmiczne o cha- rakterze szczegółowym — dla potrzeb górnictwa wę- glowego — prowadzone są przez Przedsiębiorstwo Geofizyki Górnictwa Naftowego z Krakowa. Od 1977 r. badania realizuje się z wykorzystaniem techniki Vibroseis, przy złożonej metodyce prac polowych, u- zyskując dobre wyniki z przedziału rejestracji od u- tworów karbońskich.



Ryc. 5. Czasowy przekrój sejsmiczny (wycinek) profilu 4-II-75 z rejonu GZW.

T — granica sejsmiczna związana ze spągami trzeciorzędu, C_1, C_2 — granice sejsmiczne związane z utworami karbonu.

Fig. 5. A part of time seismic section — section 4-II-75 from the Upper Silesia Coal Basin.

T — seismic boundary related to the base of Tertiary, C_1, C_2 — seismic boundaries related to Carboniferous rocks.

3. NOWE KIERUNKI W POWIERZCHNIOWYCH BADANIACH GEOFIZYCZNYCH DLA PROBLEMATYKI WĘGLOWEJ

W 1978 r. Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych wykona połowe prace geofizyczne o charakterze metodyczno-doświadczalnym, związane z problematyką bardziej szczegółowego rozpoznawania budowy geologicznej utworów karbońskich. Wypróbowany zostanie w tym celu kompleks metod geofizycznych (sejsmika refleksyjna, grawimetria, geotermika) dla dokładnego kartowania powierzchniowego przy zagęszczonej sieci obserwacji. Podstawowym zadaniem dla metody refleksyjnej będzie uzyskanie podwyższenia rozdzielczości zapisu drgań sejsmicznych. Zamierza się rozwiązać ten problem m.in. poprzez zastosowanie pojedynczych geofonów o podwyższonej częstotliwości oraz wzbudzanie fal sprężystych w pojedynczych otworach, minimalnymi ładunkami materiału wybuchowego. Dla uchwycenia małoamplitudowych uskoków zostanie wypróbowana metoda profilowania trójwymiarowego, przy zagęszczonej siatce profili do 60×200 m. Przeprowadzone będą również prace z wykorzystaniem odbitych fal poprzecznych. Ta ostatnia metoda, ze względu na mniejsze prędkości rozchodzenia się fal poprzecznych pozwala na zwiększenie dokładności badań (5). Należy dodać, że prace powyższe wykonane zostaną na obszarze górniczym kopalń, tak aby robotami górniczymi uzyskać możliwość sprawdzenia otrzymanych wyników.

Wykonanie prac o charakterze metodyczno-doświadczalnym powinno dać odpowiedź na pytanie dotyczące możliwości zastosowania w praktyce poszukiwawczej nowych metod szczegółowego rozpoznawania budowy utworów karbońskich za pomocą powierzchniowych badań geofizycznych.

4. ZAKOŃCZENIE

Zastosowanie w latach ostatnich szczegółowych, powierzchniowych badań sejsmicznych i grawimetrycznych do rozpoznawania budowy utworów karbońskich dało pozytywne wyniki. Wiąże się to z postępem w zakresie wyposażenia w lepszy sprzęt pomia-

rowy, stosowaniem doskonalszej metodyki badań i przetwarzania danych. Wzrosła w związku z tym dokładność pomiarów i poprawność interpretacji.

Dotychczasowe, pozytywne wyniki prac refleksyjnych sugerują potrzebę pokrycia całych, perspektywicznych w złoża węgla kamiennego obszarów szczegółowym zdjęciem sejsmicznym. Gęstość siatki nie powinna być w zasadzie mniejsza od $2,0 \times 2,0$ km. Wnioski odnośnie do potrzeby zastosowania na szerszą skalę szczegółowych prac grawimetrycznych wynikną po wykonaniu ilościowej interpretacji uzyskanych danych.

Niedostatkami omawianych metod, oprócz np. za małej jeszcze rozdzielczości zapisu w sejsmice, jest brak w niektórych rejonach wystarczającej ilości pomiarów otworowych, takich jak: prędkości średnie, gęstości, czy pionowe profilowania sejsmiczne, które są niezbędne przy prowadzeniu i interpretacji wyników w badaniach szczegółowych.

Należy na zakończenie dodać, że omówione wyżej powierzchniowe badania geofizyczne nie rozwiązują problemów eksploatacyjnych w górnictwie węglowym. Jest to oddzielny problem (badania metodami geofizycznymi ciągłości pokładów węgla, zaburzeń sedymentacyjnych, prognozowania tąpnięć), który jest przedmiotem odrębnych badań przez placówki naukowo-badawcze.

LITERATURA

- Grabowska T., Jucha S., Małoszewski S., Ney R. — Wstępne wyniki badania nowych, karbońskich struktur regionalnych na Lubelszczyźnie. Cz. I, Nafta, 1977, nr 10.
- Grabowska T., Jucha S., Małoszewski S., Ney R. — Charakterystyka geologiczno-geofizyczna wybranych obszarów Lubelszczyzny. Cz. II, ibidem nr 11.
- Kaniewska E. — Korelacja wyników badań sejsmicznych i grawimetrycznych dla obszaru lubelskiego. Kwart. Geol., 1975, nr 1.

4. Królikowski C. — Podstawowe kierunki rozwoju badań geofizycznych Instytutu Geologicznego. Prz. Geol. 1976 nr 12.
5. Krynicki T., Kulig W. — O możliwościach zastosowania odbitych fal poprzecznych w sejsmice poszukiwawczej. Geofizyka 1974 nr 3.
6. Kulig W. — Efektywność zastosowania techniki cyfrowej do rozpoznawania metodą sejsmiczną utworów paleozoicznych na Lubelszczyźnie. Ibidem 1978 nr 2 (w druku).
7. Pepeł A. — Badania sejsmiczne dla rozpoznawania złóż surowców stałych w utworach permu, karbonu i podłoża krystalicznego. Kwart. Geol. 1975 nr 2.
8. Porzycki J. — Budowa geologiczna Centralnego Okręgu Węglowego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Prz. Geol. 1976 nr 7.
9. Praca zbiorowa — Budowa geologiczna Polski. T. 4. Tektonika. Cz. 1. Niż Polski, Warszawa 1974, Wyd. Geol.
10. Żelichowski A. M. — Rozwój budowy geologicznej obszaru między Górami Świętokrzyskimi i Bugiem. Biul. Inst. Geol. 1972 nr 263.

SUMMARY

The paper presents the use of surface gravimetry and seismics in recognition of geological structure of Carboniferous rocks in estimating hard coal resources, on the example of surveys carried out in the Lublin and Upper Silesia Coal Basins by the Geophysical Enterprise. Semidetailed and detailed surveys carried out on that subject in the last years are summarized. Attention is paid to a remarkable usefulness of surface geophysical surveys which together with drillings supply a vast amount of geological data on spatial arrangement of strata, changes in thickness, wedging out, faults, etc., which are indispensable in estimations of coal deposits. There are discussed new trends in surface geophysical surveys of coal deposits which are aimed at the increase of accuracy and resolution.

Geophysical and especially detailed geophysical studies appear highly effective so it is suggested to extend the projects of detailed seismic surveys to cover the whole perspective areas of hard coal deposits.

РЕЗЮМЕ

В статье рассмотрено применение поверхностных гравиметрических и сейсмических исследований для разведки карбонатных отложений и документирования месторождений каменного угля на примере работ проведенных Предприятием Геофизических Исследований в районах Любельского и Верхнесилезского угольных бассейнов. Описано актуальное состояние полудетальных испытаний и детальные исследования проведенные за последние годы в этих районах. Обращено внимание на большую пригодность поверхностных геофизических исследований, которые — вместе со скважинными данными — содержат ряд геологических информаций (пространственное расположение пластов, изменения мощности, выклиниения, сбросы и др.), необходимых для документирования угольных пластов. Указаны новые направления в поверхностных геофизических исследованиях связанных с проблематикой угля, которых целью является повышение точности и распределенности исследований. Имея в виду большую эффективность, особенно детальных геофизических исследований, обращено внимание на необходимость покрытия всех районов перспективных в области каменного угля — детальной сейсмической съемкой.