

# Naturalne wycieki ropy w Karpatach – kłopot czy bogactwo?

## Natural oil seeps in Carpathians – a cause for concern or a source of benefits?

*Pamięci Witolda Zglenickiego*

Leszek Jankowski<sup>1</sup>, Grzegorz Leśniak<sup>2</sup>, Joanna Brzeszcz<sup>2</sup>, Piotr Kapusta<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

<sup>2</sup> Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

**STRESZCZENIE:** Celem artykułu jest zwrócenie uwagi na problem tzw. rekultywacji naturalnych wycieków ropy naftowej, występujących często w Karpatach. Wieloletnie obserwacje wskazują, że ich szkodliwość i wpływ na środowisko są raczej niewielkie (jakkolwiek zagrożenie istnieje), natomiast stanowią one istotny przedmiot badawczy dla wielu dziedzin nauki i mają znaczenie edukacyjne oraz historyczne, wpisując się w bogatą historię rozwoju przemysłu naftowego w Polsce. Wycieki ukazano w różnorodnych kontekstach: geologicznych, przyrodniczych, zwrócono uwagę na ich rolę w badaniu systemu naftowego, a także na walory edukacyjne i geoturystyczne. Badania wycieków są jednym z szeregu elementów składających się na tzw. rozpoznanie systemu naftowego (ang. *play elements*) – oprócz elementów głównych, jak np. skały macierzyste, skały zbiornikowe. Są wskaźnikiem procesu ciągłej migracji ropy naftowej, najprawdopodobniej z dużych głębokości. Oprócz wycieków zwrócono uwagę na ważność przesyconych ropą naftową stref melanży tektonicznych, które okazały się główną drogą migracji ropy naftowej w orogene karpackim. Wskazano istotną rolę tzw. postkompresyjnych etapów deformacji tektonicznych w procesie ich formowania. Wycieki ropy naftowej są także obserwowalne w rejonie pozakarpackim, a ich związek z karpackim systemem naftowym powinien zostać przebadany. Zwrócono uwagę na konieczność zachowania, a nawet ochrony wielu stref wycieków, ale także miejsc ekshalacji gazowych czy wycieków wód mineralnych. Ochronie powinny również podlegać stare pola naftowe w rejonie Karpat. Dają one możliwość sprawdzenia wpływu eksploatacji na środowisko. Przypomniano także kilka ważnych postaci, szczególnie zasłużonych dla karpackiego i światowego przemysłu naftowego.

Słowa kluczowe: naturalne wycieki ropy naftowej i gazu, edukacja geologiczna, ochrona przyrody, tektonika.

**ABSTRACT:** This article addresses the issue of the reclaiming natural oil seeps that frequently occur in the Carpathians. Years of field observations suggest that their environmental impact is rather minimal, though some risks exist. Despite this, these seeps constitute an important subject of study for many fields of research and hold significant educational and historical value, contributing to the rich history of the development of the oil industry in Poland. The article discusses the geological and natural aspects of oil seeps, emphasizing their role in studying the petroleum systems and their educational and geotourism potential. Oil seeps are one of a number of so-called play elements of the Carpathians: e.g. source rocks, reservoir rock, caps rocks. They serve as indicators of oil migration, most likely from great depths. The importance of oil-saturated tectonic mélangé zones, which turned out to be the main route of oil migration in the Carpathian orogen, was also highlighted, along with the important role of the so-called post-compression stages of tectonic deformations in the process of their formation. Moreover, oil seeps are also observed in the Carpathian Foredeep region, though their connection to the Carpathian oil system warrants further study. The article underscores the need to preserve and protect many seepage zones, as well as areas with gas exhalations and mineral water leaks. Old oil fields in the Carpathian region should also be preserved, as they offer opportunities to study the environmental impact of oil production. Several key figures in the development of the Carpathian and global oil industry are also recognized.

Key words: natural oil seeps, gas exhalation, geological education, protection of natural protection, tectonics.

### Wstęp

Wycieki ropy naftowej znane są z wielu rejonów świata (np. Azerbejdżan, Iran, Irak, Pensylwania, Nowa Zelandia) i zwykle kojarzą się z obiegającymi świat katastroficznymi

informacjami o rozbiciu cystern, awariach morskich platform wiertniczych czy katastrofach tankowców. W filmach dokumentalnych dotyczących początków eksploatacji ropy często pojawiają się kadry z ludźmi oblanymi ropą (jak np. w pierwszych latach eksploatacji ropy w Azerbejdżanie, Pensylwanii

Autor do korespondencji: L. Jankowski, e-mail: [leszek-jankowski@wp.pl](mailto:leszek-jankowski@wp.pl)

Artykuł nadesłano do Redakcji: 20.06.2024 r. Zatwierdzono do druku: 18.10.2024 r.

czy też Teksasie). Świat obiegają zdjęcia przedstawiające ogromne plamy ropy rozlane na powierzchni mórz, a zgrozę u widza budzą zalane czarną mazią zwierzęta. Takie obrazy doskonale wpasowują się w narrację modnych obecnie ruchów ekologicznych, a plamy i wycieki są niemal najdoskonalszym dodatkiem do propagandy mającej podkreślać zatrucie środowiska tym czarnym i – jak się czasem podkreśla – mało już użytecznym płynem.

W przestrzeni medialnej brak jest obiektywnych i szeroko rozprzestrzenianych informacji na temat konsekwencji tego typu zdarzeń. Nikt nie podaje do publicznej wiadomości rzeczywistych skutków tych wypadków, ich oddziaływania na środowisko ani tego, jak szybko środowisko radzi sobie (lub nie) z tego typu katastrofami. Przeciętny czytelnik nie ma możliwości dowiedzieć się, czy rozbita cysterna podążyła z pola naftowego do rafinerii, czy już wiozła towar do stacji benzynowej, a jest to jednak zasadnicza różnica. Wszak najbardziej nośne medialnie są katastrofy. W świadomości czytelników pozostaje obraz zła, jakie wyrządza ten naturalny płyn wydobywający się od milionów lat z wnętrza Ziemi. Ponadto świat obiegają informacje o zaleganiu plastiku w rzekach, morzach i oceanach (temat stał się nośny także w opracowaniach naukowych), o jego obecności we wnętrzach organizmów żywych. Te niemające ze sobą wiele wspólnego informacje dopełniają złej opinii o ropie naftowej, wszak do produkcji plastiku używa się jej pochodnych, uzyskanych w trakcie procesów rafinacji. Warto podkreślić, że ropa naftowa może skażić środowisko w dwóch sytuacjach – podczas poszukiwań i eksploatacji oraz w czasie transportu. Jednakże erupcje związane z wysokim ciśnieniem złożowym lub awariami głowic są rzadkie i co istotne – szybko opanowywane. Realnie dużym zagrożeniem dla środowiska są awarie powstałe w czasie transportu – głównie katastrofy tankowców (np. MT Exxon Valdez, MT Prestige), co wynika z gwałtownego rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń, ale i niekiedy z faktu, że są to już ropy po wstępnej obróbce chemicznej.

Należy przypomnieć definicję ropy naftowej: „jest to ciekła kopalina, złożona z mieszaniny naturalnych węglowodorów gazowych, ciekłych i stałych (bituminów) z niewielkimi domieszkami związków azotu, tlenu, siarki”. Ma ona ciągle podstawowe znaczenie dla gospodarki światowej jako surowiec energetyczny, ale także jeden z podstawowych surowców dla przemysłu chemicznego. W teoriach dotyczących pochodzenia ropy naftowej dominuje koncepcja o organicznym jej pochodzeniu (stworzona m.in. przez polskiego uczonego Radziszewskiego). Zgodnie z nią ropa naftowa powstała w wyniku przeobrażenia naturalnych szczątków roślinnych i zwierzęcych nagromadzonych wraz z drobnymi okruchami mineralnymi w osadach morskich. Czynnikiem powodującymi przejście substancji organicznych w bituminy są prawdopodobnie: środowisko

redukujące, odpowiednia temperatura i ciśnienie oraz działalność bakterii. Warto przy okazji wspomnieć o rozwijanych od okresu przedwojennego teoriach (m.in. tzw. szkoła lwowska) o nieorganicznym pochodzeniu ropy naftowej (zgodnie z tą teorią ropa naftowa pochodzi z procesów chemicznych zachodzących w głębokich warstwach skorupy ziemskiej).

Jak oddzielić informacje dotyczące rzeczywistej katastrofy od tych o katastrofie jedynie medialnej – i czy rzeczywiście ropa naftowa jest aż takim nieszczęściem, jak się ją obecnie przedstawia? Należy się zastanowić również nad tym, jaką rolę w kontekście oddziaływania na środowisko odgrywają obwiniane o wiele zła naturalne, występujące „od zawsze” wycieki ropy naftowej, spotykane w wielu miejscach orogenu Karpat i jego przedpola i rozważyć dylemat, czy jest to kłopot, czy bogactwo rejonu karpacciego. Czym są zatem „nasze” wycieki karpaccie – bogactwem, szansą na rozwój czy zagrożeniem? Jak można je wykorzystać i jak zapobiec skutkom wycieków – i czy w ogóle należy im zapobiegać? Wreszcie czy proces neutralizowania, czyli tzw. rekultywacji, może być bardziej szkodliwy od samych wycieków?

Widok spływającej potokiem ropy i wędrujących w górę potoku ryb jest znany geologom wykonującym mapy geologiczne i nakazuje potrzebę rewizji poglądów „o zatruciu ropami” i ponownego rozpatrzenia wpływu „zanieczyszczenia ropą” na środowisko. Lokalizacja wycieków, ekshalacji czy mineralizacji jest zresztą elementem rozpoznania kartograficznego terenu, z czasem stając się przedmiotem odrębnych badań.

Dla geologa codziennością jest także obserwacja, niekiedy dość rozległych, odsłonięć karpaccich, zwłaszcza uznawanych za skały macierzyste tzw. warstw menilitowych (Glöcker, 1843) czy utworów dolnej kredy, czarnych, przesyconych bituminami, obmywanych przez wody od milionów lat (rysunek 1). W nich



**Rysunek 1.** Smilno, Słowacja. Okno tektoniczne Smilna; warstwy menilitowe

**Figure 1.** Smilno, Slovakia. Smilno tectonic window; Menilite Beds

często drążone są studnie. Te warstwy przesycone są naturalną substancją organiczną – z czasem zmieniają się w nagromadzenie owych (ciągle naturalnych) substancji – jaką jest ropa naftowa. Czy zatem należy także rekultywować odsłonięcia menilitów czy też łupków dolnej kredy?

Poniższe uwagi są niejako przedłużeniem, postulowanej już od dekad przez jednego z autorów (L.J.), potrzeby rozpoznania wpływu wycieków rop karpaccich na środowisko naturalne. Jest ona tym bardziej istotna, że żyjemy w klimacie o stosunkowo bujnym rozwoju roślinności, dużej urbanizacji terenów roponośnych, czyli w warunkach daleko innych od tych, w których funkcjonują potężne pola naftowe, znajdujące się obecnie najczęściej w klimatach suchych czy też zimnych. Należy podkreślić, że natura i historia rozwoju karpacciego przemysłu naftowego dały naszym badaczom wspierać poligon doświadczalny – wszakże eksploatacja rop karpaccich trwa od tysięcy lat, a przemysłowa od ponad 150 lat, zatem badanie oddziaływania na środowisko może właśnie u nas być miarodajne i może stanowić wskazówkę dla wypracowania procedur na całym świecie.

Poniżej, w esejowym charakterze, w kilku punktach i na podstawie zaledwie kilku przykładów, przedstawiono kontekst geologiczny wycieków, ekshalacji gazowych czy roli migracji fluidów w obrębie orogenu Karpat i w tzw. systemie naftowym. Zasygnalizowano podjęcie na nowo prac, w których wycieki są przedmiotem badań. Podkreślono istotną rolę edukacyjną, jak też kulturową tych naturalnych dla Karpat zjawisk – jak wskazano, są one niejako świadkami bujnego rozwoju przemysłowego i kulturowego regionu karpacciego i świadkami wkładu polskiej myśli technicznej w rozwój światowego przemysłu, opartego na eksploatacji ropy naftowej. Dodatkowo są one elementem – niemalże skansenowej – historii regionów karpaccich.

W kontekście wycieków nie należy zapominać o „wyciekach” solanek, najczęściej występujących u brzegu Karpat. Były one przyczyną osiedlenia się (od czasów zasiedlenia tych ziem przez Celtów) wielu migrujących ludów właśnie u podnóża Karpat, lokowania w tych miejscach najstarszych i najważniejszych miast tego regionu (od Krakowa, poprzez Przemyśl, aż po Karpaty rumuńskie) i podstawą jego rozwoju cywilizacyjnego. Miejsca „wycieków” solanek wskazywały często zwierzęta poszukujące tzw. lizawek. O bogactwie, jakim była sól, przypominać nie trzeba. Zresztą geologiczne terminy pobrzmiewają w nazwach miast i mniejszych miejscowości zarówno u brzegu Karpat, jak też w ich bardziej wewnętrznej części, przykładami są: Krzemieńce, Kremenarosy, Ługi, Ropy, Ropki, Ropice, Ropienki, a nawet Smolne, Smolny. Pobrzmiewają także na przedpolu Karpat. Co ciekawe, nazwa „kalny” występująca w nazwach w rejonie Bieszczadów (Kalne, Kalnica, Kaliszczce, Podkaliszcze) to określenie wycieku. Z eksploatacją, wyciekami

soli i innych wód mineralnych związane są nazwy typu: Bania, Balnica, Bannica, Zabaniszczce, Sole, Solca, Soliny, Solinki, Słonne, Nowe Sole, wreszcie Krynica, Szczawa, Szczawne, Woniaczki, Kwaszeniny, Kisielyczne czy Sołotwinki, wreszcie Żupy. Wszakże nie tylko Wieliczka i Bochnia znane są z obecności soli. Niewiele osób wie, że oprócz wycieków możemy w wielu miejscach Karpat obserwować kryształy soli rozrzucone po polach (rysunek 2). Niestety naturalne odsłonięcia z poziomami soli, np. w miejscowości Solca (na południe od Przemyśla), zostały poddane „rekultywacji”, a odsłonięcia w pobliskich potokach w miejscowości Hujsko (obecnie Nowe Sady), dokumentujące relacje geologiczne brzegowej strefy Karpat, także już nie istnieją. Należy rozważyć wzięcie pod ochronę nie tylko wybranych odsłoneń, ale i niekiedy całych profili geologicznych. Czy zatem należy rozważać destrukcyjny wpływ ciekących od milionów lat solanek na otoczenie i czy są one czymś mniej złym niż wycieki ropy naftowej? Ma to znaczenie zwłaszcza wobec problemu pojawiania się wycieków dość agresywnych chemicznie wód mineralnych, szczególnie w kontekście eksploatacji wód termalnych. Zdając sobie sprawę z problemów, jakie niosą z sobą (mimo wszystko) wycieki, sugerujemy jednak zaniechanie dewastacji i raczej ochronę niektórych miejsc, by stały się nie tylko elementem badań naukowych, ale także edukacji czy też rozwoju tzw. geoturystyki (rysunki 3, 4). Rozpoczęte na nowo badania dotyczące rodzaju i składu rop naftowych występujących w wyciekach oraz zmian w rozwoju roślinności w otoczeniu wycieków dadzą możliwość rozdzielenia zagrożeń urojonych od tych realnych – czyli skażeniem produktami chemicznej przeróbki ropy naftowej. Sugerowana jest tutaj także potrzeba zapobiegania konsekwencjom (opisanym poniżej) starzenia się starych pól naftowych, wierceń i instalacji i dotyczących ich katastrof (np. procesy osuwiskowe).



**Rysunek 2.** Solca, Polska. Kryształy soli na polach  
**Figure 2.** Solca, Poland. Salt crystals found in the field





**Rysunek 3.** Baku, Azerbejdżan. „Płonąca góra”  
**Figure 3.** Baku, Azerbaijan. The “Burning Mountain”



**Rysunek 4.** Baku-Surakhani, Azerbejdżan. Święty ogień w świątyni Zaratury  
**Figure 4.** Baku-Surakhani, Azerbaijan. Sacred fire in the Zarathustra temple

Badania kartograficzne i obserwacje terenowe prowadzone przez lata przez jednego z autorów (L.J.), poparte wieloletnią współpracą z INiG – PIB i ostatnio z krakowskim Uniwersytetem Rolniczym, a także Instytutem Ochrony Przyrody PAN, dały podstawę do wyciągnięcia wielu wniosków odnoszących się do „szkodliwości” wycieków w obrębie Karpat. Przy okazji chcielibyśmy przypomnieć kilka zapomnianych, ale jakże ważnych postaci z okresu rozwoju nie tylko polskiego, ale i światowego górnictwa naftowego, które – obok znanych w Polsce Ignacego Łukasiewicza i Jana Zeha – stanowią niejako panteon pionierów światowego górnictwa i przemysłu naftowego. Poniżej przedstawiono, naturalnie dyskusyjny, może nawet prowokacyjny, przegląd poglądów na temat wycieków ropy naftowej, ekshalacji gazowych (czy wód mineralnych), jak też innych obserwowanych bezpośrednio

w terenie przejawów procesów zachodzących w głębi ziemi. Wszakże od obserwacji naturalnych wycieków rozpoczęło się budowanie polskiego przemysłu naftowego i to one były *spiritus movens* wynalazczości Ignacego Łukasiewicza. Powtarzamy pytanie: czym mogą być obecnie dla nas (przyrodników) wycieki, ekshalacje czy odsłonięcia czarnych skał macierzystych, jak też eksploatowane od wieków, „zabrudzone” ropą i niemal już romantyczne pola naftowe Karpat? Czy tylko geoturystyką, czy ogromnym poligonem badawczym i niemal laboratorium doświadczalnym?

Przesłaniem tych paru słów nie jest obrona i ukazanie – żartobliwie ujmując – niemal dobroczynnej roli wycieków, ale słowa te są wołaniem o rozsądek i o ukazanie tych naturalnych elementów geologii we właściwej proporcji.

W ocenie szkodliwości ropy naftowej i pojawiających się na powierzchni różnego rodzaju ekshalacji gazowych, wycieków czy mineralnych naskorupień obserwujemy w społecznym odbiorze pewien paradoks, polegający z jednej strony na zachwalaniu wód „mineralnych” zawierających znaczne domieszki węglowodorów, a z drugiej strony na wskazywaniu wycieków jako źródeł zanieczyszczeń. Taką „zanieczyszczoną” ropą naftową wodą „mineralną” jest słynna Naftusia z Truskawca, uważana za leczniczą, wzmiankowana już w roku 1469. O niej to pisał już królewski lekarz Wojciech Oczko w kronikach sandomierskich. Na początku XVIII wieku pisano wręcz, że „chłopi w Truskawcu piją wodę z domieszką ropy, pomagającą w leczeniu wielu chorób”. Rejon Truskawca, podobnie jak rejony wycieków na terenie polskich Karpat, daje ogromne, niemalże podręcznikowe możliwości śledzenia na powierzchni współwystępowania tzw. wód okalających i węglowodorów. Obserwować tam można niemal bezpośrednio naturalne procesy związane z migracją fluidów. Można też znaleźć szereg produktów wycieków ropy naftowej, m.in. słynne ozokeryty truskawieckie i borysławskie. Słynne jeziora ropne okolic Staruni (rysunki 5, 6 i 7), zaliczane już do przedpola Karpat, oddały Rzeczypospolitej jeden z najwspanialszych eksponatów polskiego muzealnictwa (nosorożec włochaty ze Staruni), według niektórych porównywalny z obrazem Leonarda da Vinci w muzeum Czartoryskich. Analizując różnice między szkodliwością a dobroczynnością, można w tym miejscu przypomnieć także o (wątpliwej smakowo) „wodzie mineralnej” z Polańczyka, w przypadku której co do zawartości w niej ropy naftowej przeciętny kuracjusz nie ma wątpliwości. Jej skład chemiczny i wyczuwalna w smaku i zapachu „nutka” ropy naftowej były przyczyną krążącego ongiś wśród wiertników przekazu o złym wyborze miejsca perforowania w profilu wiercenia, co miało być powodem dopływu ropy do pobieranych tam wód „leczniczych”. Warto zatem zwrócić uwagę i na ten paradoks – obwiniane o wszystko zło wycieki mają także chlubną historię „leczniczą”.

### Znaczenie naukowe



**Rysunek 5.** Starunia, Ukraina. Wypływy rop  
**Figure 5.** Starunia, Ukraine. Oil seeps



**Rysunek 6.** Starunia, Ukraina. Wypływy ropy i solanki  
**Figure 6.** Ukraine, Starunia. Oil and brine seeps



**Rysunek 7.** Starunia, Ukraina. Płonący gaz w wypływie ropy  
**Figure 7.** Starunia, Ukraine. Burning gas in oil seeps

Wycieki ropy naftowej, migracje fluidów i ekshalacje gazowe (różnych rodzajów gazów – od metanu, dwutlenku węgla, aż po ekshalacje radonu) są jednym z elementów charakteryzujących górotwory, które przeszły skomplikowane procesy geologiczne, ale także są wskazówką występowania różnego rodzaju złóż. Wyżej wymienione czynniki dostarczają bezpośrednich lub pośrednich informacji na temat budowy geologicznej, przemian i procesów zachodzących w obrębie górotworu.

Analiza wycieków ropy naftowej i towarzyszących im fluidów czy badanie skał uważanych za macierzyste jest ciągle podstawowym narzędziem badawczym w analizie tzw. systemu naftowego Karpat i przedpola. Stosunkowo wcześniej pochodzenie ropy naftowej wiązano z karpackimi ciemnymi łupkami (np. Windakiewicz 1875; Szajnocha 1894, 1899). Już w zestawieniu Altha z 1870 roku znajdujemy na załączonej mapie położenie źródeł solnych i naftowych – m.in. występowanie wód solnych i ropy w okolicach Borysławia. Zależność między występowaniem złóż solanek i rop zauważył już Stanisław Staszic (1805), widząc sąsiedztwo ilów solnych i oleju skalnego. Zuber (1928) uważał ropę naftową za produkt rozkładu materii organicznej, głównie roślinnej, przy niewielkim udziale mikroorganizmów; wskazał na współwystępującą sól, która według niego miała odgrywać rolę katalizatora. Co ciekawe, był przeciwnikiem koncepcji dalekiej migracji rop naftowych, a migrację pionową uważał za nieprawdopodobną.

Wycieki były i ciągle są niemal bezpośrednim wskaźnikiem występowania węglowodorów i zasięgu złóż naftowych. Dały one początek badaniom poszukiwawczym (podobnie jak wycieki ciepłych wód były podstawą poszukiwań wód termalnych na Podhalu), najczęściej w Karpatach udanym, ale także nieudanym – warto przyjrzeć się np. historii poszukiwań ropy w okolicach Wójczy (daleko poza Karpatami) czy np. okolicach Łodyny i Ustrzyk. Przykładem niepowodzenia spowodowanego przyjęciem błędnego założenia dotyczącego budowy geologicznej były np. poszukiwania w okolicach Ustrzyk Dolnych, gdzie założono geometrię złoża w typie „normalnym” dla pasa fałdowo-nasuwczego, struktury antyklinalnej, więc posadowiono wiercenie na południowym skrzydle „antykliny”, co skończyło się niepowodzeniem (Augustyn, 2000). Późniejsze rozwiercenie stref ciągu kopalni (Łodyna, Brelików itd., patrz Gierat-Nawrocka i Wdowiarz, 1975) ukazało inną, niż zakładano, budowę geologiczną. W uformowaniu struktur ze złożami istotną rolę odgrywał wskazany przez współczesnych autorów (Jankowski i Probulski, 2011; Jankowski et al., 2015) etap tzw. przesuwczości, czyli dodatkowy etap rozwoju tektonicznego Karpat. Uformowane zostały wtedy skomplikowane struktury przestrzenne, tzw. końskie ogony czy struktury kwiatowe,



rozwinęte wzdłuż wspomnianych poniżej stref melanżu tektonicznego. Wiercenia i odsłonięcia terenowe w tym rejonie (rysunki 8 i 9) wskazały na geometrię struktury złożowej, typowej dla tzw. struktur kwiatowych, powstających przy dużych strefach przesuwczych. Cechują się one charakterystycznym (udowodnionym otworami) łukowatym, stromym ułożeniem warstw (rysunek 10), a nie – jak zakładano pierwotnie – geometrią o typie antyklin. Warto dodać, że pola naftowe Łodyna, Brelików itd. są jednymi z wielu w Karpatach pól naftowych rozwinętych wzdłuż potężnych, podkreślonych strefami melanży stref przesuwczych (Jankowski i Probulski, 2011; Jankowski et al., 2015, Jankowski i Jugowiec, w druku). Ale nawet te nieudane próby rozwiercania wskazanych wyciekami pól naftowych były potem impulsem do dalszego rozpoznania terenu. Ważne są obserwacje geologiczne całego otoczenia wycieków i sekwencji odsłonień, m.in. obserwacje dotyczące struktur tektonicznych i ich mineralizacji. Pokrywające tzw. lustra tektoniczne (powstałe podczas tzw. etapu przesuwczości) ślady ropy naftowej mówią nam wiele o czasie napełniania tutejszych złóż.

Badania wycieków są jednym z szeregu elementów składających się na tzw. rozpoznanie systemu naftowego (ang. *play elements*) – oprócz elementów głównych, jak np. skały macierzyste (o tym poniżej), także tzw. skały zbiornikowe. Wydaje się jednak, że bodaj najbardziej istotnym elementem systemu naftowego (na obecnym stadium rozpoznania) są tzw. ścieżki migracji. A tu decydującym czynnikiem dla formowania nowych założeń i koncepcji poszukiwawczych są odkryte przez jednego z autorów (Jankowski, 1995, 1997, 2007, 2015) tzw. kompleksy chaotyczne, a zwłaszcza jeden z ich rodzajów, czyli melanże tektoniczne (rysunek 10). Ich przebieg w relacji do ułożenia tzw. jednostek karpaccich wskazuje na geometryczną niezależność ich rozwoju, odmienną w kontekście rozwoju tektonicznego, od nasunięć tychże jednostek tektoniczno-facjalnych. Geneza stref melanży może być związana z rozwojem tzw. nasunięć pozasekwencyjnych. Rozpoznanie stref melanży ukazuje inny rozwój geologiczny Karpat, niż pierwotnie zakładano. Przebieg stref melanży, wzdłuż których ulokowana jest zdecydowana większość karpaccich złóż, jest ściśle związany z tzw. postkompresyjnymi (zachodzącymi już po procesie budowania i składania orogenezu) etapami rozwoju tektonicznego: etapem przesuwczości (Jankowski i Probulski, 2011) i kolapsu (Mazzoli et al., 2010; Jankowski, 2015).

Istotne znaczenie dla ukierunkowania badań nad strefami melanży ma ich charakter petrograficzny, czyli unikalne w skali Karpat nasycenie (niemal ociekanie) mineralizacją (por. np. Jankowski i Jarmołowicz-Szulc, 2004; Jarmołowicz-Szulc et al., 2007, 2008; Jarmołowicz-Szulc i Jankowski, 2008, 2011, 2021; Leśniak i Bańdo, 2008; Leśniak et al., 2014; Jankowski



**Rysunek 8.** Łodyna, Polska. Struktura kwiatowa; uskok przesuwczy, nasycony ropą

**Figure 8.** Łodyna, Poland. Flower structure; the strike-slip zone saturated with oil



**Rysunek 9.** Łodyna, Polska. Typ struktury kwiatowej

**Figure 9.** Łodyna, Poland. Flower structure



**Rysunek 10.** Jabłonki, Polska. Melanż tektoniczny

**Figure 10.** Jabłonki, Poland. Tectonic melange



et al., 2015; Matyasik et al., 2015). Można w nich obserwować różnego rodzaju minerały, ale co najbardziej istotne – niesamowite bogactwo śladów migracji ropy naftowej (rysunki 11 i 12). Warto dodać, że wieloletnie badania kartograficzne i obserwacje terenowe autora (L.J.) wskazują na brak śladów migracji ropy naftowej strefami nasunięć tzw. jednostek tektoniczno-facjalnych w odróżnieniu od stref melanży, gdzie nasycenie ropą jest powszechne. Zatem strefy nasunięć jednostek tektonicznych nie mogą być ścieżkami migracji napelniającymi karpacie złoza czy miejscami pojawiania się wycieków. Właśnie strefy melanży okazują się decydujące dla rozprowadzania ropy naftowej drogami migracji w karpaccim systemie naftowym. Owa niezależność przebiegu (od przebiegu nasunięć jednostek tektonicznych) sugeruje ponadto ich głębokie zakorzenienie,

sięgające najprawdopodobniej podłoża orogenu karpacciego. Są one zatem wspaniałym miejscem do badań naukowych, ale także edukacji geologicznej. Powodem pojawiania się szeregu wycieków w otoczeniu stref melanży jest ich ekstensyjne „otwarcie”, będące wynikiem procesu przesuwczności, a wreszcie tzw. procesu kolapsu (rozpadania się orogenu). Stają się one wówczas aktywnymi drogami migracji fluidów (zwłaszcza na etapie kolapsu – Jankowski, 2015; Jankowski i Margielewski, 2021), dając w efekcie możliwość powstania w ich otoczeniu i w nich samych ogromnej ilości wycieków ropy naftowej oraz szczególnej mineralizacji (np. tzw. diamentów marmaroskich), a także ekshalacji gazowych (Skupio et al., 2018; rysunek 13). Co ciekawe, badania i obserwacje terenowe wskazują, że strefy wycieków są ściśle związane nie tylko ze strefami melanży, ale również z dużymi rozłamami tektonicznymi, o charakterze uskoków zrzutowych (por. rejon Gorlic, Bieszczadów, Węglówki, Soli czy Słonatego).

Wspaniałe jak na warunki karpaccie odsłonięcia melanży (rysunek 10), np. w rejonie bieszczadzkiem czy w strefie węglowieckiej, dają możliwość badania nie tylko przepływu fluidów, ich rodzaju, ale także określenia kolejności przepływu zmineralizowanych fluidów. Widoczna jest w nich charakterystyczna sekwencja wytrącania minerałów, od tzw. diamentów marmaroskich, poprzez mineralizację kalcytową, aż po utworzenie tzw. kieszeni (pustek skalnych), z obecnością ropy naftowej. Stąd także postulat, by chronić wybrane odsłonięcia stref melanży dla celów naukowych i edukacyjnych, zwłaszcza biorąc po uwagę wieloletnie sceptyczne podejście środowiska do odkrycia tego typu utworów. Warto w tym miejscu podkreślić, że odsłonięcia stref melanży zwykle występują w dolinach potoków (rysunek 14), są przemywane wodami przez miliony lat, a szczególnie duże nasycenia ropą nakazują ich traktowanie niemal jak strefy wycieków. W kontekście „zanieczyszczenia” strefy melanży można porównać właśnie z wyciekami, zresztą



**Rysunek 11.** Strefa lanckorońska-żegocińska. Okolice Skrzydlniej, Polska. Skąły nasyczone ropą

**Figure 11.** Lanckorona-Żegocina zone. Skrzydlna vicinity, Poland. Rocks saturated with oil



**Rysunek 12.** Koszarawa, Polska. Strefa melanżu tektonicznego. Skąły nasyczone ropą

**Figure 12.** Koszarawa, Poland. Melange zone. Rocks saturated with oil



**Rysunek 13.** Węglówka, Polska. Ekshalacje gazu

**Figure 13.** Węglówka, Poland. Natural gas exhalations



**Rysunek 14.** Bandrów, Polska. Wypływy ropy  
**Figure 14.** Bandrów, Poland. Natural oil seep

często sobie towarzyszą w obrębie Karpat. Można zatem przeprowadzić badania na temat „szkodliwości” stref melanży i ich wpływu na lokalną florę i faunę.

Wysokie wartości kątów ułożenia warstw (widoczne w przekrojach orogenu) w tych strefach i ich głębokie zakorzenienia (co jest charakterystyczne dla stref przesuwczych dużej skali, np. form typu struktur kwiatowych) dają możliwość przyjęcia nowych koncepcji dla poszukiwań ropy naftowej w Karpatach – ze względu na możliwą łączność z głębokim, podkarpackim źródłem zasilania (por. Jankowski, 2024; Jankowski i Jugowiec, w druku). Badanie stref melanży daje możliwość śledzenia przepływu ropy naftowej z prawdopodobnie głębokich (podkarpackich?) horyzontów. Silna mineralizacja stref melanży sugeruje głębokie zakorzenienie tych stref, co może być przesłanką wskazującą na to, że podczas nasuwania orogenu doszło do jego interakcji ze strukturami podłoża, ale także na wspólną deformację Karpat z podłożem już w czasie procesów kolapsu i przesuwczności (por. Jankowski, 2015, 2024; Jankowski et al., 2019; Jankowski i Jugowiec, w druku). Do wspólnej deformacji Karpat i ich podłoża podczas kolapsu mogło dojść przede wszystkim w czasie procesu kolapsu orogenicznego (dyskutowane w Karpatach zagadnienie *thick-skinned vs thin-skinned tectonics*), o czym świadczy powstanie „blizn” na obrazie Karpat, takich jak np. tzw. strefa lanckorońsko-żegocińska. Ta strefa po procesie wspólnej deformacji staje się wspólną dla orogenu i podłoża strefą uskokuwą, tnącą zarówno orogen Karpat, jak i jego podłoże. Co ciekawe, strefa lanckorońsko-żegocińska zawiera w sobie wiele wycieków ropy i śladów tzw. martwej ropy (rysunek 11) i towarzyszą jej lokalne złoża ropy, takie jak Skrzydlna. Można zatem koncepcyjnie założyć, że silna migracja węglowodorów w obrębie stref melanży sugeruje prawdopodobieństwo istnienia niemalże „beczki złożowej” w (niestety)

głębokich horyzontach. Znajdujące się pod nasuniętym orogem utwory paleozoiku czy mezozoiku mogą być doskonałą skałą macierzystą.

Biorąc pod uwagę niezależność przebiegu stref melanży, obecność wycieków daleko od złóż karpackich – obserwowane w wielu złożach mieszaniny rop o różnym pochodzeniu – sugeruje migrację z nieznanego źródła, niekoniecznie związanego ze skałami uważanymi za skały macierzyste. Stąd koncepcja (Jankowski, 2024; Jankowski i Jugowiec, w druku) poszukiwania złóż ropy pod nasuniętymi Karpatami. Ciekawą przesłanką dla formowania koncepcji odnoszących się do ukierunkowania dalszych poszukiwań jest zgrupowanie złóż karpackich wzdłuż wspomnianych stref melanży, ale najczęstsze ich występowanie w obszarze tzw. minimum grawimetrycznego, widocznego w obrębie orogenu Karpat. Wydaje się, że minimum grawimetryczne wyznacza granice ogromnych bloków w podłożu Karpat, czasem rozdzielanych (jak w czasie tzw. wczesno-oligocenijskiej ekstensji; por. Jankowski i Wysocka, 2019), co sugeruje odmienny strumień ciepła i doskonałe możliwości generacji węglowodorów (por. Jankowski, 2024; Jankowski i Jugowiec, w druku).

Warto też nadmienić, że rozpoznanie przebiegu stref melanży i przebiegu (niezależnych od nasunięć tzw. jednostek tektoniczno-facjalnych) stref tektonicznych pozwala wyjaśnić pojawianie się stref wysięków ropy daleko od istniejących w Karpatach złóż. Dotyczy to np. licznych wycieków w obrębie tzw. jednostki skolskiej (rejon Słonatego) czy jednostki magurskiej (np. rejon Soli i Rycerki). Strefy tych wycieków znajdują się w pobliżu potężnych stref rozłamów tektonicznych (nie zawsze znaczonych na mapach geologicznych), np. w pobliżu potężnych uskoku normalnych (rejon Rycerki i Soli), zrzucających znaczne połacie jednostki magurskiej ku południowi. Wycieki ropy w rejonie Słonatego można wiązać z potężną strefą kolapsową (a w istocie strefą rozdarcia, por. Jankowski i Margielewski, 2021), na której założona jest dolina Sanu, podobnie jak dolina Wiaru (patrz Jankowski i Margielewski, 2021). Wycieki ropy naftowej są zatem doskonałym wskaźnikiem związku genetycznego stref migracji fluidów z procesami tektonicznymi o typie tektoniki ekstensyjno-przesuwczej.

Poza wyciekami ropy innymi przejawami „wewnętrznej życia” Karpat także zasługującymi na ochronę są choćby liczne ekshalacje gazowe różnego rodzaju: od metanowych aż po ekshalacje dwutlenku węgla (rysunek 15). Są one niestety w niewielkim stopniu przedmiotem badań geologicznych, choć uzupełniają obraz systemu migracji fluidów i gazów w obrębie orogenu. Migracja fluidów strefami melanży tłumaczy znane nagromadzenia i silną mineralizację np. w rejonie Baligrodu (Kamieński, 1937; Kita-Badak, 1971), tamtejsze mineralizacje są silnie związane z rozległą strefą tzw. melanżu bieszczadzkiego (por. Jankowski i Probulski, 2011).





**Rysunek 15.** Złockie, Polska. Ekshalacje dwutlenku węgla, tzw. mofety złockie

**Figure 15.** Złockie, Poland. Natural exhalation. So called Carpathian mofets

W tym miejscu można też wspomnieć o roli uskoku normalnych, na których założone są doliny największych karpaccich rzek. Są to uskoki głęboko penetrujące orogen, sięgające zapewne podłoża. Mamy w nich do czynienia z migracją gazów o różnorodnym składzie, rozchodzących się po strefach uskokowych i wytworzonych w czasie kolapsu w strefach poślizgów. Pofragmentowanie bloków podczas kolapsu i ich przemieszczania grawitacyjne (por. Jankowski i Margielewski, 2021; Jankowski, 2022a, 2022b, 2022c) są prawdopodobnie przyczyną ekshalacji gazowych w miejscach niekiedy odległych od głównej strefy tektonicznej, transportującej gazy i fluidy z głębokiego podłoża na powierzchnię. Obecne rozpoznanie tzw. mofet Tylicza i Złockiego (rysunek 15) wskazuje na ich bezpośredni związek z głęboką strefą uskoku normalnego (powstała w wyniku procesu kolapsu, na której założona jest dolina Muszynki). Jednakże przemieszczenie dużego bloku schodzącego do tej doliny powoduje rozdzielanie migracji gazów – wędrują one także strefą poślizgu owego bloku, wychodząc przy jego krawędzi. Z tego powodu wszystkie elementy i miejsca ekshalacji gazów i wycieków muszą podlegać rozpoznaniu kartograficznemu, a po części ochronie, by można było zarówno przeprowadzać badania, jak też uniknąć zatruć, co miało miejsce np. w Złockiem. Tego typu ekshalacje dają ogromne możliwości badawcze w zakresie śledzenia migracji fluidów, gazów i dają wgląd (podobnie jak strefy melanży) w procesy zachodzące na dużych, raczej podkarpaccich głębokościach. Dokumentują także zachodzące na dużych (podkarpaccich?) głębokościach procesy uwalniania dwutlenku węgla z zalegających głęboko i podgrzewanych wapieni, skał obcych profilom tzw. Karpat zewnętrznych. Według lokalnych podań mofety Tylicza i Złockiego (rysunek 15) zdają się mieć także „diabelskie” pochodzenie – i chyba to jest jedyny ich

„szkodliwy” wpływ na środowisko. Na szczęście nie podjęto prób ich „rekultywacji”, a stały się atrakcją turystyczną. Podsumowując, badanie aureoli ekshalacji gazów, wycieków i silnej mineralizacji może bezpośrednio wskazać charakter i miejsce formowania złóż i ich dalszej migracji. I w tym przypadku ewentualna rekultywacja jest zagrożeniem dla badań naukowych.

Co istotne, badanie ekshalacji gazowych i wycieków ropnych południowej części polskich Karpat (zwłaszcza ich kontekstu geologicznego i relacji do stref tektonicznych) może pozwolić na rozpoznanie genezy zróżnicowanych genetycznie i rodzajowo wód mineralnych.

Jak wspomniano, istotną rolę w określeniu stref migracji i zasięgu złóż grają wycieki ropy obserwowane poza Karpatami. Jednym z najciekawszych i stosunkowo wcześniej omawianych miejsc są wycieki w Wójczy koło Pacanowa, na północ od doliny Wisły. Były one ujmowane w wielu koncepcjach, a ich związki genetyczne z domniemanymi skałami macierzystymi były szeroko dyskutowane (por. Zglenickij, 1880; Wykowski, 1885; Szajnocha, 1902; Zuber, 1902; Teisseyre, 1921; Czarnocki, 1939, 1956a, 1956b; Urban i Gągól, 2015). Rysują się dwie koncepcje: koncepcja związku genetycznego tutejszych rop z utworami paleozoiku, ale także koncepcja powiązań z karpaccimi ropami, a nawet genetycznego związku z warstwami menilitowymi. Obecnie poddano je badaniom na obecność wskaźników (tzw. biomarkery), charakterystycznych np. dla warstw menilitowych sukcesji karpaccich. Zatem warto wrócić do rozważań nad genetyczną łącznością orogenu Karpat i jego systemu naftowego z odległymi od frontu Karpat złóżami Grobla i Pawłowice. I w tym kontekście użyteczny wydaje się koncept procesu kolapsu orogenicznego, dotyczącego zarówno orogenu Karpat, jak i jego stosunkowo odległego przedpola – proces ów tworzy warunki do dalekiej migracji węglowodorów.

Co interesujące, często wycieki wewnątrz Karpat pojawiają się w miejscach, gdzie brak jest dobrej jakości skał zbiornikowych, o dobrych parametrach, jak np. w rejonie Szymbarku koło Gorlic. Budowa geologiczna regionu gorlickiego charakteryzuje się obecnością wspomnianych kompleksów chaotycznych (por. Jankowski, 2014). Przebiegają tu rozległe strefy tektoniczne, a ponadto region jest miejscem licznych przemieszczeń grawitacyjnych, niekiedy całych masywów górskich (np. Maślanej Góry).

Obecne tu wycieki sugerują zatem ciągłe napełnianie horyzontów ropnych i gazowych. Migracja fluidów pochodzić może z głębokich horyzontów, wzdłuż aktywnych, powstałych w procesie kolapsu stref tektonicznych. Znajdujący się pod nasuniętą jednostką magurską (pod Maślana Górą) kompleks chaotyczny w rejonie Szymbarku (zwany niegdyś „zlepnięciem egzotycznym”) jest miejscem nagromadzeń złóż gazu, eksploatowanych niegdyś polem Heddy. Rejon Szymbarku

jest ciekawym miejscem do różnorodnych interpretacji geologicznych w nawiązaniu do obserwowanych tu relacji, nie tylko w aspekcie poszukiwań, ale także w aspekcie formowania rzeźby terenu.

W kontekście „szkodliwości” wycieków warto wspomnieć także o „ludowym” zastosowaniu wypływających na powierzchnię rop. Jak wieść niesie, maści ze „skalnego oleju” przykładano na wiele chorych miejsc, ale np. znane od wieków wycieki ropy w okolicach Klęczan pod Nowym Sączem wykorzystywano do mycia włosów. Tego typu ludowe przekazy były traktowane na początku badań nad karpackimi ropami poważnie. Tzw. białe ropy, pozbawione związków siarki (co także jest warte uwagi), mogą być surowcem dla przemysłu kosmetycznego, o czym się zapomina, uwypuklając jedynie wartość energetyczną rop. Wizytujący muzeum w Bóbrce niemal ze zdziwieniem dowiadują się o setkach zastosowań oleju skalnego, bynajmniej nie do wykorzystania energetycznego. Jeszcze przez dekady nic nie zastąpi oleju skalnego w przemyśle chemicznym. I co niestety niezrozumiałe, nie wrócono już do kompleksowego badania rop karpackich w różnorodnych aspektach, m.in. kosmetycznych.

Badanie intensywności wycieków i ich otoczenia daje także możliwość sprawdzenia szeregu opinii na temat procesu eksploatacji, zasłyszanych wśród wiertników, ale już zapomnianych. Impas w polskich poszukiwaniach i oddanie „w moc przyrządów” wszystkich obserwacji „okołootworowych” spowodowały utratę wielu danych, możliwości obserwacji i nadzoru przez różne środowiska (możliwości kształcenia kolejnych pokoleń geologów); wyraźnie doskwiera też brak użytecznych informacji od tych, którzy nie za pomocą przyrządów, ale bezpośrednio śledzili zarówno efekty, postęp wiercenia, jak też zmienność wydajności otworów.

Obecne pokolenia geologów pozbawione są szerokiej dyskusji nad bieżącymi wynikami wierceń. Ich wyniki rzadko pojawiają się w przestrzeni publicznej, niekiedy dopiero po latach, odarte z towarzyszących lokalizacji wiercenia dyskusji na temat ich kontekstu geologicznego. Do świadomości społecznej nie przedostają się choćby rozbieżności między projektem a realnymi danymi odnośnie do np. wykonanych wierceń.

Ciekawym w tym kontekście przekazem, wartym weryfikacji, była informacja (S. Kuk – inf. ustna), że okresy wzmożonych opadów mają swoje odzwierciedlenie zarówno w intensywności wpływów rop karpackich na powierzchnię, jak też są zauważalne przy eksploataowaniu ropy naftowej. Nie znajdujemy w literaturze karpackiej wniosków na ten temat, popartych badaniami, a ma to istotne znaczenie dla śledzenia migracji fluidów. Podobnie jak nie tłumaczono przyczyn braku silnej mineralizacji wód zasilających złoża wód termalnych na Podhalu – wszakże poziomy wód termalnych położone są stosunkowo głęboko. Zakładamy (nawet współcześnie)

w opracowaniach geologicznych proces ciągłej kompresji w obrębie orogenu Karpat nie jest w stanie wytłumaczyć słabej mineralizacji wód podtatrzańskich ani także ich stosunkowo szybkiego obiegu w basenie podhalańskim – jedna z koncepcji autora (por. Jankowski, 2015) wskazuje na proces ekstensji i tzw. kolapsu orogenicznego, pozwalającego na otwarcie dróg migracji słodkich wód zasilanych z masywu Tatr (por. Jankowski, 2015).

Badania wycieków dają bezpośrednią możliwość korelacji geochemicznej skał (uważanych za macierzyste) z wypływami, co pozwoli na określenie czasu napełniania (ewentualnej wieloetapowości procesu napełniania) i jest kluczowym zagadnieniem w ocenie zasobności złóż karpackich. Dotychczas eksploatowane są złoża płytke, a horyzonty złożowe w pułapkach strukturalnych występują na stosunkowo małych głębokościach. Brak jest wielu publikacji dostarczających bezdyskusyjnych dowodów dotyczących korelacji rop pochodzących z wycieków z pobliskimi złożami. Nawet koncept polegający na założeniu, że główną skałą macierzystą są wspomniane tu warstwy menilitowe, wymaga ponownego rozpoznania. Można wszakże założyć, że w procesie migracji rop z bardzo głębokich (nawet podkarpackich) horyzontów, zwłaszcza rozpoczętym już w czasie depozycji warstw menilitowych, doszło do ich „zanieczyszczenia” biomarkerami warstw menilitowych. Mogło to nastąpić zwłaszcza w czasie tzw. wczesnooligocenkiej ekstensji (formującej np. rów centralnej depresji karpackiej, w którego obrębie obserwuje się najwięcej złóż) i mogło dojść do kontaktu migrujących rop z osadzonymi w tym czasie warstwami menilitowymi, które stanowią najbardziej rozpozszechnioną fację osadową w Karpatach.

Aby rozstrzygnąć wpływ wycieków na otaczające środowisko, postulowanym tutaj sposobem badania jest bezpośrednia obserwacja wsparta szczegółowymi analizami laboratoryjnymi, polegająca na badaniu zachowania roślinności, gleb i przepływających wód. Jednym z pierwszych, nowatorskich w Karpatach, opracowań jest przeprowadzone przez autorów (Steliga i Kluk, 2017; Brzeszcz et al., 2022) badanie zachowania mikrobów w naszym, przejściowym klimacie.

Pobieżne obserwacje rekultywowanych wycieków, zasypywanych glebą, wskazują, że najszybciej na „zanieczyszczony”, „jałowy” teren wchodzi, jak to już w historii geologicznej Ziemi bywało, skrzypy i paprocie. Czy jest to reguła, czy jedynie przypadek?

Przy okazji warto zauważyć, że niewykorzystywany w pracach związanych z Karpatami jest temat badań dotyczący ścisłego związku rozwoju roślinności z podłożem skalnym. Istnieje stare powiedzenie kartografów o tym, że „na Magurze rośnie las”, a „na Krośnie są pola uprawne”. Jednakże ciągle aktualne jest pytanie, czy jest to wynik naturalnej tendencji roślin, czy też wtórnych, sterowanych przez człowieka zmian,



związanych np. z jakością gleby na warstwach krosnieńskich lub magurskich.

Taki aspekt badań może ujawnić wiele czynników istotnych choćby dla prac kartograficznych. Wspólne obserwacje autora (L.J.) i T. Zaleskiego z Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie wskazują na proste wyjaśnienie pewnego paradoksu związanego z rozwojem gleb w Pieninach. Pieniński Pas Skałkowy, uchodzący w tradycji i literaturze za góry wapienne, wykazuje brak rędzin, czyli gleb charakterystycznych dla otoczenia masywów wapiennych (T. Zaleski – inf. ustna). Ostatnie koncepcje autora (L.J.) wskazują, że budowę geologiczną Pienin charakteryzuje dominacja wspomnianych kompleksów chaotycznych o typie „bloki w matriks”, czyli szereg różnej wielkości i mających mały udział (w ogólnej masie masywu) bloków wapiennych, otoczonych łupkową masą (matriks). Zatem za rozwój i powszechność gleb pienińskich odpowiedzialna jest zupełnie inna niż wapienne skała – owe łupki z matriks (por. np. Jankowski et al., 2019). Zostały one usunięte w procesie wietrzenia, a były dominującą skałą w przestrzennej budowie Pienin. Po intensywnym wietrzeniu zostają jedynie opierające się erozji i wypłukaniu wapienne bloki, stwarzające pozory wapiennych masywów, podczas gdy łatwo wietrzejąca matriks została wypłukana i jest głównym składnikiem gleb. Wiele informacji o charakterze budowy geologicznej dostarczyła także charakterystyczna „plamistość” w rozkładzie gleb pienińskich, podkreślając typ budowy „bloki w matriks”. Podobnie jak szata glebowa Pienin – „plamisty” rozkład gatunków roślin wskazuje wyraźnie na chaotyczny układ facji podłoża skalnego, co jest wyraźnie związane z budową geologiczną o typie kompleksu chaotycznego.

### Znaczenie edukacyjne i geoturystyczne

Zespół czynników określających karpacki system naftowy występujących na powierzchni – od skały macierzystej (problemem pozostaje zagadnienie, czy tylko skały sekwencji karpackich są skałami macierzystymi), poprzez ścieżki migracji (czyli obserwowane w terenie strefy uskoku; melanże) – daje możliwość kształcenia kadry geologów w oparciu o bezpośrednie obserwacje w terenie. Ale nie tylko ich, lecz także szerokiej rzeszy badaczy z zakresu nauk przyrodniczych, chemicznych, jak też ekologicznych. Daje możliwość tworzenia prac naukowych o szerokim zakresie tematycznym, jak np. badanie bezpośredniego wpływu wycieków, ekshalacji czy wreszcie procesu eksploatacji ropy naftowej z licznych otworów na szatę roślinną. Istnieje zatem możliwość opracowywania szerokich tematycznie prac magisterskich czy licencjackich, nie tylko z dziedziny geologii, ale także biologii, mikrobiologii, a nawet leśnictwa.

Wycieki mają również swój aspekt historyczny. Są elementem, wytyczonych już w niektórych miejscach, szlaków turystycznych o tematyce przyrodniczo-przemysłowej (np. Szlak Naftowy Ziemi Gorlickiej, wchodzący w skład tzw. Karpacko-Galicyskiego Szlaku Naftowego), promujących historyczny rozwój Karpat, ale także stwarzających okazję do przypomnienia wielu postaci zasłużonych dla polskiego przemysłu naftowego, a nawet ich wpływu na światowy przemysł naftowy. Poniżej przypominamy kilka zapomnianych, ale wartych promocji i przypomnienia postaci. Naszym – geologów – obowiązkiem jest docenienie ludzi regionu jasielsko-gorlickiego, których hobby i umiłowanie geologii oraz przemysłu naftowego pozwoliły uchronić, a nawet zebrać wiele „pamiątek” polskiego przemysłu naftowego – te kilka słów jest także ukłonem w ich stronę. Warto docenić inicjatywę np. pana Kazimierza Dudka, gorlickiego „łebaka” (robotnika naftowego), który w miejscu znanej geologom kopalni Magdalena pod Gorlicami urządził muzeum kopalnictwa, z zebraną przez niego kolekcją rop (rysunek 16), które powinny zostać ponownie zbadane. Z punktu widzenia takich wspaniałych ludzi „rekułtywacja” wycieków jest zaprzeczeniem idei ochrony lokalnego dziedzictwa kulturowego i historycznego.



**Rysunek 16.** Gorlice, Polska. Kopalnia Magdalena. Kolekcja rop  
**Figure 16.** Gorlice, Poland. Magdalena oil field. Collection of the Carpathian crude oils

O ważności muzeum w Bóbrce chyba nikomu nie trzeba przypominać – jest ono jednym z ważniejszych muzeów Rzeczypospolitej Polskiej, świadkiem unikalnego rozwoju lokalnego przemysłu i niemalże dumą narodową. Istniejące na terenie muzeum kopalni są przykładem wycieków i, co ciekawe, wspierają ekonomicznie istnienie i rozwój muzeum. Chyba nikogo nie trzeba przekonywać do ich ochrony.

Historia przemysłu naftowego Polski (a zwłaszcza Galicji) jest raczej znana, ale warto także wspomnieć o roli Polaków w zabiegach i metodach opanowania żywiołu, ludzi niedo-

cenianych, a wręcz zapomnianych. Należy w tym miejscu wspomnieć o kilku nieistniejących w świadomości obecnych pokoleń naftowców postaciach. Jedną z nich jest Witold Zglenicki (Szczypiorski, 1969; Libfeld, 1977; Buniat-Zade, 1982; Chudobski, 1984). Znane z archiwalnych filmów obrazy początków eksploatacji w Azerbejdżanie (rysunki 17 i 18), postacie

robotników zalane ropą i niemal księżycowy krajobraz z płonącymi (walka konkurencyjna) szybami (co wpisuje się w obecne rozważania) – to obraz z życia Witolda Zglenickiego, rzadkiej w polskiej tradycji postaci przemysłowca. To jemu w znacznej mierze zawdzięcza Azerbejdżan swój postęp cywilizacyjny. Witold Zglenicki był także wielkim sponsorem polskiej nauki, zwanym przez to polskim Noblem, gdyż ustanowił fundusz wspomagający polską naukę. Jak na tamte czasy były to ogromne kwoty (istniał raczej problem ich wykorzystywania). Bez Zglenickiego nie byłoby choćby Encyklopedii staropolskiej Glogera, Księgi przysłów polskich Samuela Adalberga, czy słynnych tomów Oskara Kolberga. Rok 1917 pozbawił polską naukę wpływów z ogromnych złóż azerskich. Inną ciekawą i wartą ze wszech miar przypomnienia postacią jest Marian Wieleżyński, który przysłużył się karpackiemu przemysłowi, ale też to właśnie jego firma gazyfikowała powstający port w Gdyni. Nie tylko wstawił się odkryciem metodologii otrzymywania tzw. białej parafiny i docenił rolę gazu ziemnego, ale także przyczynił się do rozbudowy łączących pola karpackie gazociągów. Co ciekawe, był prekursorem tzw. akcjonariatu pracowniczego, idei niemal niespotykanej w kręgu ówczesnych przedsiębiorców. Brak dotychczas chociażby nazw ulic, które by przypomniały i doceniły tych ludzi.



**Rysunek 17.** Baku, Azerbejdżan. Pierwszy szyb naftowy  
**Figure 17.** Baku, Azerbaijan. The first oil well



**Rysunek 18.** Baku, Azerbejdżan. Wieże wiertnicze – koniec XIX wieku  
**Figure 18.** Baku, Azerbaijan. Drilling towers. The end of the 19<sup>th</sup> century



**Rysunek 19.** Siary, Polska. Jezioro ropne przed „rekultywacją”  
**Figure 19.** Siary, Poland. “Oil lake” before “reclamation”

Doceniając rolę lokalnych pasjonatów, warto w tym miejscu odnieść się do ciągłych zabiegów „rekultywacyjnych” dotyczących znanego jeziora ropnego w Siarach (rysunki 19 i 20), które zostało w latach 90. przez pracowników OK – PIG zaproponowane jako tzw. geostanowisko. Zabiegi „rekultywacyjne”, polegające na zasypywaniu tego jeziora, nie przynoszą żadnych efektów – staje się ono poligonem doświadczalnym dla obserwacji ponownego wkraczania przyrody na to miejsce. Ropy z tego jeziora zostały obecnie poddane badaniom w zakresie geochemii i składu izotopowego, a także są przedmiotem





**Rysunek 20.** Siary, Polska. Jezioro ropne po „rekultywacji”  
**Figure 20.** Siary, Poland. “Oil lake” after “reclamation”



**Rysunek 22.** Łężyny, Polska. Wypływ ropy ze starego odwiertu  
**Figure 22.** Łężyny, Poland. Oil seep from an old well



**Rysunek 21.** Sękowa, Polska. Wypływ ropy  
**Figure 21.** Sękowa, Poland. Oil seep



**Rysunek 23.** Łężyny, Polska. Stary odwiert naftowy  
**Figure 23.** Łężyny, Poland. An old oil well

badan dotyczących szaty roślinnej jego otoczenia. Jak widać, mimo zasypywania, wycieki się ciągle odtwarzają (rysunki 21 i 22), czasem są wykorzystywane do pobierania ropy do konserwacji budowli drewnianych, co jest starą tradycją w Karpatach (rysunek 23). Ten proces, obserwowany przez autora od dekad, wskazuje na bezcelowość zabiegów rekultywacyjnych i pewną uporczywość przyrody w walce z ludzką potrzebą porządkowania wszystkiego. Zdaniem autorów np. jezioro w Siarach (rysunki 19 i 20) powinno się stać jednym z najważniejszych elementów edukacji geologicznej i wymaga pilnej ochrony.

### Zagrożenia realne i potrzeba monitorowania oraz obserwacji działalności przemysłowej

Jak wspomniano, nie należy łączyć naturalnych wycieków z ogromnymi (nienaturalnymi) katastrofami, z którymi środowisko nie poradzi sobie przez tysiąclecia (zależy to także

od klimatu). Także i w Karpatach katastrofy mają miejsce i nie ma dla nich żadnego usprawiedliwienia, jeśli zostały spowodowane ludzką ręką. Jedną z głośniejszych w ostatnich latach była katastrofa w rumuńskiej Marmaroszy, gdzie przy eksploatacji złota doszło do wylania chemikaliów używanych do wzbogacenia rudy i zatrucia Cisy oraz jej dopływów, a rejon po katastrofie nawet po latach sprawia wrażenie krajobrazu księżycowego (rysunek 24).

Kilkaset lat regularnej eksploatacji złóż karpaccich stworzyło realne problemy wynikające raczej z procesu produkcji niż z zagrożenia wyciekami. Karpaccie pola naftowe, eksploatowane od stuleci (często brak jest kompletnych danych otworowych), ulegają procesowi starzenia, ale pomimo ponad stuletniej eksploatacji ciągle pracują. Proces wiertniczy, zwłaszcza w tzw. minionej epoce, powodował nieszczelności i łączenie (a właściwie brak izolacji) niektórych horyzontów i pokładów ropy czy wód. Monitorowania zatem wymagają nie wycieki, ale raczej pola naftowe, lokowane na zagrożonych przez osuwiska



czy proces urbanizacji terenach. Jednym z niedawnych przykładów takiej realnej katastrofy był zapłon (w rejonie Gorlic) nagromadzeń ropy naftowej i gazu, wynikający – jak można wstępnie sądzić – ze zniszczenia (ścięcia przez osuwisko) szeregu rur wiertniczych w obrębie pola naftowego; w strefie ścięcia znajdowało się kilka ciągle funkcjonujących otworów, a przykryte powierzchnią osuwiska nagromadzenia ropy uległy zapaleniu (rysunek 25). Nie przeprowadzono naukowej i podanej do publicznej wiadomości analizy tego wydarzenia. Po latach rzetelnego gromadzenia informacji pojawia się obecnie konieczność ponownego zebrania danych (służba geologiczna oraz inwestorzy) i uzupełnienia wspaniałej pracy poprzednich generacji geologów, jaką były zebrane informacje na temat złóż karpaccich i wierceń (np. Gierat-Nawrocka i Wdowiarz, 1975; Karnkowski i Konarski, 1973; Karnkowski, 1993, 1999). Uzupełnienia i weryfikacji wymaga zasięg pól

naftowych i gazowych – nie wszystkie rysowane zasięgi pól naftowych pokrywają się z produkcją ropy – niektóre z otworów są nieaktywne, co ma znaczenie dla zrozumienia procesu napełniania złóż.

Jedną z cech naturalnych wpływów jest ich zanikanie i ponowne pojawianie się (co często związane jest z ilością opadów). Lokalizacje wycieków zostały niegdyś zebrane np. w pracy Kuśmierka et al. (2006) i wymagają obecnie uaktualnienia. Jednym z elementów rozpoznania systemu naftowego winno być niemal rutynowe wykonanie tzw. zdjęć gazowego. Warte uwagi są badania źródeł i wycieków wód mineralnych (por. np. Rajchel, 2000, 2006; Rajchel et al., 2005) – niekiedy ich obecność (jak np. źródeł siarczkowych) wymaga badań, których nie przeprowadzono, szczególnie w kontekście ich genezy.

## Wnioski

Podsumowując przedstawione powyżej obserwacje i rozważania, można sformułować następujące wnioski:

- należy zaniechać niepotrzebnych „procesów rekultywacyjnych”, które nie tylko, że nie są skuteczne, to są kosztowne i raczej niszczące bezpośrednie otoczenie stref wycieków;
- należy rozszerzyć badania na temat wpływu naturalnych wycieków ropy naftowej, ekshalacji gazowych na otoczenie przyrodnicze;
- należy oddzielić rzeczywiste katastrofy ekologiczne od nieszkodliwych dla środowiska procesów naturalnych, a ponadto opublikować wyjaśnienia tych procesów i prowadzić odpowiednią edukację na ten temat;
- poza istniejącymi ścieżkami edukacyjnymi należy zaniechać procesów rekultywacji, a raczej odsłonić i chronić, a także udostępnić do zwiedzania naturalne wycieki;
- należy zintensyfikować badania nad wyciekami i aktualizować poprzednie zestawienia, uzupełniać na bieżąco tzw. zdjęcia gazowe;
- sugeruje się stworzenie norm prawnych (mobilizacja środowiska) dla zachowania szczególnie ważnych stanowisk z wyciekami, wyziewami czy sukcesjami karpaccimi, ale także celem ochrony istniejących, ale mało już aktywnych pól naftowych, a nawet oddanie ich we władanie prywatne, zamiast prowadzić nieuzasadnioną likwidację – może to mieć także znaczenie dla regionalnej gospodarki.

## Literatura

- Alth A., 1870. Pogląd na źródła solne i naftowe, tudzież na warzelnie soli kuchennej w Galicji i Bukowinie. *Sprawozdanie Komisji Fizjogr.*
- Augustyn M., 2000. Początki górnictwa naftowego w Bieszczadach. *Bieszczad*, 7: 219–281.



**Rysunek 24.** Rumunia. Poiana Botizii. Krajobraz po katastrofie ekologicznej

**Figure 24.** Romania. Poiana Botizii. The landscape after an ecological disaster



**Rysunek 25.** Okolice Ropicy, Polska. Zapłon w obrębie pola naftowego

**Figure 25.** Ropica area, Poland. Gas ignition in an old oil field



- Brzeszcz J., Skalski T., Jankowski L., Kapusta P., 2022. How do microbial communities deal with chronic hydrocarbon presence in oil seep soils? Data from historical hand-dug oil wells. *Land Degradation & Development*, 34(5): 1283–1296. DOI: 10.1002/ldr.4531.
- Buniat-Zade Z.A., 1982. Vitold Zglenickij: nevee fakty žizni i deiatelnosti. [W:] Dzieje polskich, rosyjskich i radzieckich badań polarnych. *Wrocław*.
- Chudobski A.J., 1984. Witold Zglenicki „polski Nobel” (1850–1904). *Wydawnictwo Towarzystwo Naukowe, Płock*.
- Czarnocki J., 1939. Poszukiwania ropy naftowej w okolicach Wójczy i na obszarach sąsiednich po obu stronach Wisły w latach 1929–1931. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 18: 1–8.
- Czarnocki J., 1956a. Poszukiwania ropy naftowej w okolicach Wójczy. Część ogólna. [W:] Czarnocki J., Surowce mineralne w Górach Świętokrzyskich, z. 2. Surowce energetyczne. *Prace geologiczne t. 5. Wydawnictwo Geologiczne*, 12–46.
- Czarnocki J., 1956b. Poszukiwania ropy naftowej w okolicach Wójczy. Część szczegółowa. [W:] Czarnocki J., Surowce mineralne w Górach Świętokrzyskich, z. 2. Surowce energetyczne. *Prace geologiczne t. 5. Wydawnictwo Geologiczne*, 47–74.
- Gierat-Nawrocka D., Wdowiarski S., 1975. Katalog wierceń naftowych i gazowych w Karpatach. Część wschodnia. *Wydawnictwa Geologiczne*, 509.
- Glöcker E.F., 1843. Menilitschiefer in Mähren. Amtlicher Bericht über die einundzwanzigste Versammlung deutschen Naturforschern und Ärzte in Gratz in September 1843. *Gratz*, 139–141.
- Jankowski L., 1995. Budowa geologiczna obszaru między Łużną a Stróżami. [W:] Materiały Konferencji Naukowej, Krynica. Geologiczne i geofizyczne badania podstawowe w poszukiwaniu i ocenie złóż surowców skalnych. *Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków*.
- Jankowski L., 1997. Warstwy z Gorlic – najmłodsze utwory południowej części jednostki śląskiej. *Przegląd Geologiczny*, 45(3): 5–20.
- Jankowski L., 2007. Kompleksy chaotyczne w rejonie gorlickim (polskie Karpaty zewnętrzne). *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 426: 27–52.
- Jankowski L., 2014. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1 : 50 000, arkusz Rzepiennik. *Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa*.
- Jankowski L., 2015. Rola kompleksów chaotycznych w procesie formowania górotworu Karpat – ujęcie dyskusyjne. *Prace Naukowe Instytutu Nafty i Gazu*, 202: 1–154.
- Jankowski L., 2022a. Mapa Przeglądowa Karpat. 1 : 500 000. *Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy*.
- Jankowski L., 2022b. Objasnienia do mapy geologicznej Karpat 1 : 500 000 rejonu pogranicza Polski, Ukrainy, Słowacji i Czech. *Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy*.
- Jankowski L., 2022c. Szkic geologiczny Karpat. 1 : 500 000. *Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy*.
- Jankowski L., 2024. Alternatywna interpretacja rozwoju basenowego i tektonicznego rozwoju górotworu Karpat. Koncepcyjna interpretacja basenowo-tektoniczno-morfologicznego rozwoju Karpat. [W:] Jędrysek M.O. (red.). *Pikomolowe puzzle funkcjonowania Wszechświata – Hołd dla Stanisława Hałasa i trzydziestolecie Pracowni Geologii Izotopowej i Geoekologii. Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego i Wyd. „Szermierz” sp. z o.o., Wrocław, Acta Universitas Wratislaviensis*, 4238: 295–369.
- Jankowski L., Jarmołowicz-Szulc K., 2004. Wstępna charakterystyka mineralogiczna melanży tektonicznych w Bieszczadach. *LXXV Zjazd Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Iwonicz, Polskie Towarzystwo Geologiczne, Kraków*, 122.
- Jankowski L., Jugowiec M., w druku. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski. W skali 1 : 50 000. Arkusz Jasło. *Archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego*.
- Jankowski L., Leśniak G., Matyasik I., Ziemanin K., Garecka M., Mazzoli S., Szaniawski R., Probulski J., Jugowiec-Nazarkiewicz M., 2015. Wybrane aspekty systemu naftowego a nowe spojrzenie na budowę Karpat. *Przewodnik, warsztaty terenowe, Kraków-Polańczyk*.
- Jankowski L., Margielewski W., 2021. Geological control of young orogenic mountain morphology. From geomorphological analysis to reinterpretation of geology of the Outer Western Carpathians. *Geomorphology*, 386(2): 107749. DOI: 10.1016/j.geomorph.2021.107749.
- Jankowski L., Margielewski W., Garecka M., Jugowiec M., Szydło A., Słodkowska B., Probulski J., Filipek A., Wysocka A., Hara U., Barski M., Kowalska S., Skupio R., Kopciowski R., Kuć P., 2019. Od podnóża Tatr po brzeg Karpat. Współczesne wyzwania kartografii geologicznej. *Konferencja Naukowo-Szkoleniowa. Warsztaty terenowe, Kraków-Szczawnica*.
- Jankowski L., Probulski J., 2011. Rozwój tektoniczno-basenowy Karpat zewnętrznych na przykładzie budowy geologicznej złóż Grabownica, Strachocina i Łodyna oraz ich otoczenia. *Geologia*, 37(4): 555–583.
- Jankowski L., Wysocka A., 2019. Occurrence of clastic injectites in the Oligocene strata of the Carpathians and their significance in unravelling the Paleogene and Neogene evolution of the Carpathian orogeny (Poland, Ukraine and Romania). *Geol. Quart.*, 63: 106–125.
- Jarmołowicz-Szulc K., Dudok I., Jankowski L., 2008. Organic matter in the Carpathian rocks from Poland and Ukraine. W: The 33<sup>rd</sup> International Geological Congress. Oslo, Norway, 6–14 August 2008. Dokument elektroniczny: abstract CD-ROM, under the patronage of UNESCO, Oslo: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, file:33IGC\1323434.html.
- Jarmołowicz-Szulc K., Jankowski L., 2008. Problematyka mineralizacji w strefie melanżu w Bieszczadach. [W:] Pierwszy Polski Kongres Geologiczny, Kraków, 26–28 czerwca 2008: abstrakty. *Polskie Towarzystwo Geologiczne, Kraków*, 42.
- Jarmołowicz-Szulc K., Jankowski L., 2011. Analiza geochemiczna i korelacje genetyczne czarnych łupków w jednostkach tektonicznych Karpat zewnętrznych w południowo-wschodniej Polsce i na obszarze przyległym. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 444: 73–98.
- Jarmołowicz-Szulc K., Jankowski L., 2021. Interpretation of Mineralization in the Western Carpathians (Polish Segment) – A tectonic Mélange Approach. *Minerals*, 11(11): 1171. DOI: 10.3390/min11111171.
- Jarmołowicz-Szulc K., Jankowski L., Matyasik I., 2007. Wstępne wyniki badań zespołów mineralów i materii organicznej w rejonie bieszczadzkiem. *Przegląd Geologiczny*, 55(4): 291.
- Kamiński M., 1937. O minerałach arsenowych z fliszu karpackiego okolicy Leska. *Archiwum Mineralogiczne*, 13, 1–8.
- Karnkowski P., 1993. Złóża gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce: Karpaty i zapadlisko przedkarpackie. *Towarzystwo Geosynoptyków „Geos” AGH*, 256.
- Karnkowski P., 1999. Oil and Gas deposits in Poland. *The Geosynoptics Society „Geos” and University of Mining and Metallurgy, Kraków*.
- Karnkowski P., Konarski E., 1973. Katalog złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w Polsce. Karpaty. *Wydawnictwo Geologiczne*.
- Kita-Badak M., 1971. W sprawie mineralizacji arsenowej w okolicy Baligrodu. *Kwartalnik Geologiczny*, 15(1): 155–159.
- Kuśmierk J., Dzieńiewicz M., Sechman G., Machowski G., Czarkiel P., Maruta M., Ozimek K., Pałkowska M., Pasternacki A., 2006. Studium geologiczno-naftowe wycieków węglowodorów w rejonie Karpat. *Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów*

- i Techników Przemysłu Naftowego i Gazowniczego, Archiwum KSE AGH, Kraków* (praca niepublikowana).
- Leśniak G., Bańdo C., 2008. Wstępne badania petrograficzne skał z melanżu tektonicznego w Jabłonkach. Kompleksy chaotyczne Karpat polskich. [W:] Jankowski L. (red.). *Kompleksy chaotyczne Karpat Polskich*, 16.
- Leśniak G., Matyasik I., Jankowski L., 2014. New approach to hydrocarbon migration in the Polish Carpathians based on outcrops analyses. *International Petroleum Technology Conference, Doha, Qatar*. DOI: 10.2523/IPTC-17641-MS.
- Libfeld A., 1977. Działalność inżyniera Witolda Zglenickiego w Baku w latach 1890–1904 i jego zapis testamentowy dla Kasy im. Miąnowskiego. *Kwartalnik Historii Nauki i Techniki*, 22(2): 311–315.
- Matyasik I., Leśniak G., Such P., 2015. Elementy systemu naftowego. *Prace Naukowe Instytutu Nafty i Gazu*, 203: 1–120.
- Mazzoli S., Jankowski L., Szaniawski R., Zattin M., 2010. Low-T thermochronometric evidence for post-thrusting (<11 Ma) exhumation in the Western Outer Carpathians, Poland. *Comptes Rendus Geoscience*, 342(2). DOI: 10.1016/j.crte.2009.11.001.
- Rajchel L., 2000. Springs of sulphurous waters in the Polish Carpathians. *Geologia*, 26(3): 310–373.
- Rajchel L., 2006. Skład mineralny osadów wód karpaccich typu szczaw. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, 22(3): 215–225.
- Rajchel L., Rajchel J., Ratajczak T., Rzepa G., 2005. Deposits of carbonated waters from selected springs of the Polish Carpathians. *RMZ Materials and Geoenvironment*, 52(1): 107–110.
- Skupio R., Kowalska S., Jankowski L., 2018. Analysis of influence of environmental conditions and natural gamma radiation for radon concentration measurements. *Nafta-Gaz*, 74(8): 584–590. DOI: 10.18668/NG.2018.08.03.
- Staszic S., 1805. O ziemiórództwie dawnej Sarmacji, a później Polski pierwsza rozprawa o równinach tej krainy, o pasmie Łysogór, o części Beskidów i Bielaw czytana na posiedzeniu publicznym Tow. Warsz. przyjaciół Nauk, dnia 13. Grudnia 1805. *Drukarnia Księży Piarów, Warszawa*.
- Steliga T., Kluk D., 2017. Ocena składu zanieczyszczeń gleb skażonych TPH i WWA pod kątem opracowania technologii ich bioremediacji. *Prace Naukowe Instytutu Nafty i Gazu – Państwowego Instytutu Badawczego*, 215: 1–211. DOI: 10.18668/PN2017.215.
- Szajnocha W., 1894. Płody kopalne Galicji, ich występowanie i użytkowanie. Cz. 2. Sole potasowe, kopalnie i warzelnie soli, wosk ziemny. *Nakładem autora. Drukarnia W. Łozińskiego, Kraków*, 118–149; 158–160.
- Szajnocha W., 1899. Pochodzenie karpacciego oleju skalnego. *Nafta*, 1–3.
- Szajnocha W., 1902. O pochodzeniu oleju skalnego w Wójczy w Królestwie Polskim. *Akademia Umiejętności, Dział B, Seria III*, 2: 236–244.
- Szczypiorski A., 1969. Bajeczna opowieść o złocie i miłości. *Polityka*, 27: 11.
- Teisseyre W., 1921. O pochodzeniu śladów nafty w Wójczy i o potrzebie głębokich wierceń teoretycznych w zapadliskach przedkarpaccich. *Sprawozdanie Państwowego Instytutu Geologicznego*, 1(2): 139–189.
- Urban J., Gągól J., 2015. Tradycje poszukiwań i wykorzystania surowców mineralnych na Pomordziu. *Przegląd Geologiczny*, 63(8): 475–484.
- Windakiewicz E., 1875. Über die Wichtigkeit des Vorkommens von bituminösen Schiefer in Galizien. *Österr. Z. Berg. Hüttenw.*, Bd. 23, H. 196.
- Wykowski A., 1885. Nafta w Wójczy. *Gazeta Warszawska*, 189: 3.
- Zglenickij W.J., 1880. Nieftianyje istoczniki w Carstwie Polskom. *Zapiski S. Pietierburskiego Mineralogicznego Obszczestwa*, 2(15): 25–30.
- Zuber R., 1902. Kilka słów o nafcie w Wójczy (Królestwo Polskie, gub. kielecka). *Kosmos*, 27: 402–405.
- Zuber S., 1928. Powierzchniowe ruchy tektoniczne, geneza wulkanów błotnych oraz geologiczne warunki powstania złóż naftowych. *Rocznik PTG, Kraków*, 5: 34–139.



Dr hab. Leszek JANKOWSKI, prof. PIG-PIB  
Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy  
Instytut Badawczy, Oddział Karpaccy  
ul. Skrzatów 1  
31-560 Kraków  
E-mail: [leszek.jankowski@pgi.gov.pl](mailto:leszek.jankowski@pgi.gov.pl)



Dr Joanna BRZESZCZ  
Adiunkt w Zakładzie Mikrobiologii  
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Lubicz 25 A  
31-503 Kraków  
E-mail: [joanna.brzeszcz@inig.pl](mailto:joanna.brzeszcz@inig.pl)



Dr inż. Grzegorz LEŚNIAK  
Adiunkt; kierownik Zakładu Geologii i Geochemii  
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Lubicz 25 A  
31-503 Kraków  
E-mail: [grzegorz.lesniak@inig.pl](mailto:grzegorz.lesniak@inig.pl)



Dr Piotr KAPUSTA  
Adiunkt; kierownik Zakładu Mikrobiologii  
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Lubicz 25 A  
31-503 Kraków  
E-mail: [piotr.kapusta@inig.pl](mailto:piotr.kapusta@inig.pl)