Późnokarbońskie deformacje kompresyjne w rdzeniach wiertniczych z basenu lubelsko-lwowskiego

Maciej Tomaszczyk

Obraz tektoniczny zewnętrznej części orogenu waryscyjskiego w Polsce (waryscyjskich eksternidów) przedstawiony w podrozdziale 5.1.4.2 i istotnie zmieniający poglądy dominujące w literaturze od wielu dziesięcioleci, opiera się głównie na „wielkoskalowych" danych strukturalnych pochodzących z przemysłowych profili sejsmicznych oraz na danych stratygraficznych z wierceń. Rdzenie wiertnicze dostarczają możliwości studiowania zjawisk tektonicznych również w skali mezoskopowej, podobnej do tej znanej z odsłonięć typowych dla obszaru naszego kraju, i tym samym, pozwalają uwiarygodnić wnioski oparte na przesłankach pośrednich, wynikających z badań geofizycznych oraz danych stratygraficzno-chronologicznych.

Strukturalne profilowanie rdzeni wiertniczych daje możliwość określenia kinematyki formowania się obserwowanych struktur tektonicznych, następstwa zmian reżimu naprężeń oraz zdarzeń tektonicznych zarejestrowanych w analizowanym materiale. Dostarcza danych do rekonstrukcji ewolucji basenu sedymentacyjnego w dużo mniejszej skali niż pozwala na to interpretacja danych sejsmicznych, będąc jednocześnie dobrym narzędziem do weryfikacji poprawności interpretacji sejsmiki. Poniżej przedstawiono wyniki analizy opartej na strukturalnym profilowaniu rdzeni z trzydziestu otworów wiertniczych, w których nawiercono utwory paleozoiku w basenie lubelsko-lwowskim (Jarosiński, 2004; Tomaszczyk, 2015; Tomaszczyk, Jarosiński, 2017).

Otwory rdzeniowane na obszarze Lubelszczyzny są rozmieszczone nierównomiernie, a rdzeniowane interwały w większości są fragmentaryczne. Tylko nieliczne otwory badawcze były w pełni lub prawie w pełni rdzeniowane np. Niedrzwica IG 1, Lublin IG 1 czy Opole Lubelskie IG 1. Gęsta sieć profili sejsmicznych 2D pozwala nawet przy niewielkiej ilości rdzenia na jego analizę w oparciu o szerszy kontekst strukturalny. Na figurach 1 i 2 przedstawiono przykład integracji analizy strukturalnej rdzenia wiertniczego z interpretacją sejsmiki 2D w obrębie struktury Mełgwi, zlokalizowanej w osiowej części synklinorium lubelskiego. Struktury tektoniczne obecne w rdzeniu pozwoliły na bardzo dokładną lokalizację nasunięcia w profilu, co nie zawsze jest możliwe w przypadku interpretacji bazującej tylko na samej sejsmice.

Najliczniej są reprezentowane w rdzeniach struktury związane z kompresyjnym reżimem późnokarbońskiej fazy tektonicznej, która doprowadziła do inwersji basenu. Liczba starszych, przedinwersyjnych struktur tektonicznych jest znacząco mniejsza, co można wiązać z niższą intensywnością ówczesnych procesów tektonicznych. Dodatkowo, część tych starszych struktur mogła zostać później zreaktywowana lub przekształcona podczas inwersji tektonicznej. Obecność późnokarbońskich struktur nasuwczych obserwować można w całej sekwencji paleozoiku – od kambru po karbon. W każdym z analizowanych otworów stwierdzono obecność struktur związanych z fazą inwersji późnokarbońskiej. Charakterystyczna jest różna intensywność wystąpień tych struktur w profilu, co ma związek z występowaniem wielopoziomowości deformacji. W pokrywie osadowej basenu lubelskiego zaznacza się kilka poziomów odkłuć związanych zarówno z poziomami stratygraficznymi, jak i reologią skał (Tomaszczyk, 2015). Ze względu na wielkość i intensywność stref deformacji nasuwczych w obrębie rdzenia wiertniczego (fig. 3), wyróżniono 3 grupy: małe, średnie i duże. W przypadku małych, są to pojedyncze lub występujące seryjnie posuwy międzyławicowe, powierzchnie ścięć oraz drobne lustra tektoniczne lub ich zespoły. Na niektórych lustrach obecna jest mineralizacja kalcytowa lub anhydrytowa (zwłaszcza we franie). Nie obserwuje się dużych zmian kąta upadów związanych z wychyleniem warstw (fig. 3: G, I, J). W przypadku stref średniej wielkości (do wysokości kilku metrów), oprócz obecności posuwów międzyławicowych, ścięć i luster nasuwczych (fig. 3: H, L, Ł), występują również strefy brekcji uskokowej (fig. 3: C), często wypełnionej mineralizacją kalcytową lub anhydrytową. W stropowych skrzydłach nasunięć obecne są wychylone warstwy wraz ze spękanymi stowarzyszonymi wypełniony-

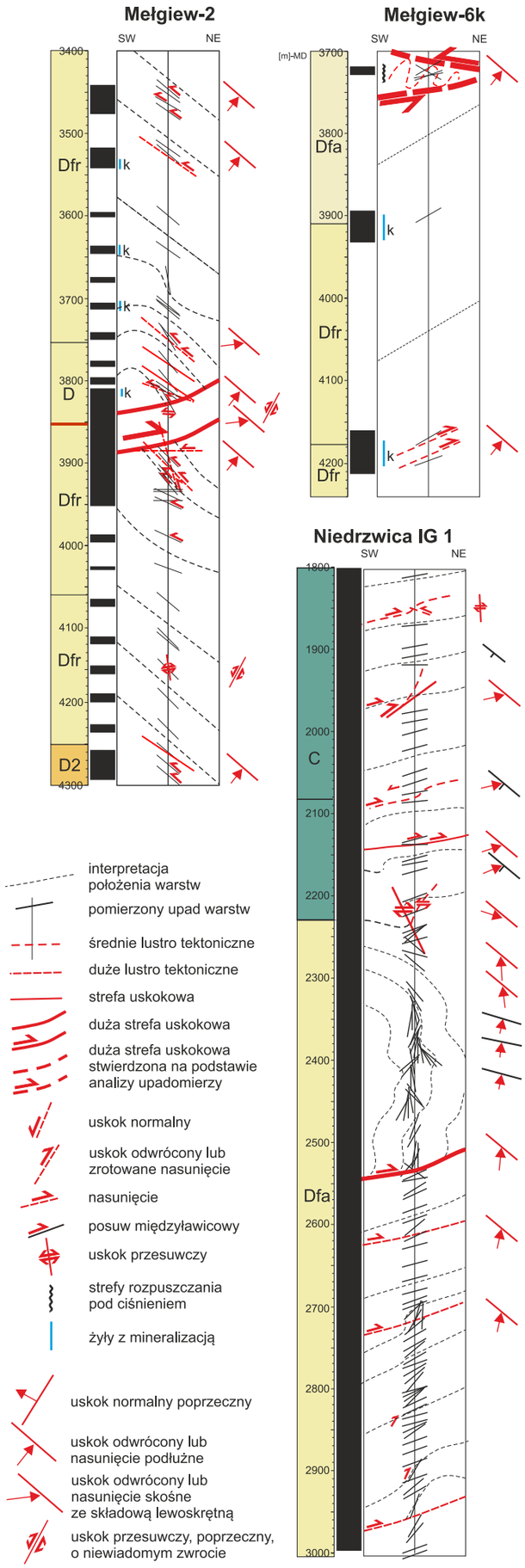


FIG. 1. Profil sejsmiczny w domenie głębokości z naniesionymi interwałami rdzeniowania na trajektorię otworów Mełgiew-2 oraz Mełgiew-6K. Analiza strukturalna rdzeni z tych otworów (fig. 2) pozwoliła na przedstawioną tutaj dokładną interpretację przebiegu nasunięcia Pliszczyna. D1+D2 – dewon dolny i środkowy; D3-fr – fran; D3-fa – famen; C – karbon; J – jura; K – kreda; n – nasunięcie. Lokalizacja profilu na figurze 12 w podrozdziale 5.1.4.2

mi mineralizacją (fig. 3: A, B). W kilku przypadkach zaobserwowano strome lustra nasuwcze, jednak prawie zawsze w obrębie wychylonych warstw, co świadczy o tym, że powstały przed ich wychyleniem. Strefy tej wielkości związane są z nasunięciami, które mogą być widoczne w danych sejsmicznych. Obecność dużych stref tektonicznych, oprócz wymienionych elementów powyżej, charakteryzuje się niskim uzyskiem rdzenia oraz jego silnym pokruszeniem, co sugeruje silne zaangażowanie tektoniczne tego odcinka profilu. Okruchy rdzenia ujawniają liczne lustra nasuwcze i strefy brekcji tektonicznych z nieregularnymi lustrami w różnych kierunkach. Występują również struktury z rozpuszczania pod ciśnieniem (fig. 3: D, E). Strefy tej wielkości i związane z nimi przesunięcie wzdłuż płaszczyzny nasunięcia bez problemu są widoczne w danych sejsmicznych.

Dosyć liczną grupą kontrakcyjnych struktur tektonicznych są struktury z rozpuszczania pod ciśnieniem. Występują one w rdzeniu jako pojedyncze struktury lub są związane ze strefami nasunięć, najczęściej są to stylolity tektoniczne. Powierzchnie szwów stylolitowych są prawie zawsze katetalne do powierzchni warstw, co świadczy o ich genezie sprzed wychylenia. W kilku przypadkach zaobserwowano rozpuszczanie żył mineralnych wzdłuż powierzchni szwów stylolitowych. W formacjach famenu – bychawskiej oraz firlejskiej – oprócz typowych stylolitów tektonicznych występują drobne struktury z rozpuszczania w obrębie tzw. wapieni bulastych, w których buły wapienne są rozpuszczane, zaś otaczające je margle ulegają deformacją plastycznym (fig. 3: D, E). Niektóre powierzchnie stylolitów ulegają późniejszej reaktywacji i są wykorzystywane przez młodsze struktury nasuwcze.

Obserwuje się również lustra nasuwcze o rysach zorientowanych skośnie do upadu powierzchni uskokowej (fig. 3: K) co świadczy o składowej przesuwczej deformacji. W niektórych otworach np., Minkowice 4A lub Kawęczyn-1 występują strefy, gdzie liczne są pionowe lustra tektoniczne z poziomymi rysami ślizgowymi reżimu przesuwczego (fig. 3: F), tną one starsze lustra nasuwcze, co może świadczyć o zmianie reżimu tektonicznego w końcowej fazie inwersji z TF (reżim uskoków normalnych; ang. *thrust faults*) na SS (reżim uskoków przesuwczych; ang. *strike-slip faults*).

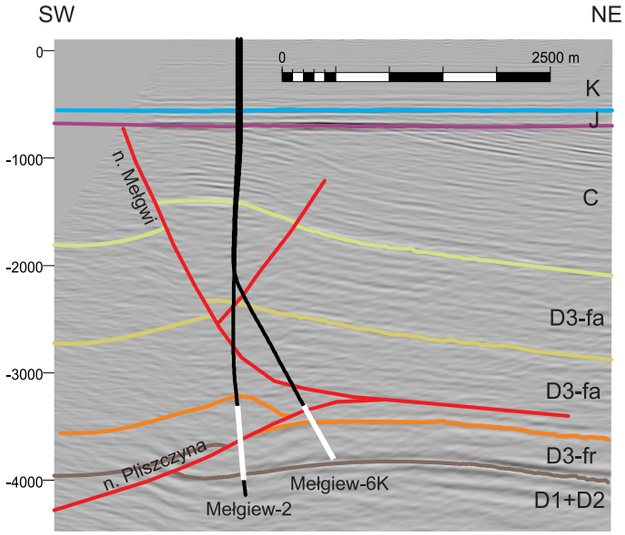


FIG. 2. Graficzne zestawienie wyników profilowania strukturalnego rdzeni wiertniczych z otworów Mełgiew-2, Mełgiew-6K oraz Niedrzwica IG 1. Oznaczenia wieku jak na figurze 1

LITERATURA

Jarosiński M., 2004. Opracowanie zmienności strukturalnej rdzeni w profilach wierceń z basenu lubelskiego i stref obrzeżających wraz z syntezą tektonicznej ewolucji obszaru. Przegląd Geologiczny, 54: 700–709.

Tomaszczyk M., 2015. Ewolucja tektoniczna centralnej części basenu lubelskiego. Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, Warszawa [rozpr. doktor.].

Tomaszczyk M., Jarosiński M., 2017. The Kock Fault Zone as an indicator of tectonic stress regime changes at the margin of the East European Craton (Poland). Geological Quarterly, 61: 908–925.

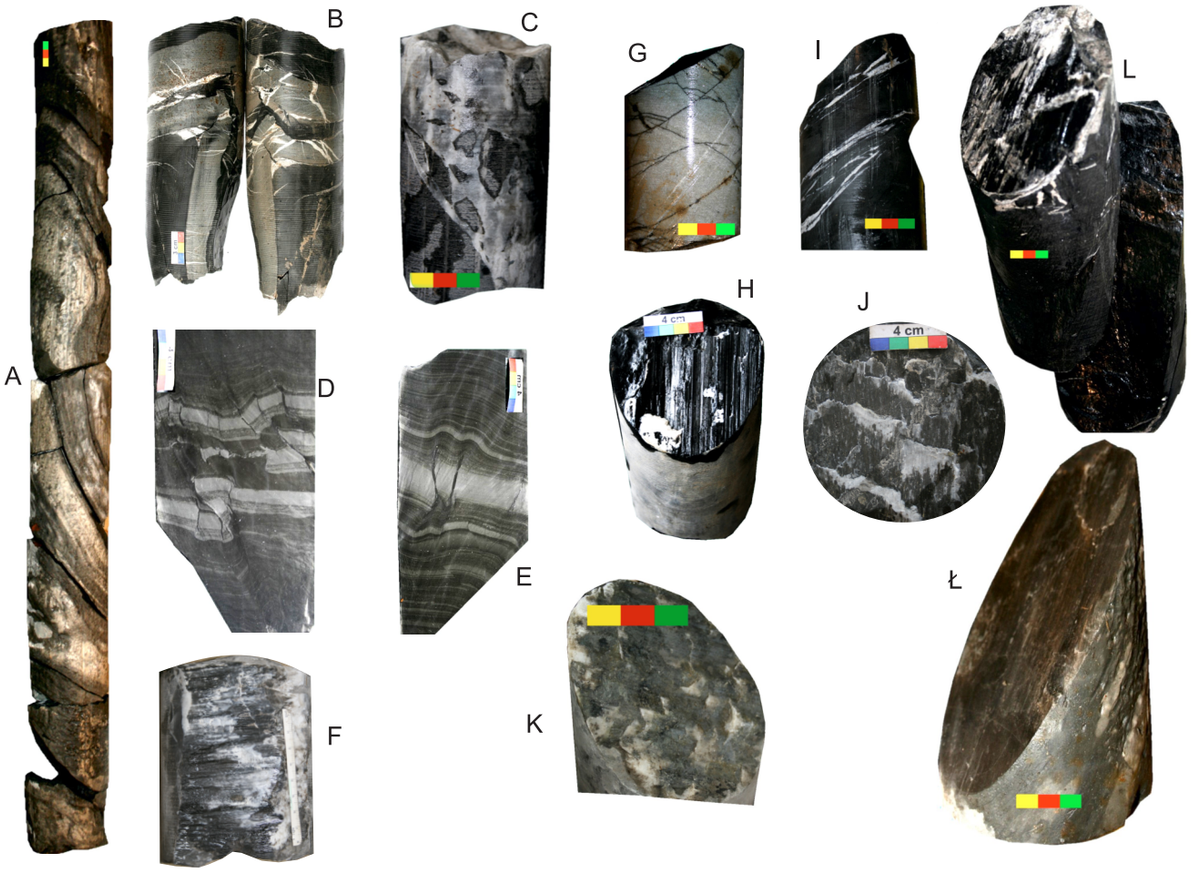


FIG. 3. Przykłady struktur tektonicznych powstałych w reżimie kompresyjnym. **A** Radawiec Mały-2 (MD-3041 m): zafałdowanie w strefie przyuskokowej, cześć upadów w położeniu odwróconym; **B** Mełgiew-9H (MD-3320): zafałdowanie w strefie przyuskokowej; **C** Radawiec Mały-1 (MD-4003 m): strefa brekcji tektonicznej w dolomicie w obrębie strefy nasuwczej; wypełnienie stanowi mineralizacja anhydrytowa; **D** Mełgiew-6k (MD-3720): struktury z rozpuszczania pod ciśnieniem w obrębie warstewek wapienia; **E** Mełgiew-6k (MD-3724): struktury z rozpuszczania pod ciśnieniem w obrębie warstewek wapienia, w dolnej części uskok nasuwczy; **F** Minkowice-4A, (MD-4090): lustro uskoku przesuwczego o rysach poziomych, mineralizacja kalcytowa; **G** Świdnik-16 (MD-1559): ścięcia o nachyleniu 30°, zorientowane przeciwnie do upadu warstw; **H** Radawiec Mały-2 (MD-2704 m): lustro nasuwcze po powierzchni uławicenia – poślizg międzyławicowy, upad warstw 70°, mineralizacja kalcytowa; **I** Świdnik-16 (MD-1539): strefa uskoków nasuwczych o nachyleniu 30–40°, mineralizacja kalcytowa; **J** Minkowice-4A (MD-4140): lustro nasuwcze po upadzie warstw, mineralizacja kalcytowa; **K** Radawiec Mały-2 (MD-1855 m): lustro nasuwcze o upadzie 35°, rysy skośne do upadu; mineralizacja kalcytowa; **L** Ciecierzyn-1 (MD-3435 m): warstwy stromo nachylone od 70 do 90°, posuwy międzyławicowe z rysami ślizgowymi; w górnej części próbki strefa uskoku nasuwczego o nachyleniu 50° z mineralizacją kalcytową; wychylenie warstw nastąpiło po utworzeniu się uskoku nasuwczego; **Ł** Radawiec Mały-2 (MD-2704 m): lustro nasuwcze po powierzchni uławicenia – poślizg międzyławicowy; upad warstw 70°, mineralizacja kalcytowa