

**Teresa PODHALAŃSKA**

## **NAJWAŻNIEJSZE WYNIKI BADAŃ**

Otwory wiertnicze Kętrzyn IG 1 i Kętrzyn IG 2 są usytuowane w północnej Polsce, w obrębie jednostki geologicznej zwanej obniżeniem bałtyckim, stanowiącym strukturalną część platformy wschodnioeuropejskiej. Zostały odwiercone w strefie wyklinowywania się utworów paleozoiku na granicy obniżenia bałtyckiego i wyniesienia mazursko-suwańskiego.

Zakres badań ujęty w projekcie robót wiertniczych stanowił kontynuację badań budowy geologicznej obrzeżenia wyniesienia mazursko-suwańskiego pod kątem perspektywności ropo- i gazonośności badanego obszaru. Głównym celem wierceń Kętrzyn IG 1 i, położonego 24 km na południowy wschód, Kętrzyn IG 2, było dalsze rozpoznanie utworów dolnego paleozoiku oraz zmian facjalnych w północnym obrzeżeniu wyniesienia mazursko-suwańskiego w związku z możliwością występowania na tym obszarze złóż bituminów.

Kolejnym celem prowadzenia robót wiertniczych było uzyskanie danych dotyczących wykształcenia młodszych utworów w rejonie północnej Polski, w szczególności zasięgu utworów cechsztynu – facji salinarnej, wykształcenia łupków bitumicznych (dawniej „mansfeldzkich”) oraz utworów triasu dolnego. Ważne było również rozpoznanie skał i budowy podłoża krystalicznego w związku z poszukiwaniem w tym czasie rud żelaza i metali kolorowych we wschodniej części wyniesienia mazursko-suwańskiego.

Podstawą szczegółowej lokalizacji otworu Kętrzyn IG 1 był regionalny przekrój sejsmiczny Wejsuny–Bartoszyce–granica państwa wykonany przez Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych w 1961 r. Wiercenie rozpoczęto w lipcu 1964 r., a zakończono w lutym 1965 r., po czym przystąpiono do opróbowania. Otwór wiertniczy zlikwidowano w październiku 1966 r. Wiercenie Kętrzyn IG 2 uruchomiono w czerwcu 1963 r., głębienie otworu zakończono w styczniu 1964 r., po czym przystąpiono do opróbowania. Zlikwidowano go w maju 1964 r.

W otworze Kętrzyn IG 1 stwierdzono występowanie stropu skał podłoża krystalicznego na głęb. 1840 m. Na skałach krystalicznych stwierdzono twory kambru, ordowiku, syluru, permu, triasu, jury, kredy, paleogenu i czwartorzędu. W czasie głębienia tego otworu wiertniczego w wapieniach najniższego syluru i ordowiku zaobserwowano silne przejawy ropy naftowej i gazu. W wyniku opró-

bowania z wapieni dolnosylurskich uzyskano nieprzemysłowy przyływ ropy.

W otworze Kętrzyn IG 2 podłoże krystaliczne nawiercono na głęb. 1532,9 m. Wyżej występują skały kambru, następnie permu, triasu, jury, kredy, paleogenu i neogenu oraz czwartorzędu. Należy podkreślić, że w profilu stratygraficznym otworu Kętrzyn IG 2 występuje niepełne wykształcenie utworów paleozoiku (brak ordowiku i syluru oraz niepełne wykształcenie permu dolnego).

W opracowaniu są zawarte informacje i wyniki badań pochodzące z „Dokumentacji wynikowej wiercenia strukturalnego Kętrzyn IG 1” (1966) oraz „Dokumentacji wynikowej wiercenia strukturalnego Kętrzyn IG 2” (1966). Do dziś twory odwiercone w otworach Kętrzyn IG 1 i Kętrzyn IG 2 są przedmiotem licznych badań. Wykonano m.in. nowe badania paleontologiczne, stratygraficzne, sedymentologiczne, petrograficzne wybranych utworów, a także petrologiczne materii organicznej. Wyniki wymienionych badań przedstawiono w niniejszym opracowaniu.

W omawianych otworach wykonano zestaw opróbowań hydrogeologicznych i pomiary geofizyki otworowej, które stanowią podstawę obszernych opracowań merytorycznych. Przeprowadzono również analizę tempa depozycji osadów oraz modelowanie historii termicznej i warunków pogrzebienia.

Granice jednostek chronostratygraficznych w nierdzewianych odcinkach profili, a także w interwałach rdzewianych, słabo udokumentowanych biostratygraficznie, są przybliżone. Zostały wyznaczone przez poszczególnych autorów z różnym stopniem dokładności na podstawie różnorodnych kryteriów, jak np. porównanie z datowanymi biostratygraficznie fragmentami innych profili regionalnych oraz na podstawie znajomości rozwoju i ewolucji basenu sedymentacyjnego w czasie i przestrzeni.

W obu otworach wiertniczych dowiercono się do skał podłoża krystalicznego, a nawiercone skały magmowe należą do fundamentu krystalicznego prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej. Występujące w otworze Kętrzyn IG 1 gruboziarniste anortozyty, będące kumulatami plagioklazowymi, stanowią główny składnik zasadowej intruzji kętrzyńskiej. Wraz z gruboziarnistymi, porfirowatymi skałami monzonitowymi z otworu Kętrzyn IG 2 należą do rozległego kompleksu mazurskiego, rozciągającego się

od wschodniego Pomorza i Warmii do kompleksu Veisiejai (Wieisiej) w południowo-zachodniej Litwie. Oba typy skał reprezentują człony plutonicznego szeregu anortozyt–mangeryt–charnockit–granit (AMCG). Wiek krystalizacji skał kompleksu mazurskiego, obejmujący przedział 1,55–1,49 mld lat, odpowiada wczesnemu mezoproterozoikowi. Pod względem geochemicznym pośrednie skały należą do serii shoshonitowej, odmiany żelazistej, metaluminowej. Wysokie koncentracje alkaliów, cyrkonu, itru i pierwiastków ziem rzadkich upodabniają je do wewnątrzpłytowych granitów typu A. Swoisty charakter geochemiczny skał intruzyjnych, osłona zmetamorfizowanej 250–300 mln lat wcześniej skorupy swekofeńskiej, a zwłaszcza brak najmniejszych śladów foliacji penetratywnej, wskazują na anorogeniczną genezę magmatyzmu mezoproterozoicznego, który dobrze koreluje się z intrakrtonicznymi intruzjami granitów rapakiwi i kumulatów gabroidowych rozpozszechnionymi w centralnej Fennoskandii.

Pokrywę osadową w utworach Kętrzyn IG 1 i Kętrzyn IG 2 rozpoczynają utwory kambru dolnego, odpowiadające w przybliżeniu terenowowi i oddziałowi 2. W otworze wiertniczym Kętrzyn IG 1 utwory kambru występują wg próbek rdzeniowych w interwale głęb. 1613,0–1840,0 m, osiągając miąższość 227,0 m. Występują tu utwory kambru dolnego oraz środkowego. Mimo wysokiego zakresu rdzeniowania przewiercono je z bardzo niskim uzyskiem rdzenia. Kambr jest wykształcony jako piaskowce oraz w mniejszym stopniu jako mułowce z bardzo ubogą fauną. W pakietach przewarstwianych się piaskowców drobnziarnistych i mułowców występują bardzo liczne skamieniałości śladowe o bardzo monotonnym składzie ichnotaksonomicznym i etologicznym.

W otworze wiertniczym Kętrzyn IG 2 kambr występuje na głęb. rdzeniowej 1448,6–1532,9 m. Stwierdzono obecność tylko kambru dolnego, wykształconego w niższej części jako piaskowce, w wyższej jako iłowce i mułowce. W skałach frakcji ilastej występują drobne ramienionogi. Stratygrafię kambru ustalono na podstawie korelacji z pobliskimi otworami. Przeprowadzono badania petrologiczne kambru. Wyróżniono różne typy piaskowców – arkozy, arenity i waki kwarcowe często zaburzone synsedymacyjnie, z licznymi bioturbacjami oraz iłowce i iłowce pylaste. Skały te nie podlegały znacznej diagenecie.

Ordowik rozpoznano tylko w otworze wiertniczym Kętrzyn IG 1. Na obszarze, na którym odwiercono otwór Kętrzyn IG 2 utwory ordowiku, wraz z utworami młodszymi, zostały zerodowane przed permem. Ordowik w otworze Kętrzyn IG 1 wg pomiarów geofizycznych występuje na głęb. 1540,5–1607,0 m (66,5 m), a wg próbek rdzeniowych – na głęb. 1544,5–1613,0 m (68,5 m). Wartości te wykazują przesunięcie względem siebie o ok. 4–5 m. W pełnordzeniowanym profilu wyróżniono skały standardowych globalnych pięter ordowiku od flo po hirnant, wg podziału brytyjskiego odpowiadają im jednostki od arenigu po aszgil.

Sylur, podobnie jak ordowik, występuje tylko w profilu otworu Kętrzyn IG 1. Profil syluru w otworze Kętrzyn IG 1 jest bardzo zredukowany stratygraficznie i miąższościowo, występują tu tylko dwa oddziały syluru – landower i wenlok.

Ludlow i przydol, podobnie jak młodsze utwory paleozoiku, zostały zerodowane przed permem.

Sylur jest dobrze rdzeniowany i występuje na głęb. rdzeniowej 1480,0–1544,5 m. Jego miąższość wynosi 64,5 m. Głębokości granic jednostek litostratygraficznych wyznaczonych na podstawie pomiarów geofizycznych są mniejsze o kilka metrów w porównaniu z wyznaczonymi na podstawie rdzenia. Profil landoweru i wenloku jest typowy dla obszaru środkowej części obniżenia bałtyckiego. Przeważają osady drobnoklastyczne – iłowce, iłowce pylaste i mułowce często margliste z przelawieniami lub soczewkami wapieni. Dolną część syluru reprezentują wapienie gruzłowe. Upad warstw wynosi 0°. Skamieniałości występujące w drobnoklastycznych utworach syluru w otworze Kętrzyn IG 1 to głównie graptolity.

Skały ordowiku i syluru opisano pod kątem petrograficzno-litofacjalnym. Wyróżniono litofację glaukonitową, węglanową oraz ilastą. Cechy petrograficzne skał ordowiku i syluru w otworze Kętrzyn IG 1 są typowe dla środkowej części obniżenia bałtyckiego.

Na utworach syluru (wenloku) w otworze Kętrzyn IG 1 lub bezpośrednio na kambrze w otworze Kętrzyn IG 2 leżą utwory permu. W permie stwierdzono zarówno utwory wykształcone w facji czerwonego spągowca, jak i cechsztynu.

Obszar platformy wschodnioeuropejskiej, na obszarze której są zlokalizowane otwory Kętrzyn IG 1 i Kętrzyn IG 2, w okresie wczesnego permu był lądem. Pod koniec wczesnego permu (pod koniec sedimentacji czerwonego spągowca i na początku sedimentacji cechsztynu) rozwinęły się niewielkie lokalne zbiorniki wypełnione osadami fluwialnymi, głównie rzek i strumieni roztokowych. Zbiorniki te były częściowo lub całkowicie izolowane od centralnego zbiornika czerwonego spągowca na Niżu Polskim, obejmującego obszar platformy paleozoicznej, którego centrum depozycyjne stanowiła bruzda śródpolska. Typowy profil czerwonego spągowca z obszaru obniżenia bałtyckiego składa się przede wszystkim ze zlepieńców i różnego typu piaskowców, w tym piaskowców zlepieńcowatych o składzie arkoz lub szarogłazów oraz o podrzędnym udziale osadów drobnoklastycznych (mułowców i iłowców). Profile czerwonego spągowca z obniżenia bałtyckiego, w tym z obszaru badanych otworów wiertniczych, zaliczono do najwyższego czerwonego spągowca, czyli megacyklotemu Noteci i wyróżniono jako formacja Pasłęki.

Osady cechsztynu, rozpoznane w obu profilach, utworzyły się w zatoce nadbałtyckiej w jej południowo-wschodniej części. Są to typowe profile dla przybrzeżnej części basenu cechsztyńskiego na obszarze platformy prekambryjskiej. Cyklotemy cechsztyńskie, węglanowo-ewaporatowe, są tu zredukowane stratygraficznie i miąższościowo i charakteryzują się przewagą osadów węglanowych i siarczanych, bez serii solnych z udziałem serii terygenicznym w profilu otworu Kętrzyn IG 2. Brak jest tu cyklotemów terygeniczno-ewaporatowych – PZ4, tak jak na przeważającym obszarze zatoki nadbałtyckiej. Występuje ich ekwiwalent facjalny w postaci stropowej serii terygenicznej (PZt).

Profil cechsztynu z otworu wiertniczego Kętrzyn IG 1 jest położony dalej od brzegu basenu niż otworu Kętrzyn

IG 2, w głębszej jego części. W otworze Kętrzyn IG 1 występuje pełniejszy stratygraficznie profil zbudowany z trzech cyklotemów węglanowo-ewaporatowych – PZ1, PZ2, PZ3 i stropowej serii terygenicznego PZt. W profilu cechsztynu z otworu Kętrzyn IG 2, usytuowanego w późnym permie w przybrzeżnej części basenu cechsztyńskiego, występują jeszcze większe redukcje stratygraficzno-miąższościowe.

W pracy przedstawiono charakterystykę mikrofacjalną, rodzaje procesów diagenetycznych, środowiska sedymentacji osadów węglanowych wapienia cechsztyńskiego, dolomitu głównego i dolomitu płytowego w otworze Kętrzyn IG 1 oraz wapienia cechsztyńskiego, dolomitu głównego w otworze Kętrzyn IG 2. Utwory cechsztynu miały płytkowodny charakter, a stopień ich diagenetyzacji był niewielki.

Trias w otworach Kętrzyn IG 1 i Kętrzyn IG 2 reprezentuje północno-wschodnią brzeżną strefę basenu sedymentacyjnego. W obu otworach występuje luka stratygraficzna, obejmująca w otworze Kętrzyn IG 1 osady wapienia muszlowego (?trias środkowy) oraz kajpru dolnego i środkowego (?najwyższy trias środkowy–?noryk). Profil triasu w otworze Kętrzyn IG 2 jest pełniejszy – występują w nim osady wapienia muszlowego i warstw niskich kajpru środkowego, luka obejmuje zatem kajper dolny i zasadniczą część kajpru środkowego (?ładyn–?karnik). Luka w obu profilach jest spowodowana częściowo późniejszą erozją osadów, a częściowo brakiem depozycji.

Profil triasu rozpoczynają utwory grupy pstrego piaskowca. Ich wiek w basenie Polski niżowej interpretowany jest na trias dolny. Problemem w skali basenu jest precyzyjne wyznaczenie chronostratygraficznej granicy permu górnego i triasu dolnego oraz triasu dolnego i środkowego. W grupie pstrego piaskowca wydzielono trzy podgrupy – pstry piaskowiec dolny, środkowy i górny oraz wiele formacji. W profilu otworu Kętrzyn IG 1 nad formacją elbląską, stanowiącą najwyższe wydzielenie litostratygraficzne w grupie pstrego piaskowca, występuje luka depozycyjna oraz erozyjna, obejmująca osady wapienia muszlowego, kajpru dolnego oraz środkowego.

Profil triasu w obu otworach kończą warstwy bartoszyckie kajpru górnego o miąższości 17,5 m (otwór Kętrzyn IG 1) i 13 m (otwór Kętrzyn IG 2). Środowisko sedymentacji kajpru górnego charakteryzowało się wyraźnie redukcyjnymi warunkami. Depozycja zachodziła prawdopodobnie na równi zalewowej systemu fluwialnego w wilgotnym środowisku z bogatą szatą roślinną. Człon piaskowcowy stwierdzony w otworze wiertniczym Kętrzyn IG 2 reprezentuje prawdopodobnie koryto fluwialne.

W otworach Kętrzyn IG 1 i Kętrzyn IG 2 stwierdzono utwory jury dolnej, środkowej i górnej. Ich łączna miąższość wynosi odpowiednio 388,0 m i 342,5 m. Utwory jury dolnej są reprezentowane przez formację olsztyńską (plienbach) oraz ciechocińską (toark dolny) i borucicką (toark górny). Profil jury środkowej obejmuje utwory piaskowcowo-iłowcowe batonu i mułowcowe keloweju. Te ostatnie tworzą dolny odcinek formacji Łyny, której górny odcinek obejmuje dolny oksford. Wyżej w oksfordzie stwierdzono różnego typu wapienie reprezentujące formacje wapieni

gąbkowych, wapieni koralowych, wapienno-marglistą (w otworze Kętrzyn IG 1) oraz oolitową. Powyżej w obu otworach wiertniczych wydzielono formację wapienno-marglisto-muszlowcową kimerydu dolnego, a w otworze Kętrzyn IG 1 również formację pałucką kimerydu górnego, wykształconą jako margle z wkładkami wapieni marglistych.

Na podstawie archiwalnych orzeczeń mikropaleontologicznych zrewidowano zespoły mikrofauny jury środkowej (otwornic) w kontekście aktualnych podziałów stratygraficznych.

Skały kredy przewiercono z niewielkim zakresem rdzeniowania. Granice jednostek chronostratygraficznych są przybliżone i wyznaczone na podstawie korelacji krzywych pomiarów geofizycznych otworów Kętrzyn IG 1 i Kętrzyn IG 2 z sąsiednimi otworami, w szczególności z otworami Bartoszyce IG 1 i Gołdap IG 1, z uwzględnieniem danych paleontologicznych, głównie otwornic, uzyskanych z materiału rdzeniowego. Litologię kredy opracowano na podstawie informacji pozyskanych z rdzeni wiertniczych, pomiarów geofizycznych oraz pomocniczo z próbek okruszowych.

Kreda górna w otworach Kętrzyn IG 1 i Kętrzyn IG 2 ma niewielką miąższość, odpowiednio 243,5 m i 372,0 m, i zaczyna się utworami turonu, a kończy mastrychem górnym. Jest ona bardzo urozmaicona litologicznie – od kredy pisaćcej, przez wapienie i wapienie margliste, margle i margle piaszczyste oraz różne odmiany gez, po mułowce i iłowce, a także piaskowce kwarcowo-glaukonitowe. Ponadto, stwierdzono tu występowanie licznych twardych den oraz poziomy konkrecji fosforytowych. Obecne są także jednoznacznie udokumentowane, zarówno przez badania mikrofaunistyczne, jak i korelacje pomiarów geofizyki wiertniczej luki stratygraficzne. W zależności od otworu wiertniczego luki obejmują prawdopodobnie niższą część turonu, koniak, santon, prawdopodobnie najniższy kampan oraz być może część mastrychtu dolnego. Brak jest także utworów cenomanu. Wszystkie te zjawiska dają dobrą podstawę do rozważań na temat rytmiczności sedymentacji w późnej kredzie. Sekwencja kredy górnej jest reprezentowana przez skały węglanowe, krzemionkowe-węglanowe i silikoklastyczne deponowane w otwartym zbiorniku morskim. Rozpoczyna się utworami piaszczystymi o znikomej miąższości. W turonie i koniaku dominowała sedymentacja węglanowa wapieni i kredy pisaćcej, a dopływ materiału terygenicznego z ładu skandynawskiego (tarcza bałtycka), rozciągającego się na północy, był znikomy. Dostawa materiału klastycznego zaznaczyła się we wczesnym kampanie i mastrychcie (sedymentacja silikoklastyczna i krzemionkowo-węglanowa z dużą ilością materiału klastycznego). W późnym kampanie uległa ona ograniczeniu, co mogło mieć związek z podniesieniem się względnego poziomu morza od środkowej części kampanu, a następnie z jego wysokim stanem.

Powyżej kredy górnej w otworze Kętrzyn IG 1 na głęb. 0–221,0 m oraz w otworze Kętrzyn IG 2 na głęb. 0–228,0 m występują utwory kenozoiku. Na utworach paleogenu w profilu otworu Kętrzyn IG 1 i neogenu w profilu otworu

Kętrzyn IG 2 leżą osady czwartorzędowe – piaski różnoziarniste, łył zastoiskowe i glina zwałowa.

Dla profilu otworu wiertniczego Kętrzyn IG 1 przeprowadzono analizę tempa depozycji materiału osadowego oraz modelowania historii termicznej i warunków pogrzebania. Modelowania w wariantcie jednowymiarowym (1D) wykonano za pomocą programu PetroMod 1-D firmy Schlumberger. Modelowania wykonano na podstawie danych wejściowych takich jak: stratygrafia, litologia, miąższość jednostek wydzielonych w profilu, a także parametry petrofizyczne skał oraz dojrzałość termiczna.

Profil ten charakteryzuje obecność kilku faz zwiększonego pogrzebania i szybkiego tempa depozycji materiału. Po okresach wzrostu sedimentacji bezpośrednio miały miejsce okresy erozji lub stagnacji. Na podstawie wyników modelowań historii termicznej i warunków pogrzebania można określić strefy faz generacyjnych węglowodorów oraz śledzić to zjawisko w czasie. Na podstawie wyników modelowania jednowymiarowego dla otworu Kętrzyn IG 1 główna faza generacyjna węglowodorów dla utworów paleozoiku nastąpiła nie później niż w środkowym dewonie. Faza ta obejmuje wyłącznie okno ropne.

Przeprowadzono charakterystykę petrologiczną materii organicznej rozproszonej w profilu utworów dolnego paleozoiku z otworu wiertniczego Kętrzyn IG 1, z interwału głęb. 1480,1–1824,7 m, reprezentujących utwory kambru dolnego–syluru (wenlok). Analizowany kompleks osadów od kambru do syluru (landower–wenlok) charakteryzuje się zmienną, ogólnie niezbyt bogatą zawartością materiału organicznego (0,1–2,1% planimetrowanej powierzchni próbek). Podwyższone jego koncentracje (1,1–2,1%) występują lokalnie w osadach syluru (stropowe partie landoweru, spągowe wenloku) oraz ordowiku (najwyższy hirnant).

Skład maceralny materii organicznej jest reprezentowany głównie przez komponenty wityrynitopodobne (graptolity, stałe bituminy, organoklasty) oraz liptynit (algi i alginity) w osadach ordowiku i syluru. Lokalnie obserwuje się niewielkie impregnacje bitumiczne.

Dojrzałość termiczna badanego kompleksu osadów odpowiada głównej fazie generowania ropy naftowej i wzrasta wraz z głębokością pogrzebania, od 0,56%  $R_o$ , w utworach wenloku z głęb. 1480,1 m do 0,92%  $R_o$  w osadach kambru dolnego z głęb. 1824,7 m, wskazując na niezbyt wysokie maksymalne paleotemperature diagenety rzędu 60–100°C.

W otworze Kętrzyn IG 1 badania geochemiczne materii organicznej przeprowadzono dla utworów kambru dolnego i środkowego, ordowiku (flo, daping, darriwil, sandb, kat, hirnant) i syluru (landower i wenlok). W otworze Kętrzyn IG 2 podstawowe badania materii organicznej przeprowadzono dla utworów kambru dolnego. W kompleksie skalnym dolnego paleozoiku w otworze Kętrzyn IG 1 za „dobre” skały macierzyste do generowania węglowodorów można uznać pewne interwały głębokościowe utworów syluru (landower, wenlok). Pozostałe przebadane utwory są „słabymi” lub „biednymi” skałami macierzystymi, a wyższe zawartości węgla organicznego występują w nich jedynie punktowo. Źródłem wyjściowej materii organicznej

obecnej w utworach dolnego paleozoiku w tym otworze są bakterie i algi morskie.

Stopień przeobrażenia materii organicznej jest niewysoki. Ogólnie stopień przeobrażenia materii organicznej w tych utworach odpowiada wczesnej fazie „okna ropnego”, utwory ordowiku są w niewielkim stopniu silniej przeobrażone niż utwory syluru.

Analizując występowanie wysokich zawartości składników labilnych w utworach syluru i ordowiku dolnego należy podkreślić, że bituminy te mają charakter epigenetycznych z osadem.

Analizie pirolitycznej poddano próbki skał drobnoklastycznych, tj. łułowców o barwie szarej, ciemnoszarej i czarnej, pochodzących z otworu Kętrzyn IG 1. Celem badań było zbadanie zdolności tych skał do generowania węglowodorów oraz przedstawienie symulacji wygenerowanych przez te skały węglowodorów w innych lokalizacjach w warunkach większego pogrzebania. Niektóre z przebadanych skał łułowcowych to odmiany mniej lub bardziej wapniste lub syderyticzne, którym w profilu współtowarzyszyły liczne wkładki wapieni i margli. Przebadane próbki reprezentują interwały stratygraficzne syluru (landower) oraz ordowiku (piętro kat – odpowiednik wyższej części brytyjskiego oddziału karadok).

Zbadane próbki landoweru i karadoku można podzielić na dwie grupy, które różnią się wartościami potencjału węglowodorowego (HI). Próbki, w obrębie tych grup, wykazują bardzo duże podobieństwo zarówno pod względem typu materii organicznej, jak i jej stopnia przeobrażenia termicznego.

Na podstawie wyników potencjałów węglowodorowego i generacyjnego oraz stopnia dojrzałości termicznej i zawartości węgla organicznego sugerować można, że analizowane próbki grupy pierwszej są skałami zdominowanymi przez zdegradowany kerogen typu III oraz skałami pozbawionymi macierzystości względem generowania węglowodorów.

Wyniki analizy pirolitycznej próbek grupy drugiej odzwierciedlają parametry bardzo dobrych potencjalnych skał macierzystych zdominowanych przez ropotwórczy kerogen typu II.

