



Polska Akademia Nauk
Oddział w Krakowie
Komisja Nauk Geologicznych

**Referat wygłoszony w dniu 18 marca 2026r. na posiedzeniu
Komisji Nauk Geologicznych PAN Oddział w Krakowie**

dr hab. inż. Piotr Krzywiec, prof. ING PAN

Instytut Nauk Geologicznych

Polska Akademia Nauk

ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa

e-mail: piotr.krzywiec@twarda.pan.pl; ORCID: 0000-0003-0081-2191

100 lat badań sejsmicznych w Karpatach i zapadliku przedkarpackim (SE Polska i W Ukraina) - rys historyczny oraz najnowsze modele tektoniczne oparte na danych sejsmicznych

Północne Karpaty zewnętrzne, szczególnie ich część położona w obecnej SE Polsce i W Ukrainie, od stuleci były znane z naturalnych wystąpień ropy naftowej i gazu ziemnego (Krzywiec, 2018). Począwszy od połowy XIX w. przemysł naftowy w tym rejonie zaczął się gwałtownie rozwijać: początkowo w tzw. zachodnim okręgu naftowym (rejon Bóbrki, Jasła, Krosna, Gorlic etc.) co początkowo było związane z działaniami Ignacego Łukasiewicza i jego partnerów, a począwszy od odwiercenia w 1896 przez W. Długosza i W.H. McGarveya otworu „Na Potoku” w Borystawiu – w tzw. wschodnim okręgu naftowym. Na początku XX wieku pod względem produkcji Galicja była trzecim na świecie okręgiem naftowym, jednak szybko tę pozycję straciła, co było efektem m.in. tego, że płytko położone złoża zostały już rozwiercone a poszukiwania przesunęły się w głębsze strefy górotworu. Wiązało się to z wyższymi kosztami wierceń oraz ze znacznie większym stopniem niepewności co do rozpoznania geologicznego głębiej ulokowanych potencjalnych stref złożowych. Oba te czynniki znacznie zwiększały ryzyko finansowe firm poszukiwawczych. Jednym ze sposobów obniżenia tego ryzyka było wdrożenie przeżywających gwałtowny rozwój nowoczesnych geofizycznych metod poszukiwawczych, w szczególności metod sejsmicznych

Pierwszy profil sejsmiczny pomierzony został w 1921 r. w rejonie Oklahoma City przez grupę badawczą kierowaną przez J. Clarence’a Karchera z lokalnego uniwersytetu. Profil ten zobrazował granicę między łupkami formacji Sylvan oraz węglanami formacji Viola i zarazem udowodnił, iż sejsmika stanowić może bardzo skuteczne narzędzie do zaawansowanych poszukiwań naftowych (Dragoset, 2005). Pierwsze pomiary sejsmiczne w Polsce wykonane zostały już w 1923 r. przez firmę Prakla Seismos w Baryczy koło Krakowa na zlecenie firmy chemicznej Solvay poszukującej złóż soli (Kisłowski, 1994; Kowalczyk, 2001). Badania sejsmiczne

szybko zaczęły być wykorzystywane w Polsce do poszukiwań ropy naftowej i gazu ziemnego. W 1928 r. powołano do życia firmę Pionier S.A., której celem było m.in. inicjowanie poszukiwań za pomocą metod geofizycznych (Kisłowski i Pawłowski, 1987; Pudło i Wais, 2015). Czołowymi postaciami zajmującymi się wdrażaniem i rozwojem sejsmiki byli absolwenci Akademii Górniczej w Krakowie Zygmunt Mitera (1903-1940) oraz Stanisław Wyrobek (1903-1979). Z. Mitera obronił w 1933 r. doktorat w Colorado School of Mines w USA, prowadził również wykłady z zakresu geofizyki na AGH (podówczas Akademii Górniczej) oraz na uniwersytecie Jana Kazimierza we Lwowie, został zamordowany przez Sowietów w Katyniu. S. Wyrobek odbył szkolenie z zakresu geofizyki poszukiwawczej w Francji, w trakcie wojny znalazł się w Londynie, w którym pozostał do końca życia, będąc jednym z ważniejszych działaczy powojennej emigracji. W trakcie wojny wykładał geofizykę poszukiwawczą dla polskich studentów w Birmingham w ramach Polskiego Uniwersytetu na Obczyźnie, w 1945 r. obronił doktorat dotyczący badań sejsmicznych rejonu karpackiego na prestiżowym St. Andrews University w Szkocji, a następnie podjął pracę w British Petroleum, gdzie był kluczową postacią we wdrażaniu badań sejsmicznych, m.in. kierowany przez niego zespół zidentyfikował pierwsze obiekty poszukiwawcze na obszarze Morza Północnego.

Badania sejsmiczne realizowane na obszarze karpackim w Polsce miały charakter pionierski w skali światowej, były to pierwsze badania realizowane w górach, w skomplikowanych warunkach geologicznych (por. Heiland, 1936). Wyniki badań sejsmicznych uzyskane na obszarze zapadliska przedkarpackiego były bardzo dobrej jakości, na ogół bez problemu dawało się wykartować przewodni horyzont sejsmiczny związany z górnobadeńskimi ewaporatami, (Fig. 1; Mitera, 1935; Wyrobek, 1938). Horyzont ten ilustruje występowanie systemu uskoków normalnych wzdłuż N-NE krawędzi segmentu zapadliska w SE Polsce i W Ukrainie (por. Dziadzio, Jachowicz, 1996; Krzywiec, 1999, 2001, 2006; Ney i in., 1974; Zayats, 2015).

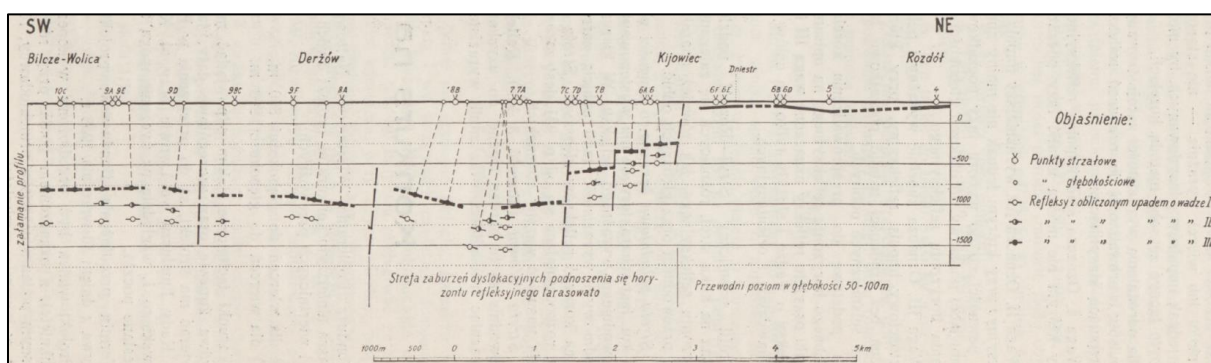


Fig. 1. Fragment regionalnego profilu sejsmicznego Stryj - Rozdół pomierzonego w latach 1934 – 1936 przez firmę Pionier S.A. (Wyrobek, 1938).

Zapadlisko przedkarpackie jest peryferycznym basenem przedgórskim wypełnionym przez osady syn- i postorogeniczne, którego powstanie związane było z miocenią ewolucją łuku orogenicznego Karpat zewnętrznych (Krzywiec, 2006; Oszczypko i in., 2006). Omawiany

segment zapadliska w SE Polsce i W Ukrainie ulokowany jest ponad strefą Teisseyre’a-Tornquista i zarazem ponad SE fragmentem antyklinorium środkowopolskiego powstałego w późnej kredzie w efekcie inwersji basenu polskiego (Fig. 2; por. Krzywiec i Poprawa, 2026; Krzywiec i Staryszak, 2026). W tym rejonie front orogenu jest związany z jedną, dobrze zdefiniowaną powierzchnią nasunięcia frontального jednostki stebnickiej (samborskiej), na północ od której znajdują się miększe, niezdeformowane kompresyjnie utwory mioceńskie. Charakteryzują się one znacznymi zmianami miąższości, od 3-4 km w części proksymalnej do zaledwie kilkunastu – kilku metrów w części dystalnej, co jest związane z występowaniem uskoków tnących podłoże zapadliska i jego mioceńskie wypełnienie osadowe, takich jak uskok Książ, Krakowca, Gródka i Janowca (Fig. 2). Uskoki te związane są z mioceńską reaktywacją starszych stref uskokowych aktywnych na etapie subsydencji i inwersji basenu polskiego (Fig. 2). Uskoki te na późnym etapie rozwoju zapadliska uległy niewielkiej reaktywacji jako uskoki przesuwcze (Krzywiec i in., 2005; Krzywiec i Staryszak, 2026).

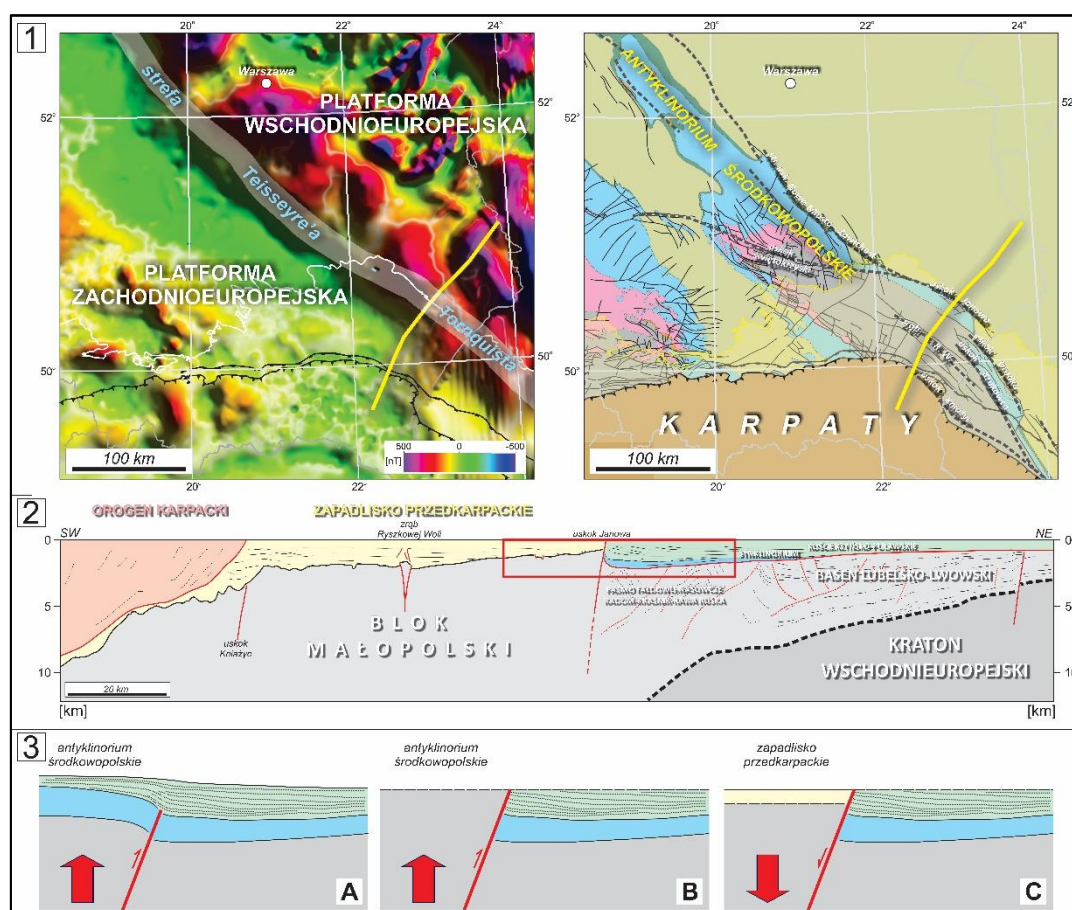


Fig. 2. [1]: lokalizacja regionalnego profilu sejsmicznego POLCRUST na tle mapy magnetycznej (lewy panel) oraz mapy geologicznej bez kenozoiku (panel prawy) (z Krzywiec i Staryszak, 2026, zmodyfikowane); **[2]:** struktura orogenu karpackiego i jego przedpola w oparciu o głęboki profil sejsmiczny POLCRUST (szczegółowy opis i odniesienia literaturowe patrz Krzywiec i Staryszak, 2026); **[3]:** model ilustrujący ewolucję północnej krawędzi zapadliska przedkarpackiego w okresie od późnej kredy do miocenu. **A:** syngedymentacyjna inwersja późnokredowa połączona z progradacją osadów syninwersyjnych w kierunku północno-wschodnim, czyli na zewnątrz od unoszonego w efekcie inwersji antyklinorium środkowopolskiego; **B:** etap po finalnej inwersji, wydźwignięciu antyklinorium środkowopolskiego i post-inwersyjnej erozji, która odsłoniła skały dolnego paleozoiku i/bądź prekambriu budujące masyw małopolski znajdujący się obecnie w osi antyklinorium; **C:**

reaktywacja uskoku odwróconego obrzeżającego od północnego wschodu antyklinorium środkowopolskie (w tym wypadku – uskoku Janowa) jako uskoku normalnego, połączona z depozycją utworów miocenских w dystalnej części zapadliska przedkarpackiego (z Krzywiec i Staryszak, 2026, zmodyfikowane)

Model tektonicznej ewolucji SE części polskiego segmentu zapadliska przedkarpackiego został opracowany w ramach projektu badawczego POIR.04.01.01-00-0046/19..

Literatura

- Dragoset B., 2005, A historical reflection on reflections. The Leading Edge, 24 (Supplement): S46–S71.
- Dziadzio P., Jachowicz M., 1996, Budowa podłoża utworów miocenских na SW od wyniesienia Lubaczowa. Przegląd Geologiczny, 44: 1124–1130
- Heiland C.A., 1936, Note on reflections from steeply dipping beds. Geophysics, 1(2): 257–270.
- Kisłowski A., 1994, Geofizyka – okres międzywojenny i początki po II wojnie światowej. [w]: Wolowicz (red.), Historia polskiego przemysłu naftowego, t. I. Brzozów – Kraków.
- Kisłowski A., Pawłowski W., 1987, Osiągnięcia S.A. „Pionier” w rozpoznaniu złóż bituminów w okresie międzywojennym. Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 32/2: 385-412
- Kowalczyk J., 2001, 100-lecie geofizyki polskiej 1895-1995: kalendarium. Kraków, Wydawnictwo Arbor.
- Krzywiec P., 1999, Miocenska ewolucja tektoniczna wschodniej części zapadliska przedkarpackiego (Przemyśl - Lubaczów) w świetle interpretacji danych sejsmicznych. Prace Państwowego Instytutu Geologicznego, CLXVIII: 249-276.
- Krzywiec P., 2001, Contrasting tectonic and sedimentary history of the central and eastern parts of the Polish Carpathian Foredeep Basin - results of seismic data interpretation. Marine & Petroleum Geology, 18(1), 13-38.
- Krzywiec P., 2006, Zapadliska przedgórskie – geodynamika i systemy osadowe, z odniesieniami do zapadliska przedkarpackiego. Przegląd Geologiczny, 54(5): 404-412.
- Krzywiec P., 2018, Birth and Development of Oil and Gas Industry in the Northern Carpathians (until 1939). [w]: J. Craig, F. Gherali, F. MacAulay, R. Sorkhabi (eds.), History of the European Oil and Gas Industry. Geological Society of London, Special Publications, 465, 165-189.
- Krzywiec P., Aleksandrowski P., Ryzner-Siupik B., Papiernik B., Siupik J., Mastalerz K., Wysocka A., Kasiński J. 2005, Budowa geologiczna i geneza miocenского zrębu Ryszkowej Woli w rejonie Sieniawy - Rudki (wschodnia część zapadliska przedkarpackiego) - wyniki interpretacji danych sejsmiki 3D. Przegląd Geologiczny, 53(8): 656-663.
- Krzywiec P., Poprawa P., 2026, Basen polski. [w]: Budowa Geologiczna Polski – Tektonika. Państwowy Instytut Geologiczny (w druku).
- Krzywiec P., Staryszak G., 2026, Zapadlisko przedkarpackie. [w]: Budowa Geologiczna Polski – Tektonika. Państwowy Instytut Geologiczny (w druku).
- Mitera Z., 1935, Prace sejsmiczne na Przedgórzu i w Karpatach w 1934. Przemysł Naftowy, 10(8): 239-245.
- Ney R., Burzewski W., Bachleda T., Górecki W., Jakóbczak K., Słupczyński K., 1974, Zarys paleogeografii i rozwoju litologiczno-facjalnego utworów miocenu zapadliska przedkarpackiego. Prace Geologiczne PAN 82, 1–65.
- Oszczypko N., Krzywiec P., Popadyuk I., Peryt T., 2006, Carpathian Foredeep Basin (Poland and Ukraine) - its sedimentary, structural and geodynamic evolution, [w] Picha F., Golonka J.

- (red.), The Carpathians and Their Foreland: Geology and Hydrocarbon Resources, American Association of Petroleum Geologists Memoir 84: 293-350.
- Pudło J., Wais T., 2015, „Pionier” – rozpoznawanie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w Polsce w okresie międzywojennym. Wiek Nafty, 25(3), 33-41.
- Wyrobek S., 1938, Profil sejsmiczny Stryj – Bilcze Wolica – Rozdół. Przemysł Naftowy, 13(9): 221-224.
- Zayats K., 2015, The structure of minerals of the Western region of Ukraine on the basis of seismic studies and the directions for oil and gas exploration studies. Monograph, USGEI, Lviv, 80 str. [w j. ukraińskim].