

WSTĘP

Tomasz BIEŃKO, Adam WÓJCICKI

REGIONALNE TŁO GEOLOGICZNE

Otwór wiertniczy Września IG 1 jest zlokalizowany w północno-zachodniej Polsce. W strukturalnym planie podkenozoicznym znajduje się on w centralnej części segmentu mogileńskiego-łódzkiego synklinorium szczecińsko-miechowskiego (Aleksandrowski, 2017; fig. 1A). Według podziału na prowincje tektoniczne Polski w planie podpermskim, otwór Września IG 1 jest położony na obszarze zachodnioeuropejskiej platformy paleozoicznej (Aleksandrowski, Buła, 2017; fig. 1B). Pod względem rozpoznania wgłębnej budowy geologicznej przewierca i nawierca on skały należące do trzech pięter strukturalnych: waryscyjskiego, permio-mezozoicznego i kenozoicznego (fig. 1A, B).

W planie podpermskim (waryscyjskim) otwór Września IG 1 nawierca utwory zapadliska zewnętrznego waryscyjdów, wchodzące w skład orogenu waryscyjdów, pomiędzy wielkopolskim pasmem fałdowo-nasuwczym a strefą zewnętrzną głównego orogenu waryscyjskiego (eksternidów waryscyjskich; Nawrocki, Becker, 2017; Wójcicki i in., 2021). Skały piętra waryscyjskiego są reprezentowane przez utwory karbonu o łącznej nawierconej miąższości 1014,7 m. W dokumentacji wynikowej otworu (Sokołowski, 1977; Sokołowski i in., 1977) zaliczono je do wizenu górnego (głęb. 4930,0–5904,2 m; miąższość 974,2 m) oraz namuru dolnego (głęb. 4889,5–4930,0 m; miąższość 40,5 m). W niniejszym tomie dokonano podziału na wizen górny – namur (głęb. 5187,3–5904,2 m; miąższość 716,9 m) i westfal D – ?stefan (głęb. 4889,5–5187,3 m; miąższość 297,8 m).

Na głębokości 4889,5–5727,5 m w profilu karbonu stwierdzono skały należące do kompleksów piaskowcowych, iłowcowo-mułowcowych oraz hybrydowych z udziałem piaskowców, mułowców i iłowców (Podhalańska i in., 2016a, b; Roman, 2016a, b; Waksmundzka, Becker, 2016), miejscami z detrytusem flory. Utwory te przypuszczalnie powstały na skłonie szelfu w wyniku sedymentacji prądów zawieszinowych. Poniżej, do głębokości 5904,2 m są to zmielone tektonicznie iłowce z przerostami mułowcowymi i piaszczystymi (Sokołowski i in., 1977).

W planie permio-mezozoicznym otwór Września IG 1 jest zlokalizowany w centralnej części segmentu mogileńskiego-łódzkiego synklinorium szczecińsko-miechowskiego. Kilka kilometrów na południowy-zachód od omawianego

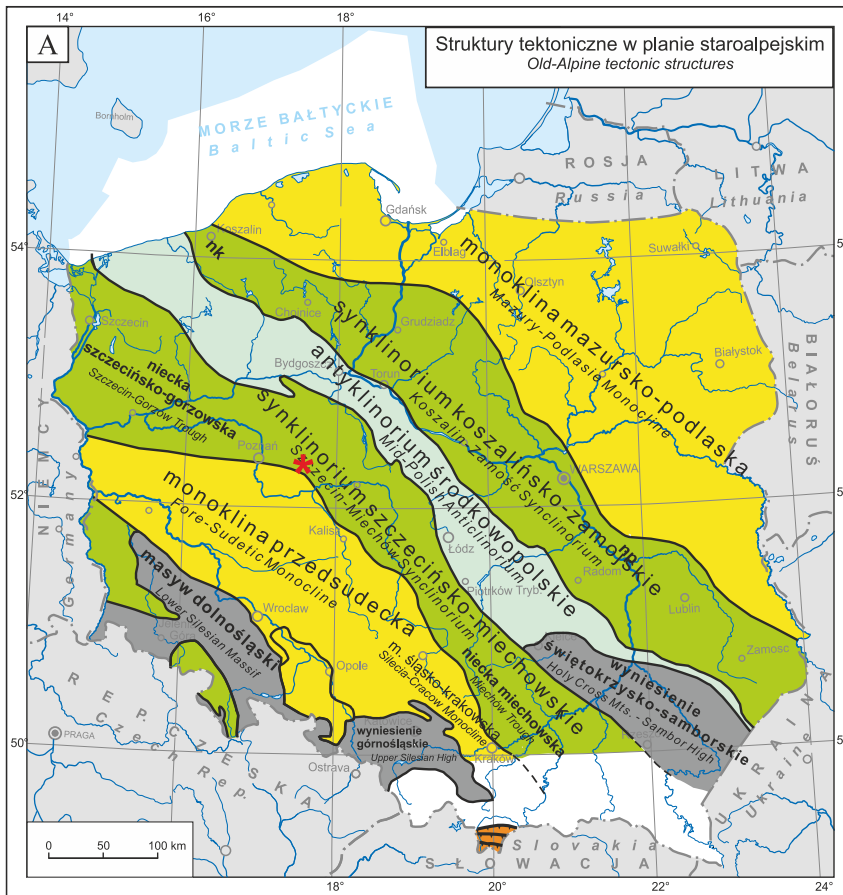
otworu przebiega umowna granica między niecką szczecińsko-miechowską a monokliną przedsudecką (Nawrocki, Becker, 2017). W profilu pionowym utwory permio-mezozoicznego piętra strukturalnego są zbudowane ze skał od permu dolnego do kredy o sumarycznej miąższości 4807,5 m. Są to utwory permu dolnego i górnego, triasu dolnego, środkowego i górnego, jury dolnej, środkowej i górnej) oraz kredy (dolnej i górnej).

Skały permu w otworze Września IG 1 są zbudowane z czerwonego spągowca i cechsztynu. Utwory czerwonego spągowca można podzielić na czerwony spągowiec dolny i czerwony spągowiec górny.

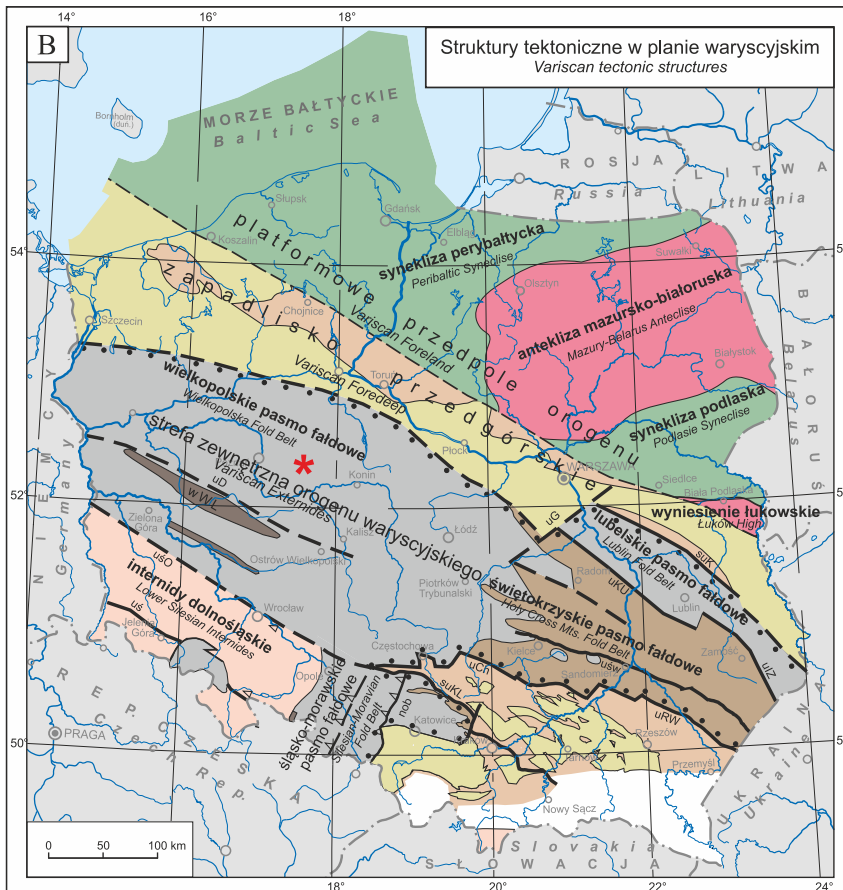
Czerwony spągowiec dolny jest zbudowany ze zlepieńców (tufitów aglomeracyjnych), tufitów piaskowcowych i tufitów popiołowych zalegających na czerwono-brunatnych iłowcach karbonu. Są to skały zaliczane do autunu (Sokołowski, 1977), o miąższości wynoszącej 127,0 m (4762,5–4889,5 m).

Powyżej w profilu pionowym występują skały należące do czerwonego spągowca górnego o sumarycznej miąższości 737,2 m (4025,3–4762,5 m), przy czym wartości te są zmodyfikowane w stosunku do dokumentacji wynikowej otworu (Sokołowski, 1977) w rezultacie weryfikacji miąższości kompleksu białego spągowca dokonanej w tym tomie. Są to piaskowce wydymowe i międzywydymowe z podrzędnymi wkładkami osadów powstałych w środowisku fluwialnym. W górnej części profilu czerwonego spągowca dominują czyste piaskowce eoliczne saksonu, wydymowe i międzywydymowe, odpowiadające stosunkowo regularnym cyklom sedymentacji związanym ze zmianami klimatu od suchego do bardziej wilgotnego oraz z tempem subsydenacji i erozji obszaru (Kiersnowski i in., 2020).

Według Pokorskiego (1997) osady czerwonego spągowca górnego są reprezentowane przez formacje Drawy i Noteci, a skały czerwonego spągowca dolnego reprezentują ogniwo Obrzyckie Wielkopolskiej Formacji Wulkanogenicznej. W późniejszym czasie w najwyższej części czerwonego spągowca dolnego wydzielono ponadto epiklastyczną, nadwulkaniczną formację Objezierza (Maliszewska i in., 2003a, 2016), utworzoną wskutek denudacji i redepozycji starszych skał wylewnych i osadowych



- antyklinoria
anticlinoria
- synklinoria
synclinoria
- monokliny
monoclines
- odsłonięte na powierzchni utwory przedmezozoiczne
uncovered pre-Mesozoic deposits
- orogeniczne pasma fałdowo-nasuwcze
orogenic fold-and-thrust belts
- nasunięcia płaszczowinowe
overthrusts (nappes)
- nk** niecka koszalińska
Koszalin Depression
- np** niecka puławska
Puławy Depression
- *** lokalizacja otworu Września IG 1
location of the Września IG 1 borehole



- niesfałdowane lub słabo sfałdowane skały karbonu
zapadlisk przedgórskich i zapadlisk śródgórskich
unfolded or slightly folded Carboniferous of the Variscan foredeep basins and intramountains depressions
- niezdeformowane lub słabo zdeformowane przedkarbońskie skały podłoża zapadlisk waryscyjskich
undeformed or slightly deformed pre-Carboniferous of the Variscan foredeep basins
- sfałdowane i zdyslokowane skały karbonu strefy zewnętrznej orogenu waryscyjskiego i zapadlisk śródgórskich
folded and thrust Carboniferous of the Variscan Externides and Variscan foredeep basins
- przedkarbońskie skały podłoża eksternidów waryscyjskich
pre-Carboniferous basement of the Variscan Externides
- zmetamorfizowane przedkarbońskie skały podłoża eksternidów waryscyjskich
metamorphosed pre-Carboniferous basement of the Variscan Externides
- głównie metamorficzne kompleksy skalne internidów waryscyjskich
mainly metamorphosed rocks of the Variscan Internides
- niezdeformowana dolnopaleozoiczna pokrywa platformy wschodnioeuropejskiej
undeformed Lower Paleozoic cover of the East European Platform
- cokół krystaliczny platformy wschodnioeuropejskiej
East European Platform crystalline basement
- zasięg waryscyjskich deformacji orogenicznych
Variscan Deformation Front
- minimalny zasięg zapadliska przedgórskiego
minimal extent of the Variscan Foredeep Basin
- nasunięcia o przebiegu udokumentowanym
proved overthrusts
- nasunięcia o przebiegu hipotetycznym
hypothetical overthrusts
- uskoki o przebiegu udokumentowanym
proved faults
- uskoki o przebiegu hipotetycznym
hypothetical faults
- *** lokalizacja otworu Września IG 1
location of the Września IG 1 borehole

Fig. 1. Lokalizacja otworu Września IG 1 na tle (A) mapy głównych jednostek tektonicznych Niżu Polskiego na powierzchni podkenozoicznej (Aleksandrowski, 2017) oraz (B) mapy głównych jednostek waryscyjskiego planu tektonicznego (Aleksandrowski, Buła, 2017)

Location of the Września IG 1 borehole against the background of (A) a map of the main tectonic units of the Polish Lowlands on the sub-Cenozoic surface (Aleksandrowski, 2017) and (B) a map of the main units of the Variscan tectonic plan (Aleksandrowski, Buła, 2017)

z możliwym udziałem tufów pochodzących ze schyłkowych etapów wulkanizmu waryscyjskiego.

Sukcesja osadowa cechsztynu w otworze Września IG 1 ma 900,3 m miąższości (głęb. 3125,0–4025,3 m). Profil cechsztynu składa się z trzech cyklotemów węglanowo-ewaporatowych: PZ1, PZ2 i PZ3 oraz cyklotemu terygeniczo-ewaporatowego PZ4, odpowiadających odpowiednio cyklotomom Werra, Strassfurt, Leine i Aller z basenu niemieckiego (Wagner, Peryt, 1997). Osady cechsztyńskie powstały podczas cykli węglanowo-ewaporatowych, a następnie cykli terygeniczo-ewaporatowych związanych z wahaniami klimatu od wilgotnego do suchego (Wagner, Peryt, 1997).

Przejście od sedymentacji lądowej czerwonego spągowca górnego do cykli węglanowo-ewaporatowych cechsztynu stanowią powstałe najprawdopodobniej w środowisku sedymentacji w strefie linii brzegowej utwory białego spągowca (Oszczepalski, 2007).

W trakcie depozycji węglanowej, rozpoczynającej trzy pierwsze cykle (PZ1–PZ3) powstały trzy poziomy węglanowe – wapień cechsztyński (Ca1), dolomit główny (Ca2) i dolomit płytowy (Ca3). Osady węglanowe są rozdzielone miąższymi pakietami utworów ewaporatowych w facjach siarczanowych i chlorkowych – anhydrytów i soli kamiennych.

W obrębie triasu wydziela się trzy nieformalne jednostki stratygraficzne. Od spągu są to pstry piaskowiec (2376,5–3125,0 m; miąższość 748,5 m), wapień muszlowy (2102,5–2376,5 m; miąższość 274,0 m) oraz kajper (1339,0–2102,5 m; miąższość 763,5 m).

Utwory triasu dolnego (pstry piaskowiec) są reprezentowane przez różnobarwne iłowce i iłolupki z wkładkami wapieni i piaskowców. Depozycja osadów pstręgo piaskowca zachodziła w warunkach płytkomorskich i przybrzeżnych, następnie w płytkiej morskiej lagunie, a finalnie w warunkach uaktywnienia połączeń z oceanem Tetydy i rozwoju płytkiego szelfu ewaporatowo-ilastego (Szulc, 2000, 2019).

Trias środkowy w facji wapienia muszlowego jest wykształcony w postaci sekwencji skał węglanowych (wapień, dolomity i margle) oraz ilastych (iłowce szare i łupki stalowoszare) z wkładkami anhydrytu. Osady były deponowane w płytkim morzu epikontynentalnym, połączonym z oceanem Tetydy, przy czym najbardziej otwartomorskie warunki panowały podczas depozycji wapienia muszlowego dolnego (Kędzierski, 2002; Szulc, 2000).

Bezpośrednio nad skałami wapienia muszlowego zalegają skały kajpru (kajper dolny to również trias środkowy; kajper środkowy i górny to trias górny). Są one w tym obszarze interpretowane, od spągu do stropu, jako: warstwy sulechowskie, warstwy gipsowe dolne, piaskowiec

trzciny, warstwy gipsowe górne, warstwy zbąszyneckie i jarkowskie oraz warstwy wielichowskie. Sedymentacja kajpru zachodziła początkowo na równi fluwialno-deltowej, obrzeżającej wycofujący się epikontynentalny zbiornik morski, następnie przez krótki czas w płytkiej lagunie, a po wycofaniu się morza w systemie fluwialno-deltowym. Po przejściu do klimatu suchego nastąpiło z kolei przejście do środowiska dystalnej równi aluwialnej klimatu półsuchego, kończąc na systemie fluwialnym, prawdopodobnie już wilgotniejszego klimatu (Fijałkowska-Mader, 2015).

Otwór Września IG 1 przewierca profil jury, którego miąższość wynosi 1129,0 m (210,0–1339,0 m). Utwory jury dzieli się na trzy jednostki stratygraficzne – jurę dolną (980,0–1339,0 m; 359 m miąższości), jurę środkową (875,0–980,0 m; 105 m miąższości) i jurę górną (210,0–875,0 m; 665 m miąższości).

W przypadku jury dolnej są to skały od hetangu po tark górny, co odpowiada formacjom: zagajskiej, ostrowieckiej, łobeskiej, komorowskiej, ciechocińskiej i borucickiej. Wymienione formacje są wykształcone głównie w postaci utworów piaszczysto-mułowcowych oraz iłowcowych z wkładkami mułowcowymi i piaszczystymi. Utwory te początkowo powstawały jako osady równi zalewowych lub/i jezioro-bagiennie, następnie osady płytkomorskie, później kanałów deltowych i rzecznych, potem płytkomorskie i przybrzeżne, następnie lądowe, głównie rzeczne i być może bagienno-jeziorne, ponownie płytkomorskie i finalnie lądowe, rzeczne (Pieńkowski, 2004).

Jura środkowa (dogger) w otworze Września IG 1 obejmuje skały od batonu dolnego (których najniższa część zaliczana była wcześniej do najwyższego bajosu górnego – Kopik, 1998), batonu górnego do keloweju – od dołu są to iłowce i iłowce mułowcowe (bajos górny), iłowce mułowcowe oraz mułowce wapniste ze szczątkami flory (baton), a także margle mulaste (kelowej). Wskazuje to na płytkomorskie środowisko sedymentacji, typu szelfu silikoklastycznego. W otworze nie stwierdzono utworów aalenu i bajosu.

Jura górna (malm) obejmuje utwory od oksfordu do tytonu – to znaczy węglanowy kompleks oksfordu, wapień margliste i margle kimerydu dolnego, serię łupkowo-marglistą z wkładkami marglisto-mułowcowymi kimerydu górnego oraz utwory ilasto-margliste oraz węglanowe tytonu (Wierzbowski, Wierzbowski, 2019). Są to utwory sedymentacji morskiej, szelfu silikoklastycznego i węglanowego o różnej głębokości.

Utwory kredy występują na głębokości 82,0–210,0 m i mają miąższość 128,0 m. Z tego na kredę dolną, leżącą z luką stratygraficzną na skałach jury górnej, przypada 77,5 m, a na kredę górną 50,5 m.

W kredzie dolnej wyróżniono formację włocławską (prawdopodobnie transgresywne utwory hoterywu, piaskowce z wkładkami iłowców i mułowce) oraz formację mogileńską (barrem – alb środkowy) reprezentowaną przez piaskowce, mułowce i piaskowce mułowcowe oraz piaski. Ponad formacją mogileńską leżą transgresywne utwory marglisto-piaszczyste z fosforytami albu górnego. Skały kredy dolnej były deponowane głównie na obszarze płytkiego szelfu silikoklastycznego, rzadziej w środowisku lądowo-morskim.

Utwory kredy górnej obejmują interwał cenoman–turon i były deponowane na obszarze szelfu węglanowego i węglanowo-krzemionkowego na SW od brzozy

śródpolskiej. Są to margle i wapienie z wkładkami wapieni marglistych, później wapienie, wapienie margliste, a w stopie opoki. W profilu kredowym otworu Września IG 1 nie występują wyższe piętra kredy górnej, jej górna granica jest erozyjna. Sedymentacja w późnej kredzie trwała na tym obszarze najprawdopodobniej po mastrycht włącznie, ale inwersja tektoniczna obszaru monokliny przedsudeckiej spowodowała usunięcie zdeponowanych utworów.

Kenozoiczne piętro strukturalne w otworze Września IG 1 tworzą osady lądowe paleogenu (oligocen), neogenu (miocen i pliocen) oraz czwartorzędu o łącznej miąższości 82 m.

Adam WÓJCICKI

LOKALIZACJA, CEL I PARAMETRY WIERCENIA ORAZ ZAKRES BADAŃ

Otwór Września IG 1 jest zlokalizowany w miejscowości Psary Małe, w gminie miejsko-wiejskiej Września, w powiecie wrzesińskim w województwie wielkopolskim (fig. 2). Współrzędne geograficzne otworu wynoszą: długość – 17°30'38,39"E, szerokość – 52°20'36,86" N i wysokość – 110,00 m n.p.m.

Celem wiercenia Września IG 1 było, obok wdrożenia metod badawczych, wyjaśnienie zarysu budowy i perspektyw ropo-gazowych permskich struktur wglębnych przedgórskiej strefy waryscydów spodziewanej pod pokrywą permsko-mezozoiczną monokliny przedsudeckiej i niecki

szczęcińsko-łódzkiej, przy czym planowano także rozpoznanie hipotetycznie występujących tam macierzystych skał górnokarbońskich (Sokołowski, 1977).

Otwór Września IG 1, o pierwotnie planowanej głębokości 4500 m, został zatwierdzony do realizacji decyzją Prezesa CUG z dnia 21 maja 1974 r. nr KOPBG/015/1582/74 na wniosek Instytutu Geologicznego z dnia 23 marca 1974 r. Podstawą do jego wykonania był projekt robót geologicznych opracowany przez zespół pod kierunkiem J. Sokołowskiego, gdzie oprócz Wrześni IG 1 zaplanowano otwory: Czeszewo IG 1, Grundy Górne IG 1, Pełczyn IG 1 i Komo-

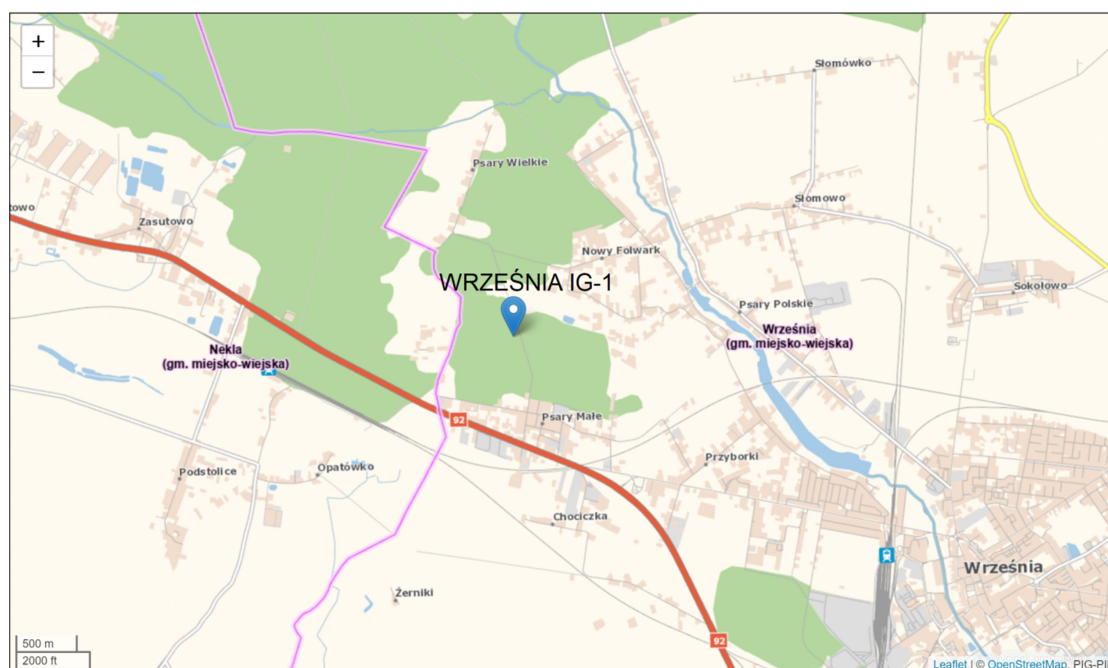


Fig. 2. Lokalizacja otworu wiertniczego Września IG 1 na tle mapy topograficznej wg CBDG PIG-PIB

Location map of the Września IG 1 borehole against the part of topographic map according to CBDG PIG-NRI

rze IG 1 o głębokościach rzędu 3800 m oraz 100 km sejsmicznych profili refleksyjnych (Sokołowski, 1974).

Wiercenie wykonano w okresie od czerwca 1974 r. do kwietnia 1976 r., przy czym ze względu na stwierdzenie w trakcie wiercenia występowania poszczególnych granic stratygraficznych na większych głębokościach niż to założono w projekcie (Sokołowski, 1974), zaprojektowano prze-głębienie otworu do 6000 m w celu pełniejszego rozpoznania utworów podpermskich. Z uwagi na problemy techniczne wiercenie zakończono na głębokości 5904,2 m (tab. 1), co jednak było wystarczające do spełnienia postawionego zadania geologicznego (Sokołowski, 1977). W momencie osiągnięcia głębokości 5904,2 m nastąpiło urwanie przewodu na głębokości 3233,97 m i w otworze pozostało 1598,35 m przewodu 3,5" i 4", 2 stabilizatory, okrężniki oraz aparat rdzeniowy z koronką diamentową $\phi 151$ mm (Sokołowski, 1977).

W trakcie wiercenia pobrano rdzenie z interwałów od kredy do karbonu, w przedziale głębokości 126,9–5791,0 m, przy czym uzysk rdzenia był największy w przypadku utworów karbonu i czerwonego spągowca (odpowiednio 76% i 55,3%; Sokołowski, 1977). Rdzenie, mieszczące się w 1079 skrzynkach, są przechowywane w magazynie Rdzeni Wiertniczych w Halinowie (Baza CBDG PIG-PIB).

Na 294 próbkach rdzeni pobranych z interwałów od jury górnej do karbonu dokonano analiz fizyczno-chemicznych obejmujących oznaczenia ciężaru właściwego, ciężaru objętościowego, porowatości efektywnej, porowatości całkowitej i przepuszczalności oraz wilgotności i zawartości węglanów (Sokołowski, 1977). Przebadano skały jury górnej, środkowej i dolnej, triasu górnego, środkowego i dolnego, cechsztynu (w tym serii terygeniczej, anhydrytu górnego, anhydrytu dolnego i wapienia cechsztyńskiego), czerwonego spągowca i karbonu. Na podstawie wybranych próbek rdzeni dokonano wydzielenia kompleksów lito-stratygraficznych w obrębie jury środkowej (na podstawie analiz makrofaunistycznych), pstrego piaskowca, kajpru i jury dolnej (w tym na podstawie analiz paleobotanicznych megaspor). Dokonano też wydzielenia kompleksów lito-stratygraficznych w obrębie czerwonego spągowca na podstawie analiz petrograficznych na płytkach cienkich i zgładach z próbek rdzeni. Analizy petrograficzne wykonano także dla próbek skał karbonu, których wiek określono hipotetycznie, jako najwyższy wizen oraz najniższy namur, gdzie obok planimetrii na płytkach cienkich i preparatów proszkowych (na potrzeby określenia składu minerałów ciężkich) wykonano także badania rentgenowskie (Sokołowski, 1977). W późniejszym okresie wykonano analizy zawartości materii organicznej na próbkach skał jury dolnej i karbonu (Kiersnowski, Poprawa, 2010), refleksyjności witrynytu dla próbek z jury środkowej i jury dolnej (Poprawa i in., 2011), analizy składu chlorytów z karbonu (Poprawa

Tabela 1

Parametry wiercenia Września IG 1
Parameters of the Września IG 1 borehole

Przedział głębokości Depth range [m]	Narzędzia wiertnicze Drilling tools	Średnica Diameter [mm]	Średnica końcowa otworu Bottom borehole diameter [mm]
0,0–4,1	świder krzyżak	600	600
4,1–911,7	świder gryzowy (i koronka rolkowa w 7 interwałach)	438	438
911,7–3228,0	świder gryzowy (i koronka diamentowa w 20 interwałach)	308	308
3228,0–3962,5	świder gryzowy (i koronka diamentowa w 4 interwałach)	216	216
3962,5–4785,5	świder gryzowy i koronka diamentowa	151	151
4785,5–5904,2	świder diamentowy i koronka diamentowa	151	151

wa i in., 2011), analizy Rock Eval próbek z karbonu (Podhalańska i in., 2016a) oraz modelowania historii termicznej, pograżania i procesów generacji węglowodorów dla górotworu w rejonie otworu Września IG 1 (Poprawa i in., 2011; Podhalańska i in., 2018). Ponadto wykonano badania laboratoryjne zawartości pierwiastków głównych i pobocznych, w tym ziem rzadkich, w próbkach z karbonu (Nawrocki, 2004), pierwiastków ziem rzadkich z interwału od jury górnej do karbonu (Mikulski i in., 2021) oraz analizy gęstości i porowatości z interwału od kredy górnej do karbonu (Rosowiecka, 2014).

W otworze Września IG 1 wykonano badania geofizyki wiertniczej, pomiary temperatury, pionowe profilowania sejsmiczne i pomiary średnich prędkości.

W trakcie wiercenia opróbowano horyzonty w obrębie utworów jury dolnej, triasu górnego (piaskowca trzciniowego) i triasu dolnego (pstrego piaskowca), a także cechsztynu, czerwonego spągowca i karbonu.

Poza tym wykonano dwie analizy próbek wody złożowej pobranych w otworze z utworów jury dolnej i iltu solnego czerwonego dolnego oraz trzy analizy próbek gazu pobranego z utworów piaskowca trzciniowego, iltu solnego czerwonego dolnego i wapienia cechsztyńskiego z czerwonym spągowcem (Sokołowski, 1977).

Wyniki i szczegółową charakterystykę omawianych wyżej badań przedstawiono w kolejnych rozdziałach niniejszego opracowania, a profil otworu na figurze 3¹. Profil otworu sporządzono na podstawie informacji i materiałów zawartych w kolejnych rozdziałach niniejszego zeszytu, a także w pracach: Sokołowski (1977), Sokołowski i in. (1977) oraz Łojek i in. (2021).

¹ Figura 3 – załącznik PDF na stronie internetowej.