

ICDP a wiercenia badawcze w Polsce: zaproszenie do dyskusji

Marek Lewandowski¹, Andrzej Żelaźniewicz², Stanisław Mazur³,
Paweł Aleksandrowski³, Marek Jarosiński⁴, Stanisław Skompski⁵

Od blisko roku Polska jest członkiem Międzynarodowego Programu Naukowych Wierceń Kontynentalnych (ICDP). W niniejszym artykule dokonujemy przeglądu bieżących problemów naukowych, które mogłyby być rozwiązane za pomocą wierceń badawczych. Rozumiejąc ważkość wielu innych, nie wymienionych tutaj zagadnień, koncentrujemy się raczej na tych, które mogłyby wywołać szersze zainteresowanie w skali międzynarodowej. Specjalny nacisk kładziemy zatem na potencjalnie ważkie naukowo wiercenia w Karpatach Zachodnich w bezpośrednim sąsiedztwie pienińskiego pasa skalowego, by następnie przedyskutować znaczenie wiercenia badawczego poprzez strefę szwu skorupowego, spajającą masywy śląski i małopolski na odcinku pomiędzy Krakowem a Lublinem. Proponujemy także wiercenie badawcze w strefie Koszalin–Chojnice, którego celem byłby pas fałdowy tzw. kaledonidów pomorskich. Dokonujemy także skrótowego przeglądu innych problemów, które mogą być celem wierceń badawczych, także w aspekcie poszukiwawczym. Należą do nich propozycje wierceń w rejonie horstu Kocka w celu poznania jego roli w rozwoju Lublińskiego Zagłębia Węglowego w okresie dewońsko-karbońskim, następnie na obszarze Gór Świętokrzyskich dla rozpoznania tektoniki formacji paleozoicznych, a także w strefie monokliny przedsudeckiej z zamiarem rozpoznania zarysów architektury tektonicznej eksternidów waryscyjskich.

Słowa kluczowe: ICDP, wiercenia badawcze, Polska

Marek Lewandowski, Andrzej Żelaźniewicz, Stanisław Mazur, Paweł Aleksandrowski, Marek Jarosiński & Stanisław Skompski — **ICDP and scientific drilling in Poland: invitation for a discussion.** *Prz. Geol.*, 49: 46–51.

Summary. In context of Poland's membership in the International Continental Scientific Drilling Program (ICDP), this article reviews current research problems in Poland which may be solved by means of scientific drillings. Understanding the importance of many other problems which have not been specified here, we focus rather on those that may arouse wider international interest. Special attention is therefore given to potentialities of drillings in the Western Carpathians in the close vicinity to the Pieniny Klippen Belt, followed by a discussion on scientific targets in the contact zone between the Malopolska and Silesian Massifs (Kraków–Lubliniec Fault Zone). We also propose a project focused on better recognition of the Polish-German Caledonides, presently concealed under the Permo-Mesozoic cover near to the northeastern boundary of the Trans-European Suture Zone (TESZ) in the Koszalin–Chojnice region. We discuss concisely some other possible scientific targets, otherwise having also prospects for finding hydrocarbon reserves and/or ore deposits. These other proposals of scientific drillings are aimed at explanation of the active role played by the Horst of Kock during the Devonian–Carboniferous development of the Lublin Coal Basin (South-Eastern Poland), of the tectonics of the Palaeozoic formations in the Holy Cross Mountains (Central Poland), and of the tectono-stratigraphic record within Variscan externides below the Fore-Sudetic monocline (Western Poland).

Key words: ICDP, scientific drillings, Poland

Kiedy stawiamy pytanie „Co chcemy wiedzieć o Ziemi?”
odpowiedź brzmi „Wszystko!”.
V. Haak & A.G. Jones (1997).

Przystąpienie Polski do International Continental Scientific Drilling Program (ICDP, patrz Lewandowski, 2000a, także: <http://icdp.igf.edu.pl>) stwarza dla polskich badaczy nową szansę na włączenie się w międzynarodową współpracę naukową. Podstawowym zadaniem ICDP jest pomoc finansowa, wsparta pomocą infrastrukturalną, skierowana do naukowców ze wszystkich dyscyplin nauk o Ziemi, zainteresowanych przygotowaniem, a następnie realizacją projektów wierceń naukowych. Po raz pierwszy rysuje się możliwość przygotowania i wykonania w Polsce otworu badawczego, realizowanego przy współpracy mię-

dzynarodowej i finansowanego w istotnej części z budżetu korporacji o charakterze ponadnarodowym.

Ogólnie rzecz biorąc, możliwe są dwa zasadnicze typy aktywności w ramach ICDP. Pierwszy, zakresowo węższy, obejmuje badania rdzeni, analizę karotaży lub badania w wykonanym otworze. Projekty takich badań są finansowane ze źródeł spoza ICDP (np. narodowe fundacje naukowe) i mogą być przygotowywane indywidualnie lub zespołowo przez naukowców z krajów partycypujących w ICDP. Drugi to międzynarodowe przedsięwzięcia obejmujące przygotowanie projektu wiercenia i jego organizację, przy czym zespół autorski ma wyłączność na dostęp do rdzenia i otworu przez rok po zakończeniu prac wiertniczych. Do marca 2000 r. do ICDP napłynęło ponad 70 projektów wstępnych, z czego ok. 50 uzyskało zachętę do dalszych prac nad ich ulepszeniem. Jednak tylko jedno z wierceń zostało ostatecznie zakończone (Jeziro Bajkał), podczas gdy trzy projekty znajdują się w stadium wykonawczym (Hawaje, Long Valley w Kalifornii oraz pionowe profilowanie sejsmiczne w otworach *Kontinentales Tiefbohrprogramm de Bundesrepublik Deutschland* — KTB).

Zdefiniowanie celów naukowych, a następnie przygotowanie projektu wiercenia, organizacja pracy w trakcie i po jego zakończeniu, nadzór nad badaniami i kompilacja wyników jest zadaniem ogromnym. W realizacji projektów w jeziorze Bajkał zaangażowanych jest czternaście instytucji z czterech krajów (Rosji, USA, Japonii i Nie-

¹Instytut Geofizyki, Polska Akademia Nauk, ul. Ks. Janusza 64, 01-452 Warszawa; lemar@igf.edu.pl

²Instytut Nauk Geologicznych, Polska Akademia Nauk, ul. Podwale 75, 50-449 Wrocław; pansudet@pwr.wroc.pl

³Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, Pl. M. Borna 9, 50-205 Wrocław; smazur@ing.uni.wroc.pl; palex@ing.uni.wroc.pl

⁴Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; mjar@pgi.waw.pl

⁵Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa; skompski@geo.uw.edu.pl

miec), a przygotowanie projektu wiercenia skośnego poprzez uskoki San Andreas trwało lat osiem. Zespoły angażujące się w takie zadanie muszą mieć świadomość skali trudności, jakie przed nimi stają. Sukces bowiem zależy nie tylko od wiedzy liderów i naukowej wartości projektu, które są warunkami koniecznymi, ale także od determinacji głównych wykonawców w doprowadzeniu projektu do końca oraz ich zdolności w nawiązywaniu kontaktów z potencjalnymi partnerami i sponsorami, jak również od innych talentów socjotechnicznych, np. umiejętności przekonywania, negocjacji itp.

Sprawą zasadniczą jest wybór problemu naukowego, który ma być rozwiązany metodą wiercenia badawczego. Jak do tej pory, przewodnimi motywami wszystkich projektów składanych do ICDP były:

- rozwój sekwencji osadowych na pasywnych krawędziach kontynentalnych, w tym problemy paleoklimatu i jego zapisu w formacjach jeziornych (44%),
- dynamika procesów tektonicznych w skorupie i trzęsienia ziemi (27%),
- wulkanizm i jego skutki (14%),
- rozwój technologii wierceń (10%),
- impakty i ich skutki (5%).

Propozycje wierceń naukowych w Polsce

Większość obszaru Polski ma charakter platformowy, z bogatą i wartą studiów fanerozoiczną historią tektoniczną. W naturalny sposób projekty wierceń badawczych w naszym kraju będą koncentrowały się na rozpoznaniu budowy wgłębnej i prześledzeniu etapów ewolucji geologicznej wybranych najbardziej interesujących fragmentów skorupy ziemskiej, nie zaś na aktualnie zachodzących procesach geodynamicznych. Problemy badawcze o charakterze regionalnym, które mogłyby być rozwiązywane za pomocą wierceń, zostały przedstawione obszerniej kilka lat temu (patrz Guterch i in., 1996). Ze względu na międzynarodowy charakter ICDP, zdecydowanie większą szansę będą jednak miały projekty z odniesieniami uniwersalnymi (patrz Lewandowski, 2000a). W Polsce mogą to być problemy geotermii, wód głębinowych, metalogenezy, związków pomiędzy orogেনem a basenami osadowymi (np. na przedpolu Sudetów lub Karpat), czy też ewolucji skorupy na przedpolu kratonu. Biorąc to pod uwagę, chcemy rozpocząć w polskim środowisku geologicznym dyskusję, zogniskowaną na wyborze ważkich problemów możliwych do rozwiązania dzięki naukowym wierceniom badawczym oraz sprecyzowaniu metod, które byłyby wykorzystane w badaniach rdzeni wiertniczych oraz w samych otworach. Poniżej przedstawiamy nasze propozycje, które w wielu miejscach nawiązują do problemów i lokalizacji wymienionych w opracowaniu Gutercha i in. (1996).

Karpaty. Pierwszą, wstępną propozycją w tym kierunku, zgłoszoną przez M. Lewandowskiego z inspiracji prof. Jerzego Jankowskiego (patrz <http://icdp.igf.edu.pl>), jest projekt zbadania wgłębnej budowy jednostki centralnej Karpat Zachodnich (CKZ, Karpaty wewnętrzne) w rejonie występowania karpackiej anomalii magnetotellurycznej (patrz Jankowski i in., 1985, 1991; także Żytko, 1997) w celu wyjaśnienia m.in. natury tej anomalii. Obecnie w literaturze światowej rozważane są głównie dwie możliwe przyczyny anomalnie wysokiego przewodnictwa elektrycznego w skorupie, przypisywane grafitowi lub wodom

podziemnym (Hyndman i in., 1993). Obecność grafitu została stwierdzona np. wierceniem KTB w skałach metamorficznych strefy Ebendorf–Vohenstrauß, gdzie występuje on w postaci cienkich warstw w strefach ścinania (ELEKTB Group, 1997), jak również w strefie nasunięcia kaledonidów niemiecko-polskich, gdzie powstał najprawdopodobniej skutek przeobrażenia kambryjskich łupków ałunowych (Bierlein & Greiling, 1993). Z kolei procesy diagenetyczne oraz transformacje minerałów, zachodzące na dużych głębokościach w pasach orogenicznych, mogą wyzwać znaczne ilości roztworów (Brown, 1994), charakteryzujących się niską opornością elektryczną. Charakter anomalii M-T w Karpatach, w szczególności jej ciągłość wzdłuż osi orogenu na odcinku ok. 1000 km, wskazuje raczej na roztwory wgłębne (wody reliktowe?) jako przyczynę przewodnictwa (J. Jankowski, inf. ustna). Jeżeli przypuszczenie to jest słuszne, to zbadanie natury tych roztworów miałyby duże znaczenie dla lepszego zrozumienia np. związków pomiędzy systemami hydrogeologicznymi a procesami tektonicznymi, czy też warunków powstania złóż rud cynku i ołowiu na przedpolu orogenu karpackiego (Jaroszewski, 1993). Stworzyłyby także szansę na wykorzystanie wód głębinowych w praktyce geotermalnej.

Próba odpowiedzi na pytanie o naturę anomalii M-T to tylko jeden z atrakcyjnych problemów naukowych, który mógłby być rozwiązany wierceniem badawczym w Karpatach. Przynajmniej częściowo odpowiedzi oczekują także pytania o budowę paleozoicznego podłoża serii płaszczowinowych Karpat wewnętrznych, a także styl budowy wgłębnej pienińskiego pasa skałkowego (PPS) oraz o charakter kontaktu pomiędzy PPS a Karpatami wewnętrznymi (np. Birkenmajer, 1985a, b, 1986; Kovač i in., 1993; Kruczyk i in., 1992; Oszczytko, 1999; Oszczytko & Ślącza, 1985; Tomek, 1993).

O ile powyższa problematyka zakłada lokalizację otworu w niewielkiej odległości na S od PPS (rejon Niedzicy?), to alternatywny otwór tuż na N od PPS pomógłby w rozpoznaniu tzw. „strefy korzeniowej” płaszczowin Karpat zewnętrznych. Pod skałami płaszczowiny magurskiej można się spodziewać szybko stromiejącej w stronę pasa skałkowego struktury imbrykacyjnej, obejmującej szereg ponasuowanych jednostek fliszowych, a jeszcze głębiej także jednostek typu płaszczowin krystalicznych, „wywleczonych” z niższych partii skorupy na prawdopodobnie zanurzających się tu ku południowi powierzchniach nasunięć zewnętrzno-karpackich (przejście ku południowi od stylu deformacji orogenicznych do deformacji głębokoskorupowych (*thick-skinned tectonics* — obejmujących znaczną część lub całą skorupę — por. np. Coward & Butler, 1985). Prawdopodobna jest tu wgłębna obecność resztek szwu po zamkniętym podczas miocenu zbiorniku oceanicznym(?), w którym osadził się flisz zewnętrzno-karpacki; niewykluczone jest występowanie resztek subdukowanej sekwencji ofiolitowej. W tym złożonym geologicznie środowisku, położonym w do niedawna jeszcze aktywnej strefie granicznej transregionalnych jednostek tektonicznych, znane są występujące przejawy słabych wstrząsów sejsmicznych; zaznacza się też dość intensywna cyrkulacja wód termalnych i mineralnych.

Z punktu widzenia współczesnej geodynamiki byłoby to również miejsce interesujące ze względu na prawdopodobieństwo występowania w zachodniej części Karpat zewnętrznych odmiennych planów odkształceń i naprężeń

w obrębie nasuniętych płaszczowin fliszowych i ich podłoża (Jarosiński, 1998). Proponowany otwór miałby również znaczenie dla rozpoznania warunków geologicznych ewentualnego występowania ropy i gazu w utworach paleozoicznych, a także lepszego zrozumienia warunków ich generacji i migracji w płytsze formacje Karpat zewnętrznych (np. Pietsch i in., 1996). Można przewidywać, że głębokość otworu potrzebna do przynajmniej częściowego rozpoznania wgłębnej budowy Karpat zewnętrznych powinna wynosić ok. 9000 m, czyli sięgać do prawdopodobnej głębokości zalegania podłoża skonsolidowanego w zachodniej części polskiego odcinka PPS (*vide* Ryłko & Tomasz, 1999). Ponadto lokalizacja wiercenia w rejonie przecięcia granic trzech krajów — Czech, Polski i Słowacji — może być dobrą podstawą do włączenia się naszych sąsiadów w to przedsięwzięcie. Alternatywna lokalizacja we wschodniej części polskiego PPS powinna być także starannie rozważona, tutaj jednak szanse na dotarcie do podłoża skonsolidowanego są raczej znikome ze względu na kilkunastokilometrową głębokość jego zalegania (Ryłko & Tomasz, 1999).

Strefa Kraków–Lubliniec (SKL). Jest to struktura uskokuwa, w przybliżeniu równoległa do strefy Teisseyre’a-Tornquista, oddzielająca blok górnośląski — uważany za fragment tzw. brunowistulikum (Dudek, 1980, 1995; Znosko, 1984, 1986) z zapisem orogenezy kadomskiej — od bloku małopolskiego. Jej aktywność wpłynęła na przebieg platformowej sedimentacji na obu blokach we wczesnym paleozoiku. Osady dolnokambryjