

Sejsmiczne badania refleksyjne dla rozpoznania płytkich złóż węgla brunatnego na przykładzie prac w rejonie złoża „Piaski” koło Konina

Jerzy Dec*, Ryszard Ślusarczyk*

Reflection seismic investigations for prospecting shallow brown coal deposit exemplified by exploration work in the area of "Piaski" deposit near Konin (central Poland). Prz. Geol., 49: 692–697.

Summary. This paper discusses possibilities of detecting a brown coal seam about 10 meters thick, based on of high resolution seismic reflection measurements. The criteria for detecting brown coal seam based on a map of acoustic impedance and comparison of theoretical seismic image with that recorded in the Piaski deposit are presented.

Key words: brown coal seams, seismic reflection, "Piaski" deposits, Konin area

Węgiel brunatny będący ważnym surowcem energetycznym ma istotne znaczenie we współczesnej gospodarce Polski. Spośród udokumentowanych złóż poważną rolę odgrywają złoża występujące w lądowych utworach trzeciorzędowych. Najważniejszymi rejonami węglonośnymi w Polsce, dającymi obecnie wydobyte węgla, są obszary koniński i adamowski, bełchatowski oraz turowski.

Z występujących tu pokładów węgla do eksploatacji zakwalifikowane są te, które w złożach bilansowych spełniają takie kryteria jak: maksymalna głębokość spągu do około 350 m, minimalna miąższość 3 m, czy też miąższość nadkładu nie większa niż 12 miąższości pokładu.

Utwory trzeciorzędowe, zawierające pokłady węgla, tworzą pokrywę o miąższości od 50 do 100 m, maksymalnie do 450 m, leżącą na utworach starszego podłoża, głównie mezozoicznego. Formacja węglonośna obejmuje utwory od górnego paleocenu aż po górny miocen. Budują ją piaski, mułki i ily, wśród których występuje siedem różnowiekowych poziomów węglonośnych utworzonych zwykle przez wiązki pokładów.

Nadkład formacji węglonośnej stanowią pliocenkie, zielone ily z przewarstwieniami piasku pylastego oraz gliny zwałowe i piaski fluwioglacjalne czwartorzędowe wypełniające często rynnny erozyjne w podłożu trzeciorzędowym.

Miąższość formacji węglonośnej i samych pokładów węgla jest uzależniona od morfologii starszego podłoża. Synsedymencyjne ruchy tektoniczne powodowały tworzenie obniżen i rowów, w których często miała miejsce wzmoczona akumulacja węgla. Podobnie w przypadku obniżen erozyjnych podłoża spotyka się zwiększone miąższości węgla. Charakterystyczny obraz złoża węgla przedstawia przekrój geologiczny złoża Chełmce (ryc. 1).

W rejonie konińskim w podłożu formacji węglonośnej występują margle i wapienie górnokredowe leżące na głębokości od 20–30 m do 100–150 m. W obrębie utworów trzeciorzędu reprezentowanych przez piaski i mułki, występujące pokłady węgla mają miąższość od 3 do 20 m, średnio 6–9 m. Nadkład tworzą tu utwory ilaste górnego miocenu i pliocenu. Trzeciorzęd jest przykryty glinami zwałowymi i piaskami fluwioglacjalnymi o zmiennej miąższości od 20 do 60 m, miejscami wypełniającymi

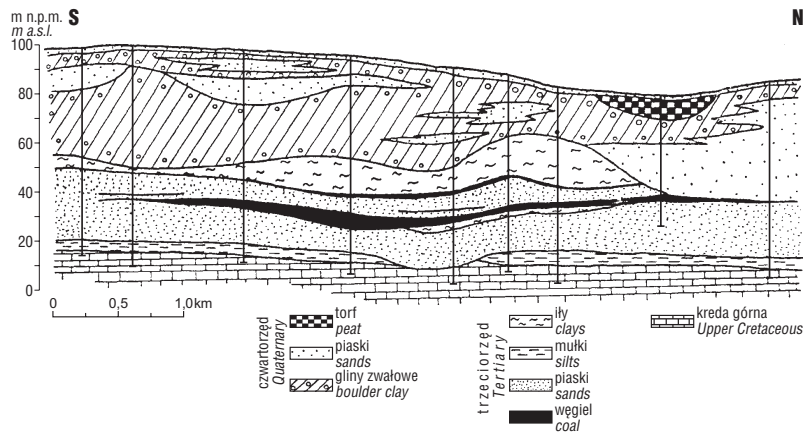
głębokie rynnny erozyjne wcięte aż do pokładu. Średni stosunek miąższości nadkładu do grubości pokładu wynosi w tym rejonie od 2.8 do 5.7, a w przypadku złóż nie zagospodarowanych od 7.2 do 9.2. Złoża w przekroju mają postać soczewkową o nieregularnym konturze (Nieć, 1996).

Taka budowa geologiczna, z uwagi na właściwości fizyczne skał występujących w profilu, powoduje, że w modelu sejsmogeologicznym ośrodek łatwo powinny się wyróżniać granice sejsmiczne, które istnieją między warstwami o różnych wartościach, tzw. twardości akustycznej czyli iloczynu gęstości i prędkości. Takimi granicami w profilu pionowym złoża węgla brunatnego z rejonu Piasków powinny być granice związane ze stropem podłoża kredowego oraz stropem i spągami warstwy węgla. Jak wynika z badań przeprowadzonych *in situ* (Dokumentacja ZG AGH, 1994), utwory kredowe (margle) mają podwyższoną wartość twardości akustycznej ($v = 2520$ m/s, $r = 2.52$ g/cm³) względem trzeciorzędowego ilasto-piaszczystego nadkładu ($v = 1830$ m/s, $r = 2.39$ g/cm³). Natomiast pokład węgla ma tę wartość wyraźnie obniżoną względem skał go otaczających ($v = 1220$ m/s, $r = 0.9$ g/cm³).

Decydujący wpływ na rejestrowane w ośrodkach węglowych pole falowe mają: cienkowarstwowa, z sejsmicznego punktu widzenia, budowa ośrodków (warstwy o miąższościach od centymetrów do kilkudziesięciu metrów) oraz występowanie silnych granic sejsmicznych. Dla zinterferowanego zapisu sejsmicznego nie obserwuje się prostej zależności pomiędzy budową sejsmogeologiczną a rejestrowanym polem falowym, co powoduje, że wykorzystanie danych sejsmicznych do kartowania pokładów węgla, czy też śledzenia mikrotektoniki złoża wymaga określenia związku pola falowego z pokładami węgla, określenia roli fal jedno- i wielokrotnych w formowaniu tego pola oraz doboru rozdzielczości zapisu sejsmicznego do charakteru budowy geologicznej i stawianego zadania geologiczno-górniczego (Pietsch, 1988).

Drogą do rozwiązania tych problemów są modelowania teoretyczne. Modelowania sejsmiczne jednowymiarowe (sejsmogramy syntetyczne) umożliwiają nie tylko rozpoznanie podstawowych składników pola falowego i określenie roli jaką w jego tworzeniu odgrywają poszczególne elementy złoża, ale również pozwalają na ocenę przydatności wybranych wariantów metodycznych, przy rozwiązywaniu konkretnych zadań. Danymi wejściowymi do obliczania sejsmogramów syntetycznych są modele sejsmogeologiczne górotworu, które opracowuje się na pod-

* Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków



Ryc. 1. Przekrój geologiczny przez złożę węgla brunatnego Helmece w rejonie Konińskim (wg Ciuka & Piwockiego, 1990)

Fig. 1. Geological cross-section through of Helmece brown coal deposit — region Konin (Ciuk. & Piwocki, 1990)

stawie danych geologiczno-geofizycznych z odwiertów (litologia warstw, prędkości i gęstości warstwowe) oraz sygnały sejsmiczne (sygnały teoretyczne, albo sygnały ekstrahowane z rejestrowanego zapisu sejsmicznego).

Wyjaśnienie natury pola falowego rejestrowanego w zagłębieniach węglowych nie jest jednoznaczne z możliwością wykorzystania zapisu sejsmicznego do kartowania pokładów węgla. Obliczone dla modeli teoretycznych seismogramy syntetyczne nie wykazują jednoznacznej korelacji z rozkładem współczynników odbicia opisującym model seismogeologiczny, w którym występują cienie warstwy o zasadniczo różnych impedancjach akustycznych, w porównaniu z warstwami sąsiadującymi. Główną przyczyną niezgodności jest zbyt mała rozdzielczość zapisu sejsmicznego w stosunku do cienkowarstwowej budowy ośrodka. (Ślusarczyk, 1988)

Rozdzielczość zapisu uzyskiwanego od samego pokładu jest uzależniona od jego miąższości. Przy małej miąższości w obrazie interferencyjnym strop i spąg mogą zaznaczać się jako jedna granica. Ze wzrostem miąższości

możliwość rozdzielania tych granic wzrasta, a refleksy od stropu węgla powinny mieć odwróconą polaryzację. W przypadku wyklinowujących się pokładów (soczewki) może to być wskaźnikiem obecności węgla w badanym przekroju. Przy znacznej grubości pokładu węgla (powyżej 20 m) dodatkowo może zaznaczać się tłumiące oddziaływanie pokładu (Dec i in., 1984).

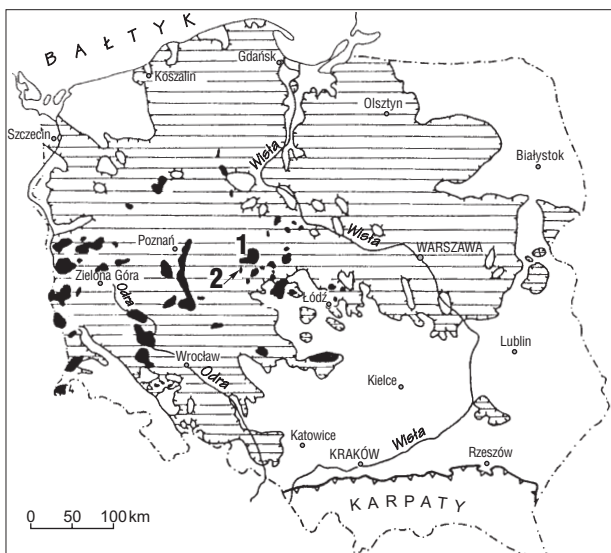
Z powyższych rozważań wynika potrzeba dobrania takiej rozdzielczości zapisu, która zapewniłaby rozwiązanie postawionego zadania. W przypadku płytkich złóż węgla brunatnego celem badań będzie wykrycie obecności węgla i określenie jego przybliżonej miąższości.

Oczywiście badania sejsmiczne nie są jedyną metodą dla rozpoznania złóż węgla brunatnego. Stosowane inne badania geofizyczne (Królikowski & Twarogowski, 1988) np. grawimetryczne mogą też skutecznie określać strefy zagłębień i występowanie złoża, zwłaszcza przy dużej miąższości pokładu. Jednak w przypadku soczewek węgla o małych rozmiarach stwierdzenie obecności węgla i rozwarstwienie ośrodka jest zazwyczaj niemożliwe.

Oprócz złóż udokumentowanych, jest wiele znanych małych złóż, lecz budzących zainteresowanie ze względu na możliwość ich eksploatacji na potrzeby lokalne. Przykładem takim może być złożo Piaski k. Konina. Dlatego uznaliśmy, że ważnym zagadnieniem jest określenie możliwości odwzorowania modelu złoża o małej miąższości w zapisie sejsmicznym wraz z oceną efektywności badań sejsmicznych wykorzystywanych dla wykrywania i konturowania cienkich pokładów węgla.

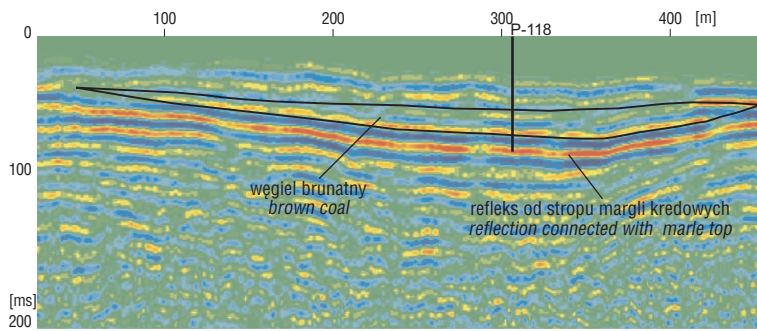
Złożo to występuje w strefie obniżenia erozyjnego podłoża kredowego zbudowanego z margli. Paleodolina rzeczna jest przykryta piaskami trzeciorzędowymi, nad którymi w obniżeniu występuje węgiel w formie nieregularnej soczewki i nieregularnym konturze. Powyżej spotykamy zielone iły pliocenu, a nad nimi piaski i gliny czwartorzędowe. W otworze badawczym Piaski-118 stwierdzono następujący profil geologiczny: gliny i piaski czwartorzędowe (0–34 m), iły zielone (34–44 m), węgiel (44–52 m), piasek pylasty (52–63 m), margle kredowe (poniżej głębokości 63 m).

W centralnej części złożo to charakteryzuje się korzystnym stosunkiem miąższości nadkładu do grubości pokładu wynoszącym ok. 5.5. Ze względu na to, że występowanie



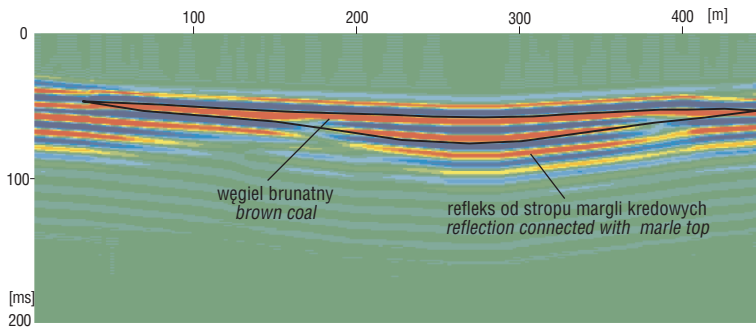
Ryc. 2. Lokalizacja badań sejsmicznych; 1 — złożo Konin, 2 — złożo Piaski

Fig. 2. Localization of seismic investigations; 1 — Konin brown coal deposit, 2 — Piaski brown coal deposit



Ryc. 3. Czasowy przekrój sejsmiczny nad złożem węgla w rzecznej paleodolinie Rzgów k. Konina — złożę Piaski; 1 — węgiel brunatny, 2 — refleks od stropu margli, lokalizacja otworu wiertniczego P—118 (Piaski 118)

Fig. 3. Seismic time section for brown coal deposit inside Rzgów River paleovalley near Konin — Piaski deposit; 1 — brown coal, 2 — reflection connected with marl top, borehole P-118 (Piaski 118)



Ryc. 4. Teoretyczny obraz falowy nad złożem węgla w rzecznej paleodolinie Rzgów k. Konina; 1 — węgiel brunatny, 2 — refleks od stropu margli

Fig. 4. Theoretical wave field for brown coal deposit in the Rzgów river paleovalley near Konin; 1 — brown coal, 2 — reflection connected with marl top

węgla jest związane tu z obecnością przegłębienia erozyjnego, najważniejszym zadaniem staje się kartowanie samego przebiegu paleodolin. Występowanie węgla w formach erozyjnych jest nieregularne. W związku z tym podstawowym problemem jest stwierdzenie, czy w danym miejscu w niecce występuje węgiel, a jeśli tak, to jaki jest poziomy zasięg złoża.

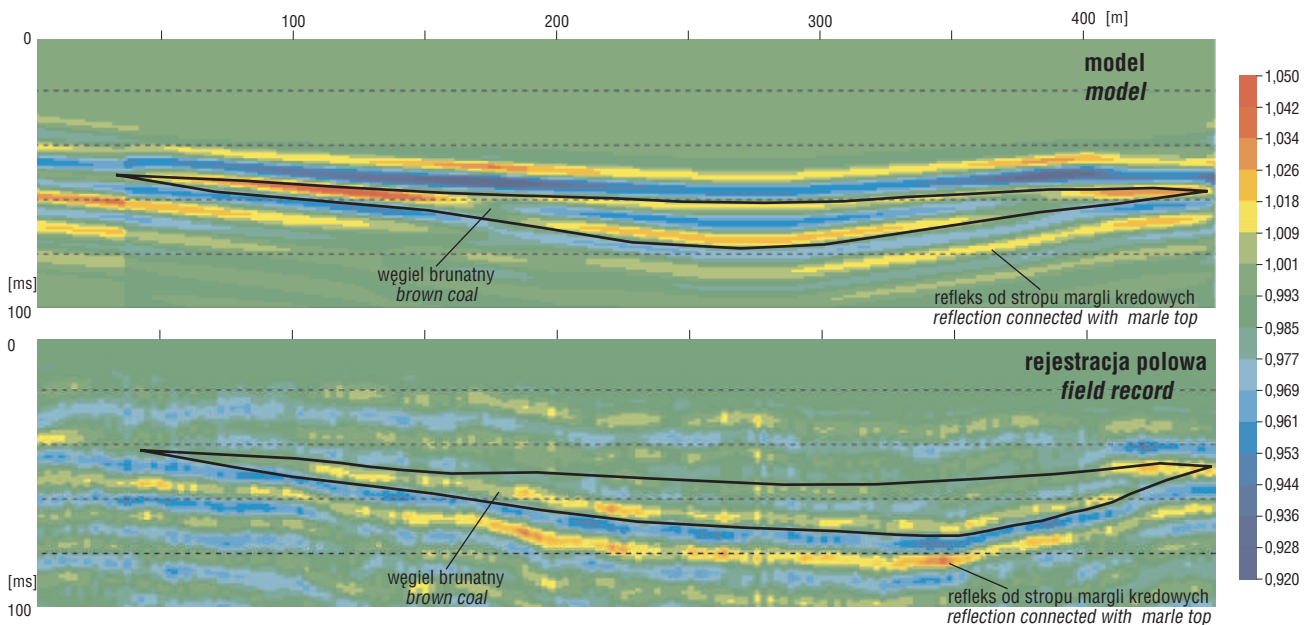
Doświadczalne badania sejsmiczne

Doświadczenia zdobyte w rozpoznaniu złóż węgla metodą wysokorozdzielczej sejsmiki (Pietsch & Ślusar-

czyk, 1992) wskazują, że wyniki badań sejsmicznych dają dokładne odwzorowanie cienkowarstwowej budowy ośrodka skalnego w partii złożowej. Badania te są też bardzo efektywne dla określania stref deformacji górotworu (Ślusarczyk i in., 1997).

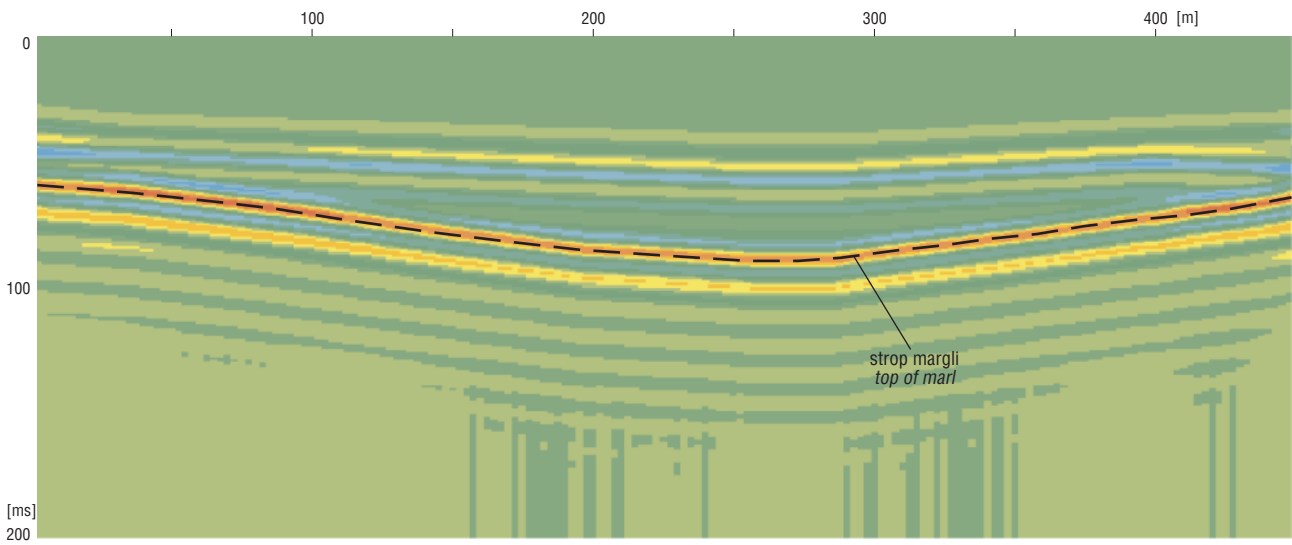
Powierzchniowe, sejsmiczne zdjęcie refleksyjne może być także efektywną metodą w rozpoznawaniu małych, płytkich złóż węgla brunatnego i ich nadkładu (Kasina i in., 1996).

W ramach działalności statutowej Zakładu Geofizyki Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH w celu sprawdzenia przydatności tej metody w



Ryc. 5. Zmiany impedancji nad złożem węgla w rzecznej paleodolinie Rzgów k. Konina; a — model, b — rejestracja polowa; 1 — węgiel brunatny, 2 — refleks od stropu margli

Fig. 5. Impedance variation above coal deposit located in the Rzgów river paleovalley near Konin; a — model, b — field record, 1 — brown coal, 2 — reflection connected with marl top



Ryc. 6. Zmiany impedancji nad paleodoliną rzeczną bez węgla — model strop margli
Fig. 6. Impedance variation above river paleovalley without coal — model of marl top

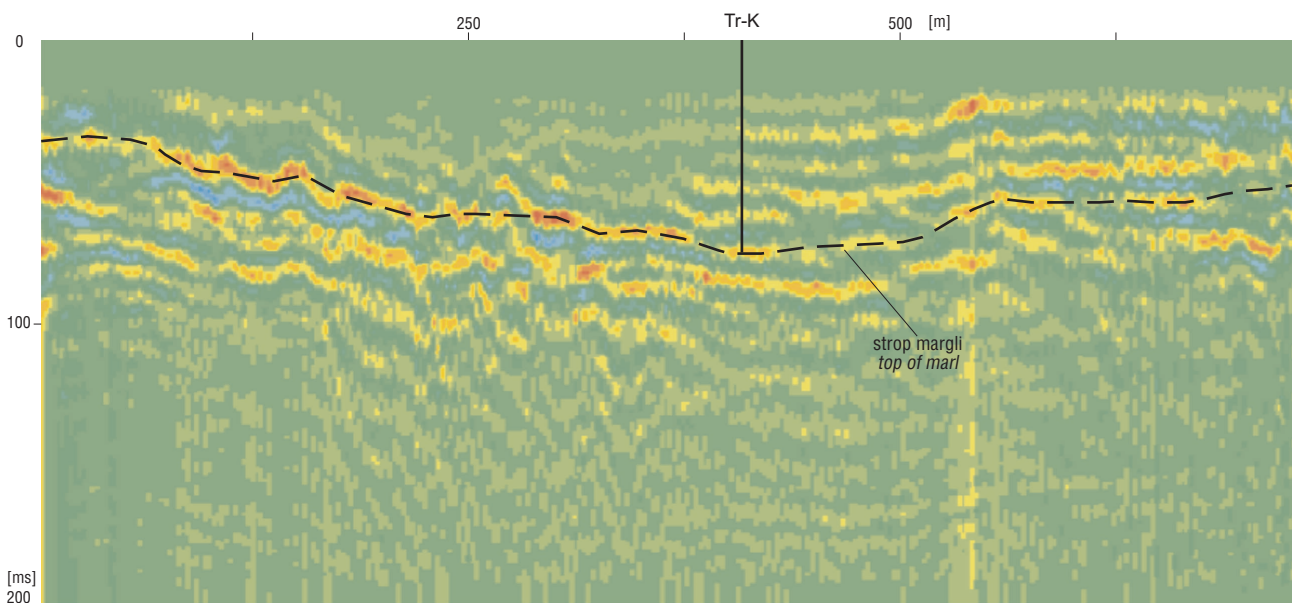
warunkach geologicznych konińskich złóż węgla, wyniki doświadczalnych badań sejsmicznych w rejonie złoża Piaski poddano dokładnej analizie i przetwarzaniu w systemie VISTA (Seismic Image Software Ltd.).

Celem prowadzonych prac doświadczalnych było sprawdzenie efektywności metody sejsmicznej pod kątem kartowania płytkich złóż węgla brunatnego oraz opracowanie optymalnej metodyki badań dla tego rejonu. Badania były ukierunkowane na śledzenie form erozyjnych w podłożu kredowym jako stref perspektywicznych. Istotnym zagadnieniem było też określenie możliwości stwier-

dzenia obecności węgla w utworach trzeciorzędowych na podstawie zapisu sejsmicznego.

Badania zlokalizowano w dwóch rejonach, w obrębie złoża Piaski k. Konina, charakteryzujących się występowaniem obniżen podłoża kredowego (ryc. 2).

W pierwszym rejonie k. Rzgowa otwór Piaski-118 wykazał obecność węgla w profilu trzeciorzędu. W tym miejscu linia badań sejsmicznych, o długości ok. 1 km, przechodziła w sąsiedztwie otworu. W ramach prac doświadczalnych wykonano sondowania refrakcyjne, rozwinięty rozstaw sejsmiczny oraz profilowanie refleksyjne.



Ryc. 7. Zmiany impedancji nad paleodoliną rzeczną bez węgla. Trąbczyn k. Konina; 1 — strop margli, Tr-K otwór kontrolny
Fig. 7. Impedance variation above river paleovalley without coal. Trąbczyn near Konin 1 — marl top, Tr-K control borehole

W drugim rejonie k. Trąbczyna natomiast, morfologia podłoża jak i informacje o ewentualnym występowaniu węgla nie były znane. Dlatego też, by zlokalizować prawdopodobne obniżenia podłoża, należało wykonać dłuższy profil badawczy (ok. 2 km).

W celu określenia morfologii podłoża kredowego oraz utworów trzeciorzędowych, w spodziewanym przedziale głębokości ich występowania (40–80 m) opracowano założenia metodyki profilowania refleksyjnego. W metodyce tej należało wziąć pod uwagę tłumiące oddziaływanie warstw piaszczystych czwartorzędu, a także samego węgla w przypadku jego występowania. Uzyskanie poprawnego zapisu w takich warunkach wymaga grupowania odbiorników i zapewnienia odpowiedniej energii wzbudzanego sygnału, co zamierzano osiągnąć poprzez zastosowanie składania pionowego o dużej krotności. Przewidywana duża zmienność pozioma utworów wypełniających niecki erozyjne wymogła konieczność zastosowania małych odległości pomiędzy kanałami, małych offsetów (osunięcie punktu wzbudzenia od rozstawu) oraz maksymalnej krotności profilowania, przy tak dobranych parametrach rozstawu.

Parametry metodyczne w obu rejonach badań przedstawiały się następująco:

- krok próbkowania zapisu 0.5 ms,
- wzbudzenie udarowe,
- 5-krotne składanie pionowe (sumowanie bez zmiany geometrii pomiarowej),
- odległość pomiędzy kanałami 5 m,
- punktowe grupowanie odbiorników (4 na kanał),
- 12-krotne profilowanie względem wspólnego punktu powierzchniowego (sumowanie przy różnej geometrii pomiarowej).

Uzyskane dane pomiarowe poddano przetwarzaniu, na które składały się następujące procedury: korekta i normowanie tras, filtracja częstotliwościowa rekordów pomiarowych, filtracja formująca rekordów pomiarowych, wprowadzenie poprawek statycznych, wprowadzenie poprawek kinematycznych, automatyczna korekta poprawek statycznych, *muting* (wycinanie), sumowanie tras WPG; filtracja częstotliwościowa sumy, dekonwolucja minimum entropii, obliczenie atrybutów zapisu (amplituda, polaryzacja i częstotliwość chwilowa oraz impedancja).

Na podstawie wyników prac doświadczalnych stwierdzono, że w tych warunkach geologicznych uzyskiwany dla pojedynczego punktu wzbudzenia zapis sejsmiczny jest dość ciągły oraz daje dobre odwzorowanie morfologii podłoża i ułożenia warstw nadległych. Przykład odwzorowania obrazu złoża w zapisie sejsmicznym pokazuje przekrój czasowy (ryc. 2) przechodzący przez otwór badawczy Piaski–118.

Wyniki badań sejsmicznych

Na podstawie głębokościowej korelacji uzyskanego przekroju sejsmicznego z profilem geologicznym otworu Piaski–118, na przekroju sejsmicznym zaznaczono kontur złoża i zidentyfikowano strop utworów marglistych kredy

(ryc. 3). Interpretacja konturu złoża była oparta też na informacjach geologicznych ze starych otworów w linii profilu (brak kart otworów), w których nie stwierdzono węgla. Strop kredy zaznacza się w formie asymetrycznej niecki o maksymalnej głębokości ok. 64 m. Na obrzeżach niecki strop kredy leży na głębokości ok. 40–45 m. Na podłożu kredowym leżą piaski trzeciorzędowe o zmiennej miąższości. Położony na piaskach węgiel o miąższości ok. 8–11 m wyklinowuje się na brzegach przekroju. Strop trzeciorzędu przebiega w formie łagodnej niecki o maksymalnej głębokości ok. 35 m przy otworze Piaski–118. Obraz sejsmiczny, z uwagi na bardzo małe miąższości warstw, ma charakter interferencyjny i jest niejednoznaczny. Dość dużym problemem jest już samo wydzielenie płytkich granic. Stwierdzenie natomiast wiadomej z otworu obecności węgla bezpośrednio na podstawie słabowidocznych anomalii zapisu sejsmicznego jest tu bardzo trudne.

Bazując na danych otworowych i uzyskanym obrazie sejsmicznym zbudowano model złoża, dla którego obliczono teoretyczny, czasowy przekrój sejsmiczny. Model ten skonstruowano jako asymetryczną nieckę wypełnioną węglem, przyjmując w centralnej jej części miąższości warstw takie jak w profilu otworu Piaski–118. Soczewkowe złożo węgla wyklinowuje się też asymetrycznie w obu kierunkach. Parametry fizykomechaniczne skał (prędkość, gęstość) przyjęto na podstawie wyników badań *in situ*.

Jako sygnał źródła przyjęto sygnał mieszanofazowy, zbliżony formą do takiego, jaki uzyskuje się ze źródła udarowego. Na tak otrzymanym przekroju sejsmicznym zaznaczono kontur modelu soczewki węgla (ryc. 4) oraz wskazano granicę podłoża.

W zapisie teoretycznym (ryc. 4) obserwujemy większą dynamikę zapisu niż w przypadku zapisu polowego. Poza tym obraz sejsmiczny jest podobny do obserwowanego na przekroju uzyskanym w trakcie badań polowych (ryc. 3). Widoczne w przypadku modelu, poziome anomalie amplitudy są związane jednak bardziej z interferencją niż z obecnością węgla. Identyfikacja obecności węgla w obu przypadkach jest w dalszym ciągu utrudniona.

Dlatego dla obu przekrojów (teoretycznego i polowego) obliczono rozkłady atrybutów zapisu sejsmicznego, które powinny bardziej uwypuklać anomalie związane z obecnością węgla. Spośród obliczonych atrybutów, tj. amplitudy, częstotliwości, polaryzacji i impedancji, największą zmienność wykazała impedancja i po wstępnej analizie wszystkich atrybutów do dalszych rozważań wybrano właśnie rozkłady tej wielkości. Impedancja, a w zasadzie poprawnie pseudoimpedancja, obliczana na podstawie amplitud kolejnych próbek zapisu, jest miarą twardości akustycznej ośrodka (iloczynu prędkości fali P w skale i gęstości skały). Jest to więc parametr silnie zależny od litologii skały (Taner i in., 1994)

Niewielka zmienność poszczególnych atrybutów wynika z małej miąższości węgla, ponieważ przy takiej miąższości tłumiące oddziaływanie złoża na sygnał sejsmiczny i zmiany jego częstotliwości chwilowej jest zbyt wielkie. Z kolei dość duża interferencja zapisu powoduje, że zmiany amplitudy i polaryzacji chwilowej charakteryzują się małymi anomaliami. W przypadku

impedancji zmienność tej wartości wywołwana jest przez silnie obniżoną twardość akustyczną węgla ($v = 1220$ m/s, $r = 0,9$ g/cm³) względem utworów otaczających. Efektem tego jest występowanie ujemnych anomalii impedancji w obrębie strefie złożowej.

Obliczone wartości impedancji dla modelu i przekroju połowego (ryc. 5a, b) wskazują na występowanie ujemnej anomalii tej wartości w obrębie złoża oraz poziome zmiany wartości w części stropowej złoża. Wartość początkowa impedancji, przyjęta do obliczeń wynosi 1 i stanowi tło (kolor zielony) tak, że wszystkie zmiany odniesione są do tej wartości. W obu przypadkach poniżej spągu złoża zaznacza się ciągle, wyraźne obniżenie wartości impedancji. Wartości związane ze stropem podłoża kredowego w przypadku modelu (ryc. 4a) wykazują poziome zmiany wzdłuż tej granicy. Dla rzeczywistego przekroju (ryc. 4b) zmiany te są mniejsze, aczkolwiek również zaobserwować można anomalne wartości impedancji na granicy trzeciorzęd–kreda.

Gdy z modelu usunie się soczewkę węgla (ryc. 6) i zastąpi utworami piaszczysto-iłastymi typowymi dla trzeciorzędu, wówczas impedancja związana z podłożem ma jednostajny przebieg, a anomalie i poziome zmiany znikają. Zmiany wartości impedancji w obrębie trzeciorzędu są małe.

Podobny do widocznego dla modelu struktury bezwęglowej (ryc. 6) obraz sejsmiczny został zarejestrowany w rejonie Trąbczyna. Stwierdzona badaniami paleodolina (ryc. 7) jest wypełniona utworami piaszczystymi i łąkami trzeciorzędu. W rozkładzie impedancji nie obserwujemy ujemnych anomalii w strefie depresji. Nie ma też wyraźnego, ciągłego obniżenia wartości związanego ze spągami ewentualnego złoża. Nie stwierdzono też obecności węgla w profilu trzeciorzędu wierceniem kontrolnym Tr-K wykonanym w strefie największego pogłębienia paleodoliny. Widoczne powyżej granicy podłoża kredowego podwyższone wartości impedancji (ryc. 7 — prawa część przekroju) są związane z niezgodnie leżącymi utworami iłastymi trzeciorzędu. Impedancja odwzorowuje bowiem względne zmiany twardości akustycznej i dlatego przemienne występowanie iłów i piasków powoduje jej wzrost na poziomach iłastych.

Wnioski

Mając na uwadze uzyskane wyniki badań sejsmicznych można stwierdzić, że profilowania refleksyjne zastosowane do kartowania płytkiego podłoża kredowego są metodą efektywną i w pełni nadają się do rozpoznania jego morfologii i ewentualnej tektoniki. Zastosowanie powyższych badań dla określania form erozyjnych w stropie kredy daje wyniki dokładne i jednoznaczne.

W celu stwierdzenia obecności węgla, kartowanie pokładu, a zwłaszcza jego poziomego zasięgu, interpretacja wyników badań może być nie do końca jednoznaczna. Wynika to z jednej strony z małych miąższości warstw i

obecnej w takich przypadkach dużej interferencji zapisu, jak i z dość dużej, poziomej zmienności wyżej leżących utworów trzeciorzędu i czwartorzędu.

Analizowane dla zapisu połowego i modelu rozkłady atrybutów sejsmicznych amplitudy, częstotliwości i polaryzacji, przy małej miąższości węgla wykazują niewielką zmienność (ze względu na obszerność rysunków nie zamieszczono ich w artykule). Dlatego uważamy, że ich wykorzystanie dla rozpoznania obecności węgla jest mało przydatne.

Zmiany impedancji, odwzorowujące „twardość” warstw, są pomocne przy identyfikacji złoża węgla na podstawie zapisu sejsmicznego. W miejscu występowania soczewki węgla pojawia się ujemna anomalia. Ze względu na interferencyjny charakter zapisu poniżej warstwy złoża można zaobserwować też pozorne anomalie impedancji związanej z podłożem, a wywołane obecnością wyżej leżącej warstwy węgla.

W rozpoznawaniu małych złóż węgla brunatnego badania sejsmiczne powinny wyprzedzać prace wiertnicze, a lokalizacja otworów powinna być dokonywana na podstawie przekroju sejsmicznego, przedstawiającego zmienność impedancji wzdłuż profilu pomiarowego.

Praca wykonana w ramach badań statutowych Zakładu Geofizyki WGGiOŚ AGH w Krakowie (nr umowy 11.11.140.06).

Literatura

- CIUK E. & PIWOCKI M. 1990 — Mapa węgla brunatnych i perspektyw ich występowania w Polsce. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DEC J., KLIMA J., PIETSCH K. & ŚLUSARCZYK R. 1984 — Zależność teoretycznego obrazu falowego od niektórych parametrów pokładu węgla. Techn. Poszuk. Geol., 4: 11–18.
- Dokumentacja** Zakładu Geofizyki AGH 1994 — Sejsmiczne badania podłoża podtrzeciorzędowego w rejonie złoża węgla brunatnego „Piaśki”. Kraków.
- KASINA Z., ŚLUSARCZYK R., DEC J. & BUGAJSKI A. 1996 — Ocena możliwości wykorzystania badań sejsmicznych do rozpoznania niejednorodności nadkładu złoża węgla brunatnego w celu zapewnienia bezpiecznej eksploatacji. Techn. Poszuk. Geol. Geosynoptyka i Geotermia, 5: 47–50.
- KRÓLIKOWSKI CZ. & TWAROGOWSKI J. 1988 — Efektywność metod geofizycznych w poszukiwaniu złóż węgla brunatnego i ocena stosowanej metodyki. Geofizyka Stosowana, 1/2: 18–37. Wydawnictwa Geologiczne.
- NIEĆ M. 1996 — „Złoża węgla brunatnego”. Surowce mineralne Polski. Surowce energetyczne- węgiel kamienny, węgiel brunatny. Wydawnictwo Centrum PPGSMiE PAN, Kraków: 291–318.
- PIETSCH K. 1987 — Application of Theoretical Modelling for Interpretation of Seismic Picture of Coal Deposit in Lublin Coal Basin Area. Acta Geoph. Pol., 35: 43–63.
- PIETSCH K. & ŚLUSARCZYK R. 1992 — The application of high-resolution seismics in Polish coal mining. Geophysics, 57: 171–180.
- ŚLUSARCZYK R. 1988 — Metody sejsmiczne o zwiększonej rozdzielczości w zastosowaniu do rozpoznania budowy złoża węgla kamiennego. Z. Nauk. AGH, 1172. Geologia, 40.
- ŚLUSARCZYK R., PIETSCH K. & DEC J. 1997 — Application of seismic methods into determination of the range of fractured zones caused by coal exploitation. EAGE Meeting, Genewa 1997.
- TANER M.T., SCHUELKE JAMES S., O'DOHERTY RONEN AND BAYSAL EDIP 1994 — Seismic attributes revisited: 64 Annual Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 94: 1104–1106.