W obu otworach wiertniczych wykonano podobny zakres badań geofizyki otworowej, obejmujący profilowania naturalnego promieniowania gamma (PG), profilowania neutronowe (PNG), profilowanie gamma-gamma (PGG), sondowania oporności sondami gradientowymi (SO), profilowania potencjałów samoistnych (PS), a także profilowanie średnicy (Psr) oraz pomiar krzywizny otworu (PK). Ponadto w obu otworach wykonano w większości odcinków pomiarowych profilowania temperatury w warunkach niestabilizowanych (PTn), a w otworze Kętrzyn IG 1 także w warunkach ustabilizowanych (Ttu). W opracowaniu przedstawiono szczegółową analizę wyników tych badań. Wykonane badania geofizyczne oraz oparte na nich prace obliczeniowe i interpretacyjne pozwoliły, szczególnie w odniesieniu do otworu Kętrzyn IG 1, na uzyskanie przybliżonych informacji zarówno na temat profilu litologicznego, jego parametrów petrofizycznych, jak i parametrów ter-

micznych. Cenne są tu wyniki obserwacji pola cieplnego. Wskazują one na anomalnie niską wartość strumienia w obrębie kętrzyńskiego masywu anortozytowego, a także duże prawdopodobieństwo istnienia, a nawet przetrwania do współczesnych czasów, głębokiej wiecznej zmarzliny, szczególnie w centralnej części tego obszaru.

Prezentowane w niniejszym opracowaniu, w większości przypadków, wstępne wyniki interpretacyjne mogą być wykorzystane w analizach związanych z pozyskiwaniem energii geotermalnej, hydrogeologii, czy też w modelowaniach wyników powierzchniowych badań geofizycznych, takich jak badania sejsmiczne czy grawimetryczne.

Pracami pomiarowymi prędkości średnich objęto otwory Kętrzyn IG 1 i Kętrzyn IG 2. Z wykonanego profilowania prędkości średnich wynika, że istnieją wyraźne granice akustyczne – dodatnie w kredzie i w stropie oksfordu, ujemne w stropie jury środkowej, dodatnie w pstrym piaskowcu oraz w stropie kambru dolnego. Znajduje to potwierdzenie w pracach sejsmicznych z tego rejonu, w których zarejestrowano odbicia od wymienionych granic refleksyjnych.

Podczas opróbowania otworu Kętrzyn IG 1 uzyskano z wapieni sylurskich, występujących na głęb. 1520,2–1530,0 m, śladowy przypływ ropy naftowej. Podczas trwających ok. 9 miesięcy badań, w trakcie których przeprowadzono specjalne zabiegi mające na celu zwiększenie przypływu, uzyskano zaledwie 2 tony ropy naftowej. Po stwier-

dzeniu jedynie śladowego, nie mającego znaczenia przemysłowego, przypływu ropy z jednoczesnym dopływem z tego samego poziomu solanki, opróbowany poziom zlikwidowano korkiem cementowym.

Badania fizykochemiczne wód nawierconych otworami Kętrzyn IG 1 i Kętrzyn IG 2 wykazały wyraźną strefowość ich występowania. W stropowych partiach utworów kredowych i w utworach kenozoicznych występują wody słabo zmineralizowane typu wodorowęglanowo-sodowego lub wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowego o mineralizacji nieprzekraczającej 4 g/dm<sup>3</sup>, znajdujące się w strefie intensywnej infiltracji z powierzchni terenu. Poziomy starsze stanowią zbiorniki wód typu chlorkowo-sodowo-wapniowego lub chlorkowo-sodowego o mineralizacji wzrastającej wraz z głębokością występowania od ok. 10 do ponad 130 g/dm<sup>3</sup>. Wyniki analiz laboratoryjnych wód pobranych podczas wiercenia otworu Kętrzyn IG 1 wykazały, że wraz z głębokością zmniejsza się procentowa zawartość jonów sodowych na korzyść jonów wapniowych, podobnie w poziomach leżących poniżej utworów kredowych – jony wodorowęglanowe są zastępowane jonami chlorkowymi.

Poziomy głębsze stanowią zbiorniki izolowane od wód infiltrujących współcześnie. Leżą one w strefie perspektywicznej pod względem hydrochemicznym dla zachowania się złóż węglowodorów. W otworze Kętrzyn IG 2 poziomów starszych od jurajskiego ze względów technicznych nie opróbowano.