



CZESŁAW KRÓLIKOWSKI, MARCIN PIWOCKI

Instytut Geologiczny

MOŻLIWOŚCI I POTRZEBY SZERSZEGO WYKORZYSTANIA GEOFIZYKI WIERTNICZEJ W DOKUMENTOWANIU ZASOBÓW ZŁÓŻ WĘGLA BRUNATNEGO

UKD 550.832.04/.05 + 550.822].004.14.001.8:553.96.048(438:251)

Badania metodami geofizyki wiertniczej w poszukiwaniu i rozpoznawaniu złóż węgla brunatnego są w Polsce stosowane już od dawna. Głównym zadaniem tych badań jest:

- wydzielanie pokładów węgla, określanie głębokości występowania i miąższości poszczególnych warstw;
- ustalanie profilu litologicznego przewiercanych skał;
- wykonanie międzyotworowej korelacji litologicznej;
- określanie stanu technicznego otworu.

Zadania te są realizowane zadowalająco przez wykonawców pomiarów geofizycznych w otworach wiertniczych.

Wiele lat temu opracowano również wstępnie metodykę geofizycznego wyznaczania jednego z podstawowych parametrów charakteryzujących jakość złoża – popielności węgla (13, 14). Jednak z braku możliwości aparaturowych, jak i ze względu na ograniczone wówczas zainteresowanie rozwojem poszukiwań węgla brunatnego metodyki tej nie opracowano do końca i nie wprowadzono w praktyce i do tej pory nie prowadzi się oznaczania popielności węgla metodami geofizycznymi.

Chociaż prawidłowość i obiektywność wydzielania pokładów węgla brunatnego wraz z określeniem rzeczywistej miąższości i głębokości zalegania nie budzi wątpliwości, a wyniki licznych badań (5, 6, 12, 14) wykazały większą – w porównaniu z profilem opracowanym na podstawie danych wiertniczych – dokładność i obiektywność danych interpretacji geofizycznej, to jednak ciągle jeszcze podstawą do określania zasobów złóż węgla brunatnego są dane uzyskiwane z próbek wiertniczych. Regulują to

obowiązujące obecnie przepisy w tym zakresie. Dlatego też celem niniejszej pracy jest przedstawienie materiału porównawczego uzasadniającego potrzebę pełniejszego wykorzystania danych geofizyki wiertniczej przy dokumentowaniu zasobów złóż węgla brunatnego. Chodzi tu również o wprowadzenie pewnych zmian i uzupełnień do zasad dokumentowania, a także o aktualizację odpowiednich przepisów.

OGÓLNE INFORMACJE O METODYCE WYDZIELANIA POKŁADÓW WĘGLA BRUNATNEGO

1. Na podstawie geofizyki wiertniczej.

Wydzielanie warstw węgla brunatnego w profilu wiercenia opiera się o diagramy kompleksowych pomiarów geofizycznych w otworze. W kompleksie pomiarów podstawową rolę spełnia profilowanie gamma-gamma i pomiar średnicy otworu. Każda warstwa węgla ujawnia się na tle skał płonnych w formie wyraźnego maksimum rozproszonego promieniowania gamma. Maksima takie w sposób jednoznaczny wyznaczają nam warstwy węgla, ale tylko w tym przypadku, gdy w trakcie wiercenia, w miejscach ich występowania nie powstały w trakcie wiercenia kawerny, o czym informuje pomiar średnicy otworu. Kawerny bowiem wywołują również zwiększenie intensywności promieniowania gamma-gamma. Praktyka wskazuje, że kawerny powstają najczęściej w skałach ilastych, przylegających do pokładów węgla. Rzadko tworzą się one

w skałach piaszczystych. Utwory ilaste natomiast łatwo zidentyfikować na podstawie pomiaru naturalnego promieniowania gamma, które w tym przypadku cechuje większe natężenie niż warstwy węgla, które charakteryzuje niska wartość natężenia naturalnego promieniowania gamma. Ponadto metoda pomiaru promieniowania gamma jest mniej „czuła na kawerny” niż metoda gamma-gamma. W licznych przypadkach, przy wydzielaniu warstw węgla pomocny jest diagram oporności, szczególnie wtedy, gdy węgiel występuje wśród utworów piaszczystych.

Przy wydzielaniu warstw węgla w każdym przypadku wykorzystuje się zestawienia korelacyjne, umożliwiające identyfikację poszczególnych warstw i zapewniające większą wiarygodność wydzielania. Dokładne określanie granic między warstwami węgla a skałami płonnymi opiera się o znane reguły opisane w podręcznikach geofizyki wiertniczej. Poprawne określenie miąższości warstwy zależy od rodzaju i długości sondy pomiarowej oraz od skali zapisu. Jeśli podstawą wydzielania warstw węgla jest zapis metody gamma-gamma w skali 1:200, a długość sondy wynosi 0,4 m, to z wystarczającą dokładnością wydziela się warstwy o miąższościach $\geq 0,4$ m. Identyfikuje się również przewarstwienia cieńsze, ale wyznaczenie ich miąższości jest mało dokładne. Na dokładność określenia głębokości ma również wpływ prawidłowe wyznaczenie zerowego punktu pomiaru. Należy przypomnieć, że pomiary geofizyki wiertniczej wykonywane są w otworach bez rur okładzinowych.

2. Na podstawie próbek wiertniczych.

Poszukiwanie i rozpoznanie złóż węgla brunatnego prowadzi się prawie wyłącznie za pomocą wierceń mechaniczno-obrotowych z pełnym rdzeniowaniem. Metodyka ta jest w pełni uzasadniona koniecznością uzyskiwania próbek niezbędnych dla wykonania badań analitycznych, zwłaszcza węgla brunatnego i surowców towarzyszących, analiz stratygraficznych, litologicznych i innych. Prawidłowe określenie głębokości występowania poszczególnych warstw skalnych, a więc i pokładów węgla brunatnego zależy od wielkości procentowego uzysku rdzenia i dokładnego ustalenia głębokości pobrania poszczególnych odcinków rdzenia w trakcie procesu wiercenia, czyli od technologii wiercenia. Według przepisów, za miąższość złoża w otworze wiertniczym przyjmuje się długość wydobytego rdzenia węgla. W uzasadnionych przypadkach grubość złoża można ustalić metodami pośrednimi za pomocą pomiarów geofizycznych oraz próbników bocznych.

Wymagana przepisami wielkość procentowego uzysku rdzenia w skałach spoiстых i zwięzłych wynosić powinna nie mniej niż 70%. W praktyce uzyskuje się obecnie wychód rdzenia powyżej 75–80%, nierzadko 100%. Poziome granice litologiczne przy dokumentowaniu złóż węgla brunatnego określa geolog nadzorujący na podstawie zmienności litologicznej próbek wiertniczych, z dokładnością do 0,1 m. Przy uzysku rdzenia poniżej 100% granice te ustalane są w obrębie głębokości pobrania danego odcinka rdzenia (marszu), z pewnym przybliżeniem na podstawie doświadczenia i praktycznej znajomości przebiegu procesu wiercenia otworu. Im mniejszy jest uzysk rdzenia tym większe mogą być niedokładności określania głębokości poszczególnych granic litologicznych, w tym również węgla brunatnego. Błąd ten może się zwiększyć w wyniku niesumiennej określenia głębokości odcinków rdzeniowania przez bezpośredniego wykonawcę robót wiertniczych. Szczególnie trudne i mało dokładne staje się określanie głębokości zalegania pokładów węgla występujących wśród piasków lub mułków piaszczystych przy niskim uzysku rdzenia z tych osadów. Należy też

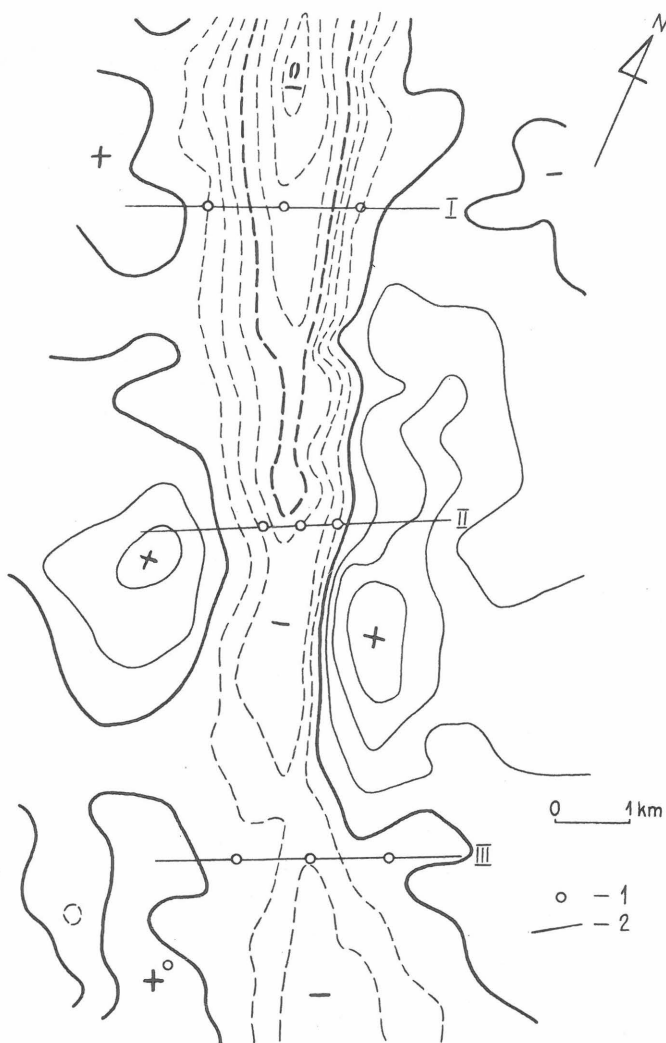
zauważyć, że niektóre rodzaje węgla brunatnego, zwłaszcza krusze, z dużą ilością ksyliłów włóknistych należą do skał, z których trudno uzyskać dostateczną ilość rdzenia.

W czasie wiercenia metodą okrętą, świdrami rurowymi i szlamówkami uzyskuje się przy poszukiwaniu i dokumentowaniu złóż węgla brunatnego dużą dokładność w określeniu głębokości występowania poszczególnych warstw, oczywiście przy dokładnym mierzeniu przewodu wiertniczego.

3. Porównanie wyznaczania zasobów złóż węgla brunatnego na podstawie danych geofizyki wiertniczej i wierceń.

Porównanie takie przeprowadzono na dwóch przykładach. Pierwszy jest typowy dla złóż zalegających w rowach o założeniach tektonicznych lub erozyjnych, drugi jest charakterystyczny dla złóż pokładowych rozciągających się na znacznej powierzchni.

Rowy trzeciorzędowe, zwłaszcza o podłożu dolnokredowym, jurajskim i triasowym ujawniają się w polu grawitacyjnym, w postaci ujemnych wydłużonych anomalii.



Ryc. 1. Mapa anomalii resztkowych w rejonie Nakła (materiały archiwalne, 1975).

1 — otwory wiertnicze, 2 — profile szczegółowych pomiarów grawimetrycznych.

Fig. 1. Map of residual anomalies in the Nakło area (after unpublished report, 1975).

1 — boreholes, 2 — profiles of detailed gravimetric surveys.

Można je również śledzić na podstawie materiałów sejsmicznych. W rowach tektonicznych znane są i udokumentowane duże złoża węgla brunatnego w rejonie Szamotuł (7), Naramowic, Mosiny, Czempina, Krzywina i Gostynia (2), Złoczewa (1), Bełchatowa (3) i Nakła (10). Wiele opracowań wskazuje na istnienie dalszych rowów w południowo-zachodniej i północno-zachodniej Polsce (mat. arch. IG, 1979; 4, 8).

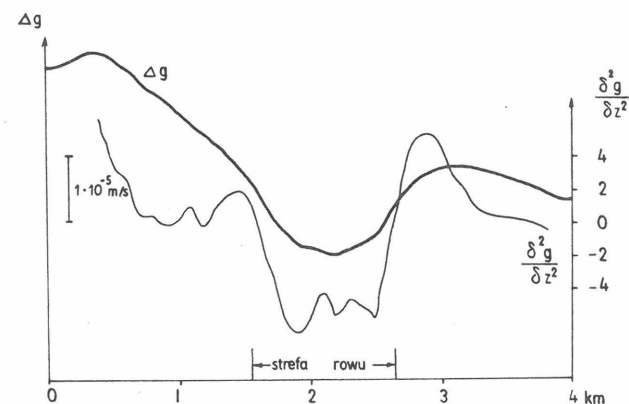
Złoża pokładowe są wykrywane i rozpoznawane głównie wierceniami na podstawie prognostycznych badań geologicznych obejmujących znajomość ogólnych procesów genezy złóż węgla brunatnego (litostratygrafia, paleogeografia, sedimentologia).

A. Złoże Paterek – Nakło – Dębowo.

Złoże znajduje się w okolicy Nakła nad Notecią. Występuje ono w rowie tektonicznym, ciągnącym się od Szubina przez Nakło i dalej w kierunku Więcborka. Na istnienie rowu wskazują wyniki półszczegółowego zdjęcia grawimetrycznego wykonanego tu przez J. Reczkę i B. Kruka w 1969 r. Na zdjęciu tym wyraźnie uwidacznia się ujemna, pasmowa anomalia grawimetryczna. Fragment tej anomalii w rejonie Nakła przedstawia ryc. 1.

Dokumentację złoża (9) wykonano na podstawie badań geofizycznych i geologicznych, na którełożyły się profilowe pomiary grawimetryczne, wiercenia geologiczne i pomiary geofizyczne w otworach. Profilowe badania grawimetryczne uściśliły granice rowu Nakła (ryc. 2) i pozwoliły na dokładniejszą lokalizację otworów wiertniczych w strefie rowu oraz na jego obrzeżeniu (ryc. 3). Granice rowu, wyznaczone w wyniku interpretacji danych grawimetrycznych i geologicznych, były podstawą do obliczenia powierzchni. Głębokości występowania i miąższości pokładów węgla brunatnego wyznaczono w dokumentacji na podstawie opisu rdzeni wiertniczych.

Dla porównania zasobów wyznaczonych z danych wierceń i geofizyki wiertniczej autorzy ponownie przeanalizowali profile geofizyczne otworów (J. Kalita-Oleksiak i E. Masłowski, 1976 – fide M. Piwocki – 9), a wyniki w zestawieniu z danymi wiertniczymi podaje tabela I. Geofizycznie wydzielono wszystkie warstwy węgla (kolumna 2), których miąższość była większa lub równa 0,4 m. W danych wiertniczych (kolumna 5) opuszczono warstewki cieńsze niż 0,4 m, jeśli nie były wydzielone geofizycznie. Różnice między miąższościami sumarycznymi

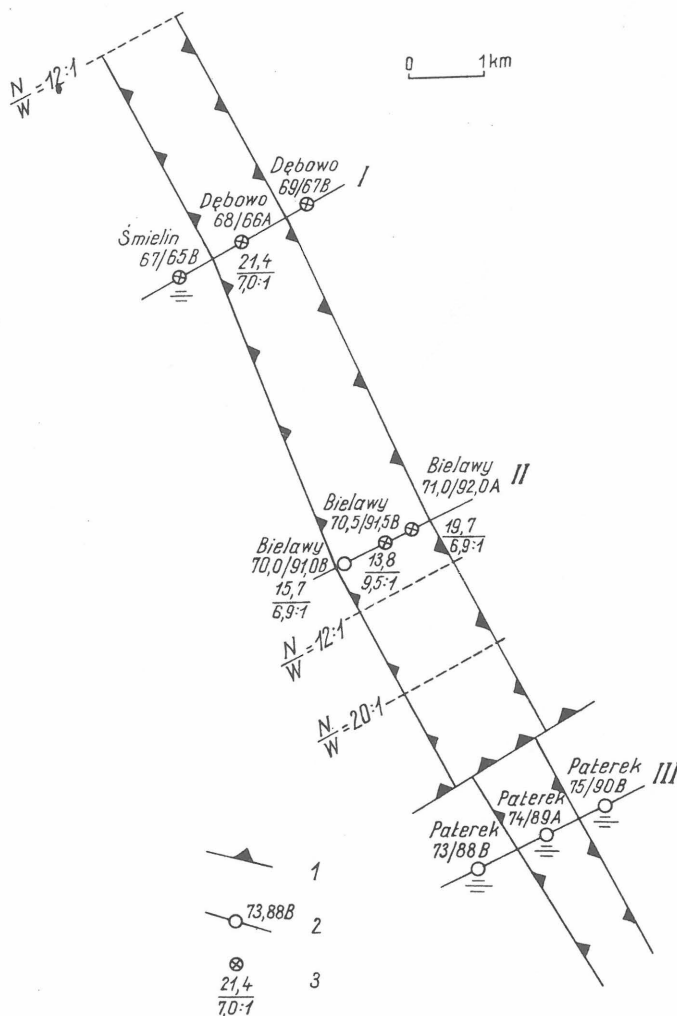


Ryc. 2. Anomalia Bouguera Δg i druga pochodna $\frac{\delta^2 g}{\delta z^2}$ pola siły ciężkości na profilu I w rejonie Nakła.

Fig. 2. Bouguer anomalies Δg and second derivative $\frac{\delta^2 g}{\delta z^2}$ of gravity field along the profile I in the Nakło area.

węgla, wyznaczonymi geofizycznie i na podstawie wierceń w otworach zmieniają się (kolumna 8) od -7 do $+25\%$. Ogólnie dla 6 otworów różnica ta w stosunku do danych wiertniczych wynosi $+7\%$.

Z wydzielonych warstw, zgodnie z kryteriami bilansowości ustalonymi 31.08.1978 r. przez MEiEA, do bilansowych pod względem miąższości zaliczono pokłady o grubości nie mniejszej niż 3 m wraz z przerostami płonnymi, jeśli ich grubość nie była większa niż 1,5 m. Tylko w sporadycznych przypadkach do obliczeń przyjmowano pokłady cieńsze niż 3 m, gdy wiercenia wskazywały na



Ryc. 3. Granica rowu Nakła na podstawie danych grawimetrycznych.

1 – brzeżne uskoki rowu, 2 – nazwa i numer otworu wiertniczego, 3 – otwór z podaną bilansową miąższością węgla brunatnego i wartością współczynnika N:W na podstawie pomiaru geofizyki wiertniczej. Linie przerywane oznaczają granice zasięgu pokładów bilansowych przy $N:W \leq 12:1$ i pozabilansowych, $12 < N:W \leq 20:1$.

Fig. 3. Boundaries of the Nakło trough on the basis of gravimetric data.

1 – marginal faults of the trough, 2 – name and number of borehole, 3 – borehole and thickness of economic brown coal seams and value of coefficient N:W (overburden to deposit series) on the basis of well log data. Broken lines – extent of economic ($N:W \leq 12:1$) and subeconomic ($12 < N:W \leq 20:1$) coal seams.

ZESTAWIENIE MIĄŻSZOŚCI WARSTW WĘGLA BRUNATNEGO I WSPÓŁCZYNNIKÓW N:W DLA REJONU PATEREK –
– NAKŁO – DĘBOWO, WG DANYCH GEOFIZYCZNYCH I GEOLOGICZNYCH

Nazwa i numer otworu	Dane wg geofizyki wiertniczej			Dane wg próbek wiertniczych			Różnice w % dot. miąższości sumarycznej i miąższości bilanso- wych
	miąższość sumaryczna (m)	miąższość pokładów bilansowych z przeros- tami (m)	N:W	miąższość sumaryczna (m)	miąższość pokładów bilansowych z przeros- tami (m)	N:W	
1	2	3	4	5	6	7	8
Śmielin 67/65 B	7,2	—	—	6,6	4,2	$\frac{80,0}{4,2} = 19,0:1$	-9(-)
Dębowo 68/66 A	24,0	21,4	$\frac{150,8}{21,4} = 7,0:1$	26,4	20,8	$\frac{148,1}{20,8} = 7,1:1$	+9(-3)
Dębowo 69/67 B	4,2	—	—	4,4	4,0	$\frac{62,3}{4,0} = 15,6:1$	+5(-)
Bielawy 70,5/91,5 B	16,2	13,8	$\frac{130,6}{13,8} = 9,5:1$	21,5	20,2	$\frac{124,7}{20,2} = 6,2:1$	+25(+32)
Bielawy 71/92 A	25,1	19,7	$\frac{135,8}{19,7} = 6,9:1$	23,4	21,3	$\frac{132,8}{21,3} = 6,2:1$	-7(+8)
Paterek 74/89 A	3,2	—	—	3,9	—	—	+18(-)
Ogółem:	79,9	54,9	—	86,2	70,5	—	+7(+22)

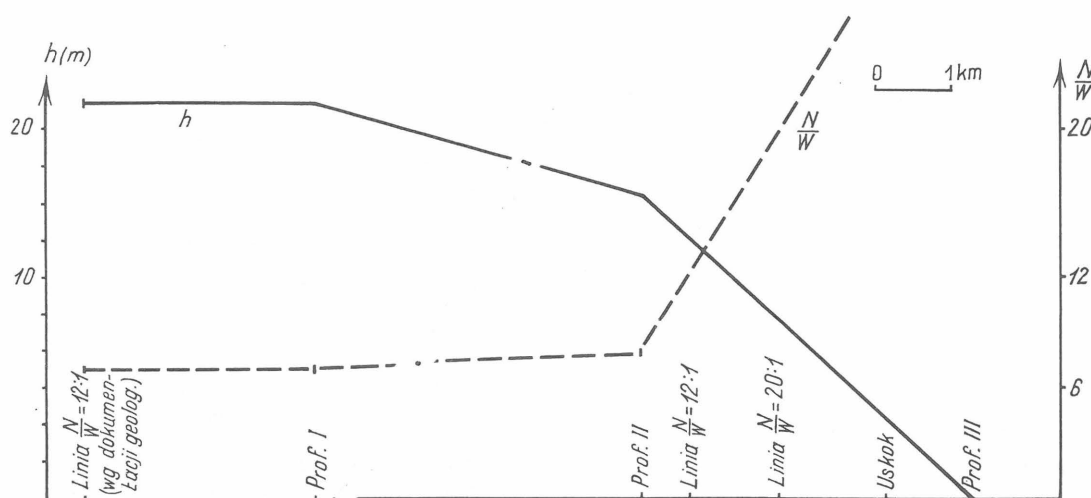
większą ich miąższość. Dane o tych pokładach podano w kolumnie 3, tab. I, a dla porównania dane wiertnicze podano w kolumnie 6. Średnio różnica dla wszystkich otworów wynosi +22%.

Za otwory bilansowe przyjmowano te, w których stosunek nadkładu do złoża był nie większy niż 12:1. Natomiast otwór był pozabilansowy jeśli $12:1 < \frac{N}{W} \leq 20:1$.

Ponieważ dokumentacja rozpatrywanego złoża była opracowana wg starych kryteriów, gdzie za bilansowe przyjmowano te otwory, dla których $\frac{N}{W} \leq 10:1$, a za pozabilansowe, gdy $10:1 < \frac{N}{W} \leq 12:1$, zatem porównaniu pod-

legało bilansowe złoża wg nowych kryteriów z bilansowym i pozabilansowym według starych kryteriów.

Dla ustalenia zasobów na podstawie danych geofizycznych obliczono powierzchnię złoża przyjmując granice boczne rowu według danych grawimetrycznych na profilach (przekrójach) I, II i III. Ze względu na wąski i wydłużony kształt powierzchni złoża przyjęto, że miąższość złoża w poprzecznym przekroju rowu jest stała i równa średniej miąższości, wyznaczonej w poszczególnych otworach w danym przekroju. Natomiast wzdłuż rowu między przekrojami miąższość zmienia się liniowo. Nanosząc odpowiednie dane z tab. I otrzymano na ryc. 4 zmianę miąższości złoża wzdłuż rowu (krzywa 4). Ponieważ obrazano również resztkowej na ryc. 1 wskazuje, że warunki zło-



Ryc. 4. Zmiany miąższości bilansowych, zasobów węgla brunatnego — h i współczynnika $N:W$ wzdłuż rowu Nakła.

Fig. 4. Changes in thickness of economic brown coal seams (h) and coefficient $N:W$ along the Nakło trough.

DANE O ZŁOŻU NA PROFILACH (PRZEKROJACH)
POPRZECZNYCH

Profil	Miąższość średnia m		N:W	
	wg geofiz.	wg wierceń	wg geofiz.	wg wierceń
Linia N:W = 12:1	21,4	12,8	7,0:1	12,0:1
I	21,4	20,8	7,0:1	7,1:1
II	16,4	19,1	7,8:1	6,4:1
Linia N:W = 12:1	14,0	—	12,0:1	—
Linia N:W = 20:1	9,6	—	20,0:1	—
Uskok	4,4	—	29,0:1	—
III	0	0	—	—

zowe w kierunku NW od profilu I raczej się poprawiają przyjęto ostrożnie, że miąższość złoży w tym kierunku pozostaje stała i równa się miąższości na profilu I. Na ryc. 4 naniesiono również wartości stosunku $\frac{N}{W}$ na profilach I i II.

Z geofizycznego punktu widzenia nie ma podstaw, aby zakładać jakąś zmianę stosunku $\frac{N}{W}$ w kierunku na NW od profilu I; przyjęto więc za dokumentację geologiczną (ryc. 5) skraj złoży na linii $\frac{N}{W} = 12:1$. Natomiast lokalizację linii $\frac{N}{W} = 12:1$ i $20:1$ na SE od profilu II podano na podstawie nakreślonego na ryc. 4 przebiegu zmian miąższości złoży oraz przy założeniu, że miąższość nakładu na odcinku rowu między profilem II i uskokiem nie zmienia się i jest taka jak na profilu II.

Dane o miąższości złoży i stosunku $\frac{N}{W}$ dla charakterystycznych linii i profili (przekrojów) poprzecznych do rowu, wykorzystane do obliczenia zasobów, podano w tab. II.

Obliczona powierzchnia złoży bilansowego, dla którego $\frac{N}{W} \leq 12:1$ wynosi 9,76 km², a zasoby 225,6 mln t. Po-

wierzchnia złoży pozabilansowego, dla którego $12:1 < \frac{N}{W} \leq 20:1$ jest równa 1,75 km² a zasoby 24,6 mln t.

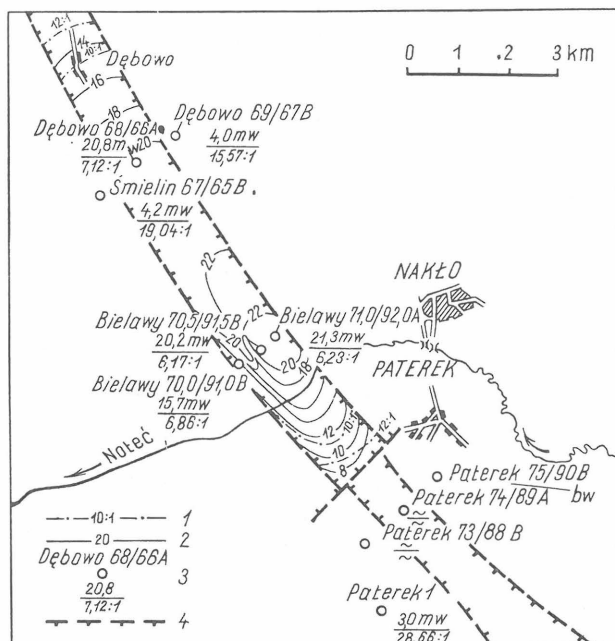
Tak wyliczone zasoby bilansowe można zestawzić z sumą zasobów bilansowych i pozabilansowych, wyznaczonych w dokumentacji geologicznej według starych kryteriów bilansowości. Wynoszą one (9, 10) 275,9 mln t, a różnica w stosunku do zasobów geologicznych osiąga 18%. Wynika ona zarówno z różnic w wyznaczonych miąższościach, jak również z odmiennego sposobu interpolacji miąższości i stosunku $\frac{N}{W}$, co widoczne jest na ryc. 3 i 5.

B. Złoże Poniec – Krobia.

Obszar złoży znajduje się między Lesznem, Gostyniem i Rawiczem (woj. leszczyńskie), między rowami tektonicznymi Gostynia, Rawicza i Leszna – Góry. Złoże występuje w utworach miocenu i ma charakter pokładowy. Zostało ono zbadane rzadką siatką wierceń, a jego zasoby prognostyczne oszacowano w dokumentacji geologicznej (11). W 11 otworach wykonano pomiary geofizyki wiertniczej (ryc. 6, E. Kudaś, 1977 – fide M. Piwocki – 11).

Dla porównania zasobów wyznaczonych na podstawie wierceń i geofizyki wiertniczej autorzy, podobnie jak na złożu Nakła, ponownie przeanalizowali profile pomiarów geofizycznych w otworach, a wyniki wydzielonych warstw węgla brunatnego podali w tab. III. Różnice między miąższościami sumarycznymi węgla brunatnego dla otworów wyznaczonymi geofizycznie i na podstawie wierceń zmieniają się od -17 do +18%. Ogólnie dla 11 otworów nie stwierdzono różnicy w miąższościach sumarycznych węgla, wyznaczonych z wierceń i geofizyki wiertniczej. Natomiast różnica w ogólnej miąższości pokładów bilansowych dla wszystkich otworów wynosi 2%. Dla poszczególnych otworów różnice te są znacznie większe i zawierają się w przedziale od -36 do +55%. Szczególnie różnice miąższości w otworze Rokosowo 4-P spowodowały, że otwór ten okazał się według danych geofizycznych niebilansowy ($\frac{N}{W} > 20:1$), co pociągnęło za sobą istotne zmiany zasięgu i powierzchni złoży bilansowego i pozabilansowego (ryc. 6 i 7).

Do wyznaczenia zasobów według geofizyki wiertniczej przyjęto w otworach, gdzie nie było pomiarów geofizycznych miąższości i głębokości wyznaczone według wierceń. Zasoby obliczono, podobnie jak w dokumentacji geologicznej złoży, metodą średniej arytmetycznej w polu ograniczonym konturem obszaru Poniec – Krobia oraz odpowiednimi izoliniami stosunku $\frac{N}{W}$. Zestawienie wyni-



Ryc. 5. Mapa prognostycznych zasobów węgla brunatnego (D_1) I i II grupy pokładów w złożu Nakło.

1 – izolinie współczynnika N:W, 2 – izolinie bilansowej miąższości węgla brunatnych I i II grupy pokładów, 3 – otwory wierciennicze z podaną sumaryczną grubością pokładów bilansowych i wartością N:W, 4 – uskoki rowu Nakła. Zasoby bilansowe w obrębie izolinii N:W = 10:1, zasoby pozabilansowe w obrębie izolinii N:W = 12:1 i 10:1.

Fig. 5. Map of prognostic resources (D_1) of the brown coal seams groups I and II in the Nakło deposit.

1 – isolines of coefficient N:W, 2 – isolines of economic thickness of brown coal seams of the groups I and II, 3 – boreholes and summative thickness of economic coal seams and value N:W, 4 – faults of the Nakło trough.

Economic resource are delineated by isoline N:W = 10:1 and the subeconomic – by N:W = 12:1 and 10:1.

Tabela III

ZESTAWIENIE MIĄŻSZOŚCI WARSTW WĘGLA BRUNATNEGO I WSPÓŁCZYNNIKA N:W DLA REJONU PONIEC – KROBIA, WG DANYCH GEOFIZYCZNYCH I GEOLOGICZNYCH

Nazwa i numer otworu	Dane wg geofizyki wiertniczej			Dane wg próbek wiertniczych			Różnice w % dot. miąższości sumarycznej i miąższości bilansowych
	miąższość sumaryczna (m)	miąższość pokładów bilansowych z przeros-tami (m)	N:W	miąższość sumaryczna (m)	miąższość pokładów bilansowych z przeros-tami (m)	N:W	
1	2	3	4	5	6	7	8
Oporowo 1-P	26,6	23,1	$\frac{177,4}{23,1} = 7,7:1$	23,9	17,8	$\frac{170,6}{17,8} = 9,6:1$	-11(-30)
Pijanowice 2-P	35,6	23,6	$\frac{194,2}{23,6} = 8,2:1$	36,5	23,3	$\frac{196,9}{23,3} = 8,5:1$	+2(-1)
Śmiłowo 3-P	23,7	15,6	$\frac{197,7}{15,6} = 12,7:1$	20,3	11,5	$\frac{139,6}{11,5} = 12,1:1$	-17(-36)
Rokosowo 4-P	19,8	4,2	$\frac{108,4}{4,2} = 25,9:1$	24,1	9,4	$\frac{104,6}{9,4} = 11,1:1$	-18(+55)
Rojęczyn 5-P	16,6	3,8	$\frac{110,0}{3,8} = 28,9:1$	14,3	4,9	$\frac{110,0}{4,9} = 22,4:1$	-16(+22)
Dzięczyna 6-P	10,4	—	—	11,0	—	—	+5(-)
Trzebosz 8-P	11,9	—	—	11,4	—	—	-4(-)
Kuczyna 1-K	19,8	12,0	$\frac{115,6}{12,0} = 9,6:1$	18,0	11,2	$\frac{116,8}{11,2} = 10,4:1$	-10(-7)
Skoraszewice 2-K	12,4	7,8	$\frac{156,4}{7,8} = 20,0:1$	14,5	11,8	$\frac{160,6}{11,8} = 13,6:1$	+14(+34)
Dąbrówka 5-K	23,4	8,6	$\frac{229,6}{8,6} = 26,7:1$	24,6	10,7	$\frac{227,1}{10,7} = 21,2:1$	+5(+20)
Roszkówko 6-K	17,0	8,1	$\frac{105,1}{8,1} = 13,0:1$	17,7	8,3	$\frac{101,6}{8,3} = 12,2:1$	+4(+2)
Ogółem:	217,2	106,8	—	216,3	108,9	—	0(+2)

Tabela IV

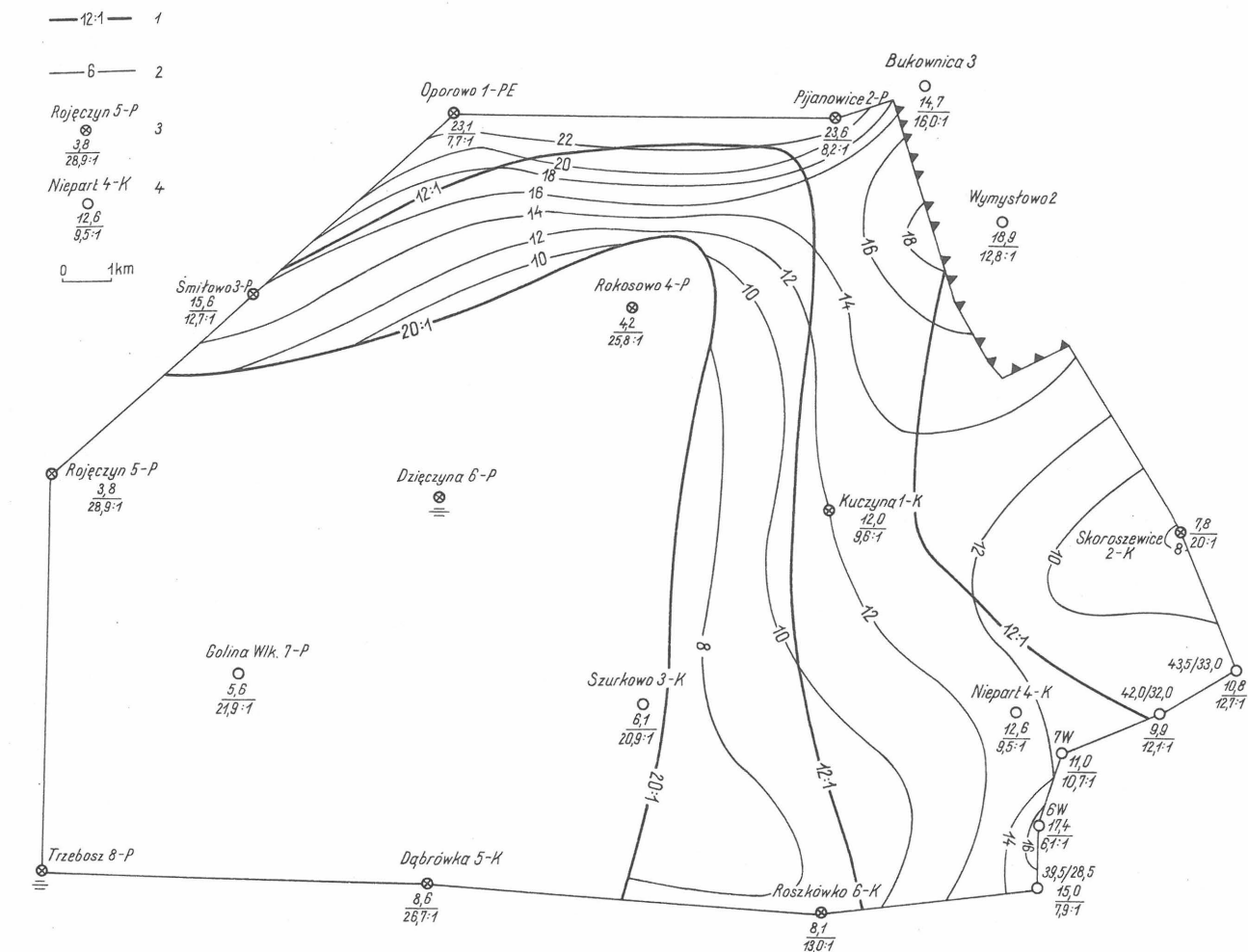
ZESTAWIENIE ZASOBÓW OKREŚLONYCH WG GEOFIZYKI WIERTNICZEJ I WG WIERCEŃ

Rodzaj zasobów	Powierzchnia, km ²			Wielkość zasobów, mln t		
	wg geofiz.	wg wierceń	różnica względna %	wg geofiz.	wg wierceń	różnica względna %
A. Złoże: Paterek – Nakło – Dębowo						
Bilansowe	9,76	13,34	27%	225,60	275,90	18%
Pozabilansowe	1,75	—	—	24,57	—	—
Razem	11,51	13,34	14%	250,17	275,90	10%
B. Złoże: Poniec – Krobia						
Bilansowe	62,20	97,90	36%	1057,00	1750,00	40%
Pozabilansowe	107,10	92,80	-15%	1401,00	1314,00	-7%
Razem	169,30	190,70	11%	2458,00	3064,00	20%

ków obliczeń podaje tab. IV. Zasoby złoża bilansowego są mniejsze według geofizyki o 40%, w stosunku do złoża wyznaczonego według wierceń. Natomiast zasoby złoża pozabilansowego są odpowiednio większe o 7%.

W tab. V zestawiono ilości wydzielonych warstw węgla i ich ogólne miąższości na podstawie pomiarów geofizyki wiertniczej i danych z wierceń dla obydwu złóż. Dane

te obejmują wszystkie wiercenia, w których wykonano pomiary geofizyki wiertniczej. Z zestawienia tego wynika, że ilość wydzielonych warstw węgla brunatnego o miąższościach nie mniejszych niż 0,4 m jest według geofizyki wiertniczej nie mniejsza niż według wierceń zarówno dla złoża Nakło, jak i dla złoża Poniec – Krobia. Może to świadczyć o większej rozdzielczości metod geofizycznych



Ryc. 6. Mapa prognostyczna zasobów węgla brunatnego I i II grupy pokładów w złożu Poniec-Krobia wg danych geofizyki wiertniczej.

1 – izolinie wartości współczynnika N:W, 2 – izolinie miąższości pokładów bilansowych, 3 – otwór wiertniczy z podaną miąższością bilansową i N:W wg danych geofizyki wiertniczej, 4 – jak wyżej, wg próbek wiertniczych.

Fig. 6. Map of prognostic resources of the brown coal seams groups I and II in the Poniec-Krobia deposit after well log data.

1 – isolines of values of coefficient N:W, 2 – isolines of thickness of economic coal seams, 3 – borehole and thickness of economic coal seams and value N:W after well log data, 4 – as above, after core material.

Tabela V

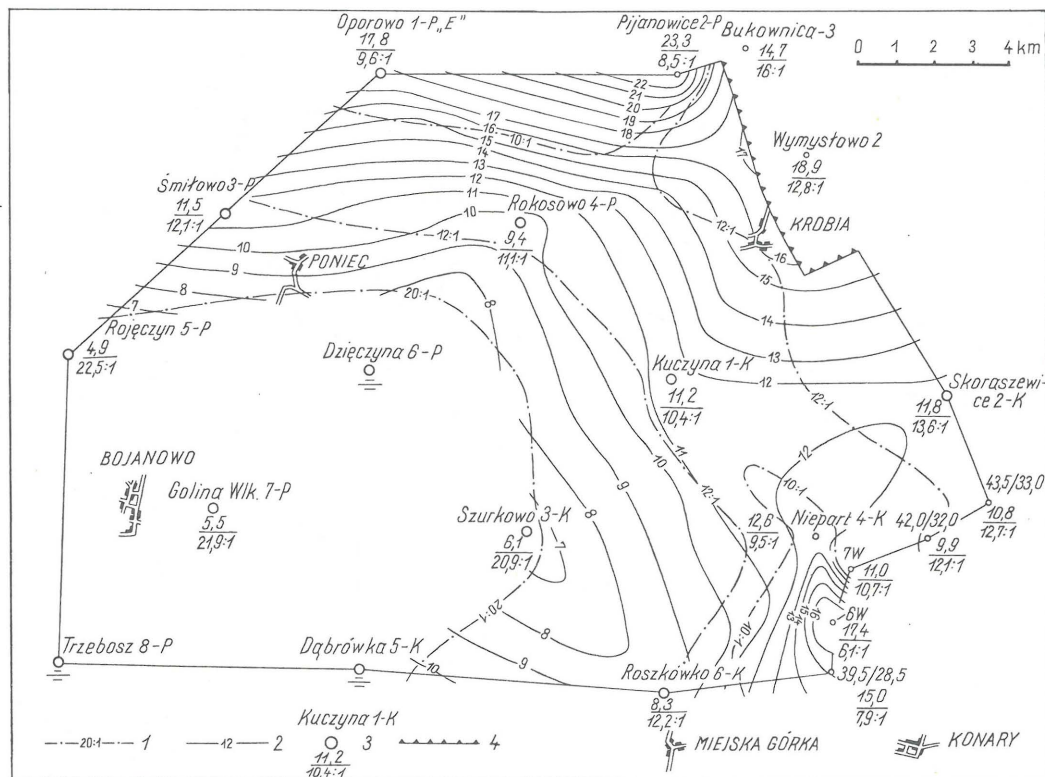
LICZBA WARSTW WĘGLA BRUNATNEGO I SUMARYCZNE MIĄŻSZOŚCI WEDŁUG GEOFIZYKI WIERTNICZEJ I WEDŁUG WIERCEŃ

Złoża	Paterek – Nakło – Dębowo		Poniec – Krobia	
liczba -otworów	6		11	
	wg geofiz.	wg wierceń	wg geofiz.	wg wierceń
Liczba warstw	39	30	108	108
Ogólna miąższość m	79,7	86,1	215,9	216,2
Liczba pokładów o miąższości ≥ 3 m	11	12	18	20
Ogólna miąższość	54,9	66,5	98,7	108,9

w stosunku do wierceń. Ogólna miąższość jest według geofizyki mniejsza niż według wierceń. Wyraźne różnice występują w ogólnej miąższości pokładów bilansowych (o miąższości ≥ 3 m). Również według geofizyki mniejsza jest ilość tych pokładów. Należy tu jednak podkreślić, że te różnice w miąższości pokładów bilansowych, często nieznaczne, mogą spowodować, że cały otwór ze względu na wartość stosunku N:W staje się niebilansowy, a to pociąga za sobą znaczne zmiany w powierzchni złoża i jego

zasobach, tak jak to miało miejsce na złożu Poniec – Krobia (tab. IV).

Należy jednocześnie zauważyć, że złoża węgla brunatnego Nakło i Poniec – Krobia zostały zbadane za pomocą niewielkiej ilości wierceń, a ich zasoby geologiczne określono wstępnie. Na złożu Nakło, leżącym w rowie tektonicznym, otwory rozmieszczono wzdłuż rzadkich linii przekrojów poprzecznych w odstępach 0,5 – 1 km przy odległościach między przekrojami 4,5 km. Złożo Poniec –



Ryc. 7. Mapa prognostycznych zasobów węgla brunatnego (D_2) I i II grupy pokładów w złożu Poniec-Krobia.

1 — izolinie współczynnika $N:W$, 2 — izolinie bilansowej miąższości węgla brunatnych I i II grupy pokładów, 3 — otwory wiertnicze z podaną sumaryczną grubością pokładów bilansowych i wartością $N:W$, 4 — uskoki rowu Gostynia. Zasoby bilansowe na obszarze ograniczonym izoliną $N:W = 12:1$, zasoby pozabilansowe na obszarze ograniczonym izolinami $N:W = 12:1$ i $20:1$.

Fig. 7. Map of prognostic resources (D_2) of the brown coal seams groups I and II in the Poniec-Krobia deposit.

1 — isolines of coefficient $N:W$, 2 — isolines of economic thickness of brown coal seams groups I and II, 3 — borehole and summative thickness of economic coal seams and value $N:W$, 4 — faults of the Gostyń trough.

Economic resources are delineated by isoline $N:W = 12:1$, and the subeconomic — by $N:W = 12:1$ and $20:1$.

Krobia zbadano rzadką siatką otworów wiertniczych, w odstępie 8 km z otworem w środku oczka siatki, czyli praktycznie ukośną siatką kwadratową o boku 5,6 km. Wielkość zasobów geologicznych węgla brunatnego obydwu złóż określono szacunkowo. Należą one do grupy zasobów prognostycznych (D_1 , D_2) i należy zdawać sobie sprawę, że mogą się one znacznie różnić od zasobów udokumentowanych w wyższych kategoriach rozpoznania (C_2 , C_1 , B). Różnice te, zwłaszcza przy mniej regularnych złożach, mogą dochodzić do 50%, a nawet mogą być wyższe. Wynikają one z różnego stopnia dokładności poznania złoża w trakcie kolejnych faz rozpoznania jego formy i budowy oraz cech jakościowych.

WNIOSKI I PROPOZYCJE

Na podstawie przedstawionych materiałów analitycznych oraz doświadczenia w geologicznych badaniach poszukiwawczych i rozpoznawczych złóż węgla brunatnego autorzy postulują konieczność szerszego wykorzystania metod geofizycznych, w szczególności geofizyki wiertniczej, dla celów dokumentowania złóż węgla brunatnego. Chodzi mianowicie o zalegalizowanie, w formie odpowiednich przepisów i instrukcji, równoległego wykorzystania materiałów geofizycznych, geologicznych i danych wiertniczych przy dokumentowaniu złóż. Dotyczyć to powinno:

- wykorzystania materiałów grawimetrycznych i sejsmicznych (o ile istnieją) do wyznaczania konturów złóż zalegających w rowach tektonicznych lub zagłębieniach erozyjnych, a ujawniających się w obrazie grawimetrycznym w formie anomalii lokalnych;
- traktowania wyników profilowania geofizycznego otworów wiertniczych jako materiałów podstawowych przy wydzielaniu pokładów węgla brunatnego oraz określaniu głębokości ich zalegania i miąższości z jednoczesnym pełnym wykorzystaniem danych głębokościowych z opisu próbek wiertniczych;
- uwzględniania tych danych przy ocenie geologicznych zasobów złóż węgla brunatnego.

W konsekwencji wydzielanie pokładów o grubości bilansowej, przerostów płonnych oraz określanie liniowego stosunku grubości nadkładu wraz z przerostami do miąższości węgla ($N:W$), dla poszczególnych otworów wiertniczych powinno się opierać zarówno na wynikach pomiarów geofizycznych w odwiertach, jak i danych z opisu zmienności litologicznej próbek wiertniczych (rdzeni). Dane te powinny być ze sobą ściśle skorelowane przy jednoczesnym wykorzystaniu rezultatów analiz chemiczno-technologicznych próbek węgla brunatnego. Na podstawie otrzymanych w ten sposób informacji należy ustalać zasoby geologiczne złóż węgla brunatnego i dokonywać oceny ich bilansowości.

LITERATURA

1. Ciuk E. — Złoże węgla brunatnego w okolicy Złoczewa w woj. łódzkim. Kwart. Geol. 1965 nr 2.
2. Ciuk E. — Geologiczne podstawy dla nowego zagłębia węgla brunatnego w strefie rowu tektonicznego Poznań—Czempin—Gostyń. Prz. Geol. 1978 nr 10.
3. Ciuk E. — Tektonika rowu Kleszczowa i jej wpływ na warunki powstania złoża węgla brunatnego. Przew. 52 Zjazdu PTG. Bełchatów 11—14.09.1980 r. Wyd. Geol.
4. Dąbrowski A. — System rowów trzeciorzędowych w obrazie gravimetrycznym. Prz. Geol. 1980 nr 3.
5. Grieczuchin W.W. — Геофизические методы исследования угольных скважин. Wyd. 2, Izd. Niedra. Moskwa 1970.
6. Grieczuchin W.W. — Изучение угленосных формаций геофизическими методами. Izd. Niedra. Moskwa 1980.
7. Marzec M. — Wstępne rozpoznanie trzeciorzędu w rejonie Czarnków—Szamotuły—Poznań. Kwart. Geol. 1964 nr 2.
8. Orientacyjna ocena występowania złóż węgla brunatnego na obszarze południowo-zachodniej części Niżu Polskiego. Opracowanie zespołowe. Komisja Rzeczozn. SNTI i T Przem. Naft. Kraków 1979 (maszynopis).
9. Piwocki M. — Dokumentacja geologiczna poszukiwań złóż węgla brunatnego w rejonie Paterek—Nakło—Dębowo woj. bydgoskie. CADG Inst. Geol. Warszawa 1977 (maszynopis).
10. Piwocki M. — Warunki geologiczne i perspektywy wykorzystania złoża węgla brunatnego w rejonie Nakła nad Notecią. Prz. Geol. 1978 nr 10.
11. Piwocki M. — Dokumentacja geologiczna poszukiwań złóż węgla brunatnego w rejonie Poniec—Krobia, woj. leszczyńskie. CADG Inst. Geol. Warszawa 1979 (maszynopis).
12. Szymborski A. — Metodyka pomiarów z dziedziny geofizyki wiertniczej na złożach węgla brunatnych. Tech. Poszuk. 1963 nr 8.
13. Szymborski A. — Wyznaczenie zapopielenia węgla brunatnych na podstawie profilowania gamma-gamma. Nukleonika, 1968 nr 4—5.
14. Szymborski A. — Badania możliwości oznaczania popielności węgla brunatnego metodami radiometrii wiertniczej. Biul. Inst. Geol. 1972 nr 266.

SUMMARY

The range of well log materials at present used in search and recognition of brown coal deposits is discussed and the methods of identification of brown coal seams on the basis of well log data and core material are briefly treated. The differentiation of coal seams on the basis of well logging is shown to be highly objective, which makes it necessary to use them on much wider scale in documentation of brown coal deposits. For comparative purposes, brown coal resources were estimated for two deposits. One deposit occurs in tectonic trough in the vicinities of Nakło and the other, of the layer type, in the vicinities of Leszno. The analysis showed marked differences in resources established on the basis of borehole data and geophysical measurements, especially in the case of economic deposits. The latter appeared underestimated for economic parts of the deposits at about 18% for the Nakło deposit and about 40% for the Leszno deposits.

In concluding, the authors propose to treat results of well logging as basic material in estimating brown coal deposit resources, providing that borehole data are fully used.

РЕЗЮМЕ

В статье представлены пределы применения материалов скважинной геофизики в поисках и разведке месторождений бурого угля. Описана методика выделения пластов бурого угля на основании данных скважинной геофизики и данных полученных из буровых кернов. Из-за большой объективности выделения угольных пластов путём геофизических измерений необходимо более широкое использование геофизических данных при документировании запасов месторождений бурого угля. Для сравнения была проведена оценка запасов бурого угля в двух месторождениях. Первое из них находится вблизи местности Накло, в тектонической впадине, второе — вблизи местности Лешно — имеет форму пластового месторождения.

Проведенный анализ выказал большие различия, особенно в балансовом месторождении, между запасами определёнными на основании буровых работ и на основании геофизических измерений. Запасы, определённые геофизическими методами, меньше на 18% в балансовой части первого месторождения и на 40% — второго месторождения.

В заключении авторы предлагают принять результаты геофизических измерений в скважине в качестве основных материалов для оценки запасов месторождений бурого угля, с одновременным использованием данных полученных при бурении скважин.