

Jaromir Probulski

PGNiG S.A. w Warszawie, Oddział w Sanoku, Jasło

Lidia Dudek, Krzysztof Sowizdzał

Institut Nafty i Gazu, Kraków

Weryfikacja przekrojów geologicznych polskiej części Karpat metodą rekonstrukcji rozwoju basenu sedymentacyjnego

W artykule przedstawiona została metoda oceny wiarygodności przekrojów geologicznych polskiej części Karpat w oparciu o rekonstrukcję rozwoju basenu sedymentacyjnego. Idea tej metody polega na odtworzeniu układu geometrycznego poszczególnych elementów przekroju geologicznego (powstałego w wyniku interpretacji sejsmicznej) do stanu przed deformacją basenu sedymentacyjnego. Pierwszym etapem rekonstrukcji jest podział poprzecznego przekroju geologicznego na moduły, które zostały zdeformowane w wyniku działania tego samego mechanizmu. Przekrój jest następnie rekonstruowany w kolejności odpowiadającej kierunkowi transportu tektonicznego. Potwierdzeniem wiarygodności interpretacji testowanego przekroju geologicznego jest uzyskanie geometrycznej spójności wszystkich wyodrębnionych modułów na przekroju obrazującym basen sedymentacyjny przed deformacją. Uzyskanie pozytywnego wyniku rekonstrukcji nie gwarantuje poprawnej interpretacji, lecz uwiarygodnia spójność przyjętej hipotezy geologicznej. Ponadto, proces rekonstrukcji dostarcza dodatkowych informacji odnośnie paleogeografii badanego obszaru przed rozpoczęciem procesu deformacji oraz prowadzi do lepszego zrozumienia historii pograżania. W artykule podane zostały przykłady bilansowania zinterpretowanych sekcji sejsmicznych dla polskiej części karpackiego basenu sedymentacyjnego, którego deformacja miała charakter ekstensyjno-kompresyjny. W pracy wykorzystano zinterpretowane przekroje sejsmiczne, dane otworowe oraz wyniki pomiarów kątów upadów warstw na powierzchni terenu z rejonu jednostki śląskiej.

Validation of geological cross sections' interpretation from Polish part of Carpathians by means of restoration of sedimentary basin development

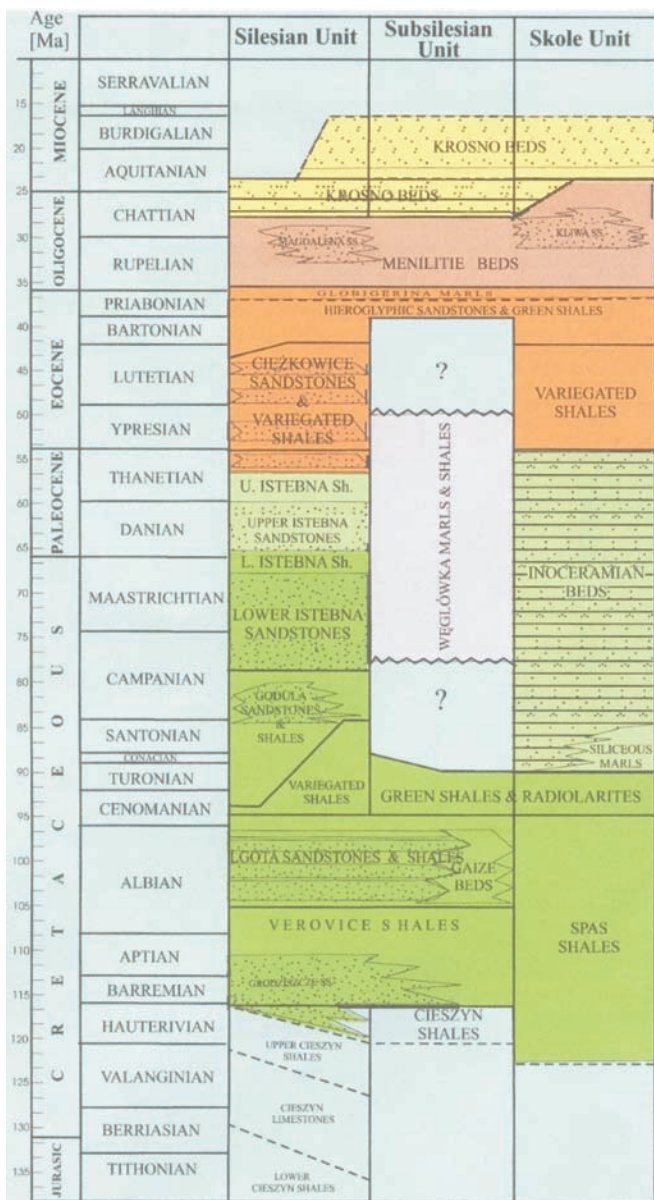
The article presents a method of geological cross section validation using restoration of sedimentary basin development, on the example of Polish part of Carpathians. The approach is to restore geometrical setting of all components of a section (based on seismic interpretation) to its predeformational state. Achieving geometrical coherence of all modules (units of cross-section division within Locace software) in the section presenting its predeformational state validates seismic interpretation, however it does not guarantee a correct interpretation. In the paper presented are some examples of restoration of interpreted seismic sections from Polish part of Carpathian sedimentary basin. Interpreted seismic sections, well data and dip data from outcrops in the area of Silesian Unit have been used.

W artykule przedstawiono wyniki bilansowania dwóch przekrojów geologicznych, które przedstawiają dwie odmienne hipotezy odnośnie stylu budowy geologicznej jednostki śląskiej polskiej części Karpat fliszowych. Bilansowanie głębokościowych przekrojów geologicznych wykonano za pomocą oprogramowania Locace, korzystając z uproszczonej stratygrafii polskich Karpat Zewnętrznych, przedstawionej na rysunku 1.

Interpretacja pierwszego przekroju pochodzi z lat 90. [2], natomiast drugi przekrój, opracowany w ramach grantu pod kierownictwem dr inż. Ireny Matyasik, współfinansowanego przez Unię Europejską, uzyskano w wyniku powtórnego przetwarzania danych sejsmicznych oraz geologicznej interpretacji głębokościowego profilu sejsmicznego [5].

Program Locace oferuje kilka metod rekonstrukcji warstw; w niniejszej pracy wykorzystywano metodę „*isopach*” dla warstw równoległych, których miąższość i długość, w procesie deformacji nie uległa zmianie. Kolejna użyta metoda nosi nazwę „*free isopach*” i jest stosowana dla warstw, dla których w wyniku procesów deformacji następuje zmiana miąższości. Pozwala ona zrekonstruować element przekroju geologicznego przez zdefiniowanie tylko kształtu stropu (lub spągu) rozpatrywanego elementu, do stanu przed deformacją basenu sedymentacyjnego. Odrestaurowana miąższość może być inna od oryginalnej i jest obliczana z powierzchni przekroju, zdefiniowanej przez użytkownika.

Rysunek 3 przedstawia archiwalny przekrój geologiczny, od którego rozpoczęto prace.



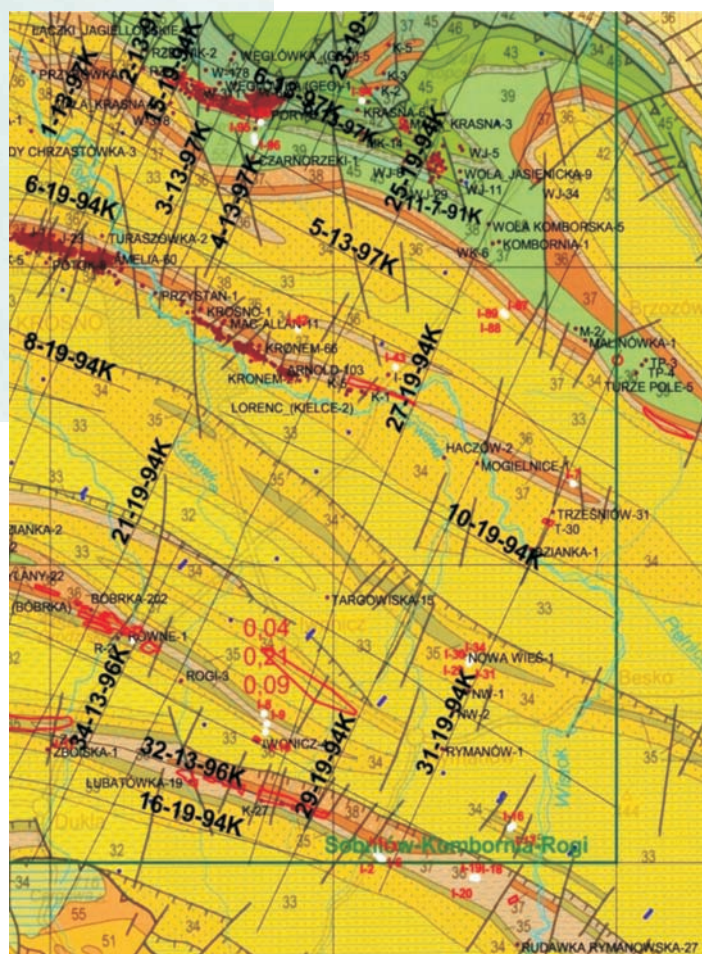
ści geometrycznej przekroju dla zrekonstruowanego basenu sedymentacyjnego. Warstwy krośnieńskie – zalegające powyżej poziomu warstw menilitowych – zostały pominięte, ze względu na znaczną i nierównomierną erozję tych osadów na linii przekroju (rysunek 5).

Rysunek 3 przedstawia przekrój basenu sedymentacyjnego w stadium przed deformacją, natomiast rysunek 6 obrazuje modyfikacje jakie wprowadzono do przekroju wejściowego, aby kryterium spójności geometrycznej – będące odzwierciedleniem bilansu mas – zostało spełnione.

Rys. 1. Uproszczona stratygrafia polskich Karpat Zewnętrznych
Według: L. Koszarski, S. Geroch, T. Wisler, Ch. Naeser [1985];
P. Dziadzio, L. Jankowski, R. Kopciowski [2001]

Rekonstrukcję rozwoju basenu sedymentacyjnego rozpoczęto od poziomu warstw menilitowych, które na analizowanym obszarze odznaczają się największą jednorodnością pod względem miąższości, ponadto jej zapis na profilach sejsmicznych jest charakterystyczny – jest to tzw. warstwa wiodąca dla tego rejonu. Rysunek 4 przedstawia odtworzony (do stadium przed deformacją) poziom warstw menilitowych. Widoczne są dość istotne różnice miąższości osadów menilitowych; w szczególności w strefach ścież tektonicznych.

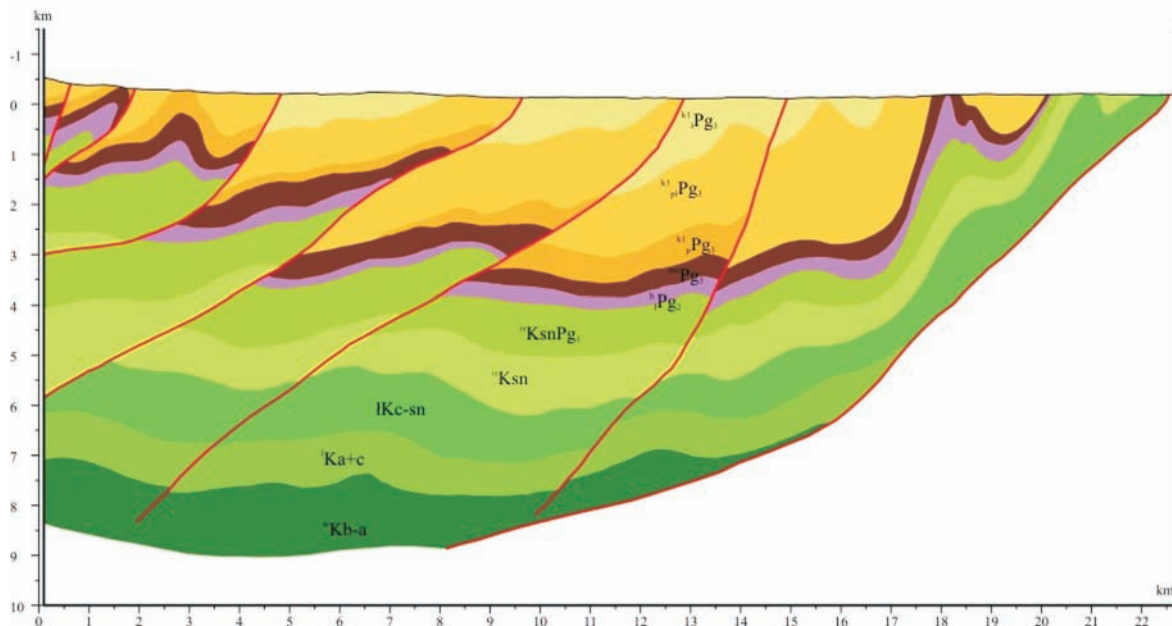
Następnie, w sposób analogiczny postępowano z warstwami zalegającymi poniżej warstw menilitowych, czyli hieroglifowymi, istebniańskimi, lgockimi i wierzowskimi, modyfikując przekrój wejściowy w celu uzyskania spójno-



Rys. 2. Mapa lokalizacji przekroju geologicznego 25-19-94K

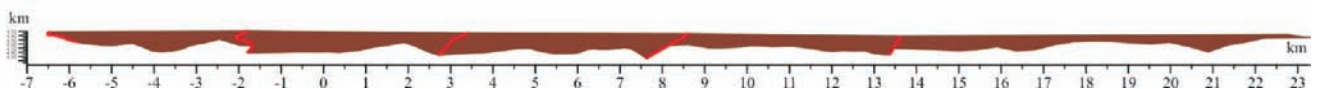
Redaktorzy: Leszek Jankowski, Robert Kopciowski, Wojciech Ryłko.
Zespół opracowujący: Leszek Jankowski, Robert Kopciowski, Wojciech Ryłko, Vasył Danysh, Pavlo Tsarhenko, Juraj Janocko, Stanislav Jacko

Project: Karpaty Scenario: Scenario 1 X scale: 1/100000 Date: Apr 16 08:50 2007
 Study: 2B_VII_90 Section: Source Z scale: 1/100000



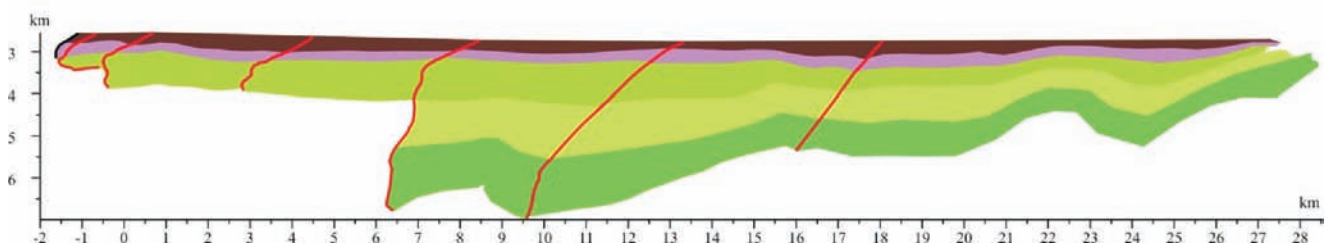
Rys. 3. Przekrój geologiczny na linii Wola Piotrowa-Międzybrodzie [2]

Project: Karpaty Scenario: Scenario 3 X scale: 1/100000 Date: Apr 20 11:03 2007
 Study: 2B_VII_90 Section: Result Z scale: 1/100000



Rys. 4. Odtworzenie warstw menilitowych do stanu przed deformacją

Project: Karpaty Scenario: Scenario 5 X scale: 1/100000 Date: May 25 12:29 2007
 Study: 2B_VII_90 Section: Result Z scale: 1/100000



Rys. 5. Przekrój basenu sedymentacyjnego przed rozpoczęciem procesu deformacyjnego

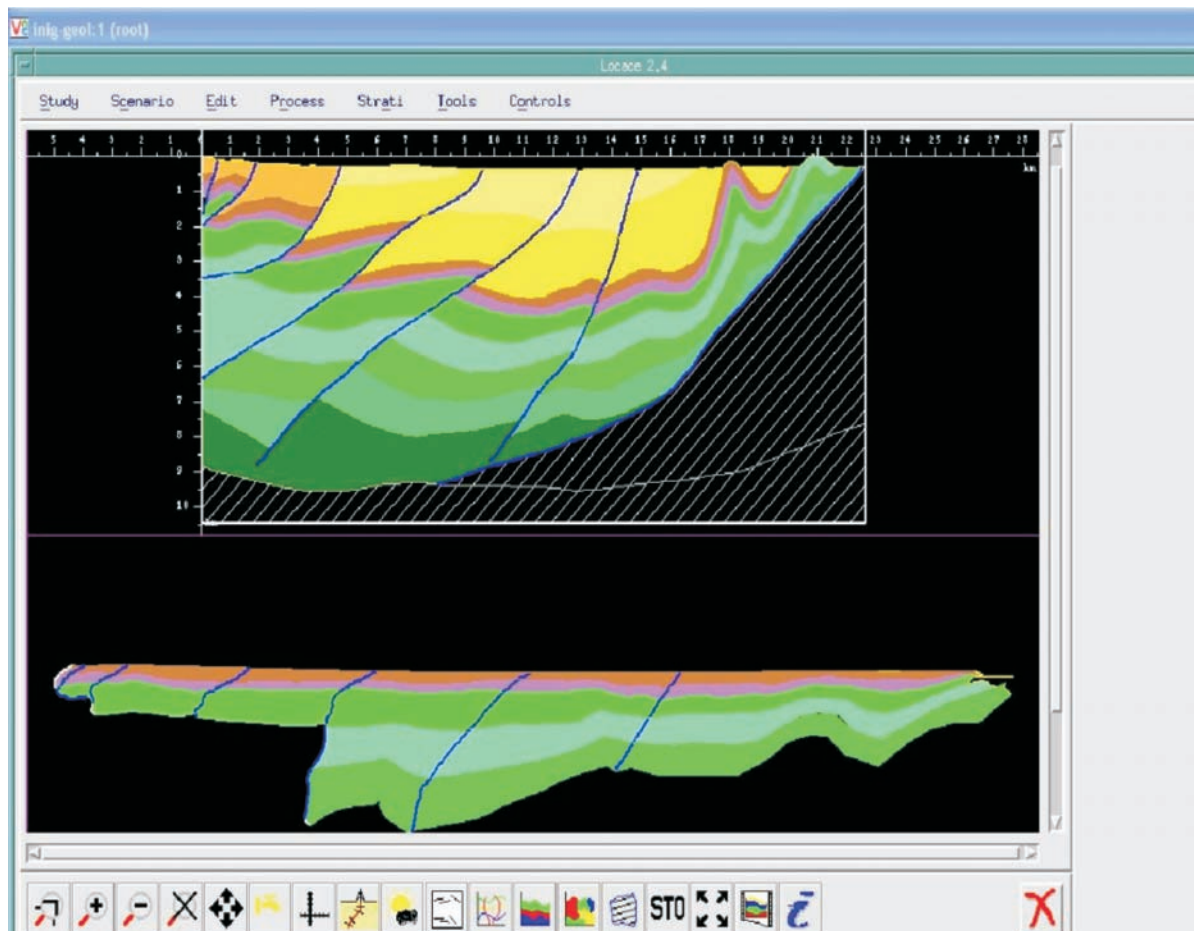
Porównując przekrój wejściowy z przekrojem zmodyfikowanym, dla którego możliwe było uzyskanie geometrycznej spójności elementów przekroju, można zauważyć, iż niezbędne było jego znaczne uproszczenie, w tym modyfikacja miąższości.

Kolejny etap prac obejmował próbę zbilansowania przekroju przebiegającego w niewielkiej odległości od przekroju, od którego rozpoczęto prace. Przekrój ten prezentuje odmienną interpretację budowy geologicznej w tym rejonie.

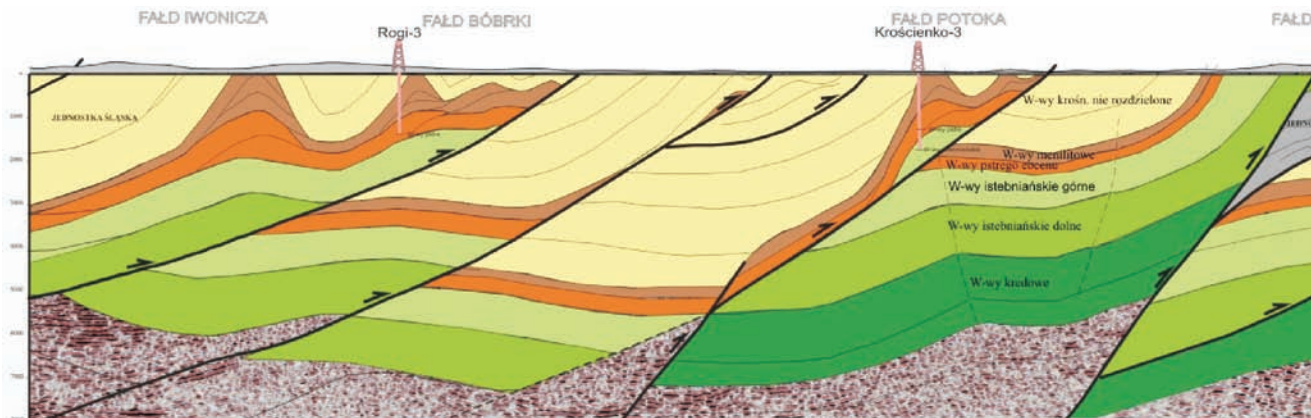
Rysunek 7 przedstawia przekrój, dla którego kontynuowano pracę, natomiast rysunek 8 przedstawia przekrój

przez część basenu sedymentacyjnego przed rozpoczęciem procesów deformacyjnych.

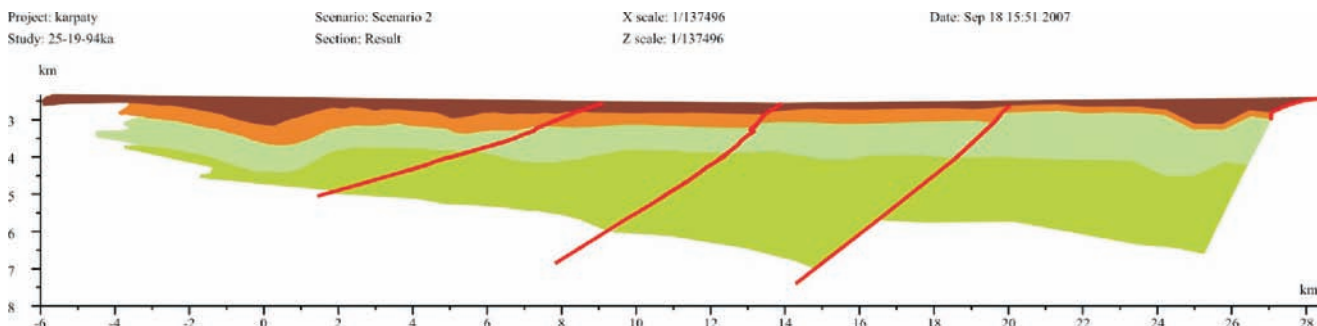
Dla przekroju drugiego (rysunek 7) możliwe było uzyskanie geometrycznej spójności poszczególnych elementów przekroju bez konieczności wprowadzania istotniejszych zmian, zarówno w odniesieniu do miąższości warstw oraz kątów upadów warstw i nasunięć. Dlatego też interpretacja druga, przedstawiająca odmienną koncepcję budowy geologicznej analizowanego obszaru – w świetle metody bilansowania przekrojów geologicznych – jest bardziej wiarygodna.



Rys. 6. Przekrój geologiczny na linii Wola Piotrowa-Międzybrodzie po modyfikacjach



Rys. 7. Przekrój geologiczny przez obszar badań (interpretacja: Jaromir Probulski)



Rys. 8. Stan basenu sedymentacyjnego przed rozpoczęciem procesu deformacyjnego dla interpretacji nr 2

Wnioski

Przedstawiona w artykule metoda oceny wiarygodności interpretacji geologicznej głębokościowych profili sejsmicznych ma szczególne znaczenie dla obszarów fałdowo-nasuwczych, takich jak Karpaty.

Pozwala ona porównywać odmienne hipotezy odnośnie stylu budowy geologicznej danego obszaru i wskazywać te, które w świetle metody bilansowania przekrojów geologicznych są najbardziej wiarygodne.

Uzyskanie pozytywnego wyniku rekonstrukcji nie gwarantuje poprawnej interpretacji, lecz uwiarygodnia spójność przyjętej hipotezy geologicznej.

Proces rekonstrukcji basenu sedymentacyjnego dostarcza dodatkowych informacji o paleogeografii badanego obszaru przed rozpoczęciem procesu deformacji, w tym pozycji osadów potencjalnie macierzystych, co pozwala wyciągać wnioski odnośnie możliwości generacji węglowodorów oraz prowadzi do lepszego zrozumienia historii pograżania.

Dysponując narzędziem do bilansowania przekrojów geologicznych w wersji głębokościowej możemy weryfikować dane geologii powierzchniowej oraz dane w otworach, które stanowią podstawę poprawności założeń interpretacji strukturalnej przekrojów geologicznych.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Andrzej Kostecki

Artykuł niniejszy powstał dzięki realizacji projektu pt.: „Rozpoznanie systemu naftowego jednostki śląskiej i dukielskiej (w rejonie Jasło-Krosno-Sanok) ze szczególnym uwzględnieniem fałdów Bóbrki i Iwonicza”, współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Działanie 14.4.

Literatura

- [1] Jankowski L., et al.: *Geological Map of the Outer Carpathians: Borderlands of Poland, Ukraine and Slovakia*, 2004.
- [2] Kostecki A., Kruczek J.: *Sejsmiczne odwzorowanie geometryczne struktur w złożonych warunkach geologicznych Karpat*. Niepełny Cykl Rozwojowy, zlec. 303, 1996.
- [3] Matyasik I.: *Rozpoznanie systemu naftowego jednostki śląskiej i dukielskiej (w rejonie Jasło-Krosno-Sanok) ze szczególnym uwzględnieniem fałdów Bóbrki i Iwonicza*. Arch. INiG, zlec. wew. 146/SG, 2007.
- [4] Moretti I., Larrere M.: *Locace: computer – aided construction of balanced geological cross sections*. Geobyte, 89, 16-24, 1989.
- [5] Probulski J., Laskowicz R.: *An Attempt to reconstruction the western outer Carpathians structural geological model, on the base available exploration geophysics and surface geologic data, along the regional seismic line from Dukla to Rzeszów. Thrust Belts and Foreland Basins – France*. Conference Proceedings, 309-312, 14-16 December 2005.



Mgr inż. Lidia DUDEK – absolwentka Wydziału Geologiczno-Poszukiwawczego Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Pracownik Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie na stanowisku: Starszy Specjalista badawczo-techniczny, wykonująca prace w zakresie modelowania, generacji i ekspulsji węglowodorów.

Dr inż. Jaromir PROBULSKI – PGNiG S.A. Oddział w Sanoku, kierownik Działu Nowych Przedsięwzięć i Przetwarzania Sejsmicznego.

Mgr inż. Krzysztof SOWIŹDŹAŁ – absolwent Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH, o specjalności geologia naftowa i geotermia. Od 2003 roku pracownik Instytutu Nafty i Gazu; w latach 2003-2006 zatrudniony w Zakładzie Inżynierii Naftowej, a od 2006 roku do chwili obecnej – w Zakładzie Geologii i Geochemii. Zajmuje się zagadnieniem konstrukcji przestrzennych, statycznych modeli złóż węglowodorów oraz obszarów poszukiwawczych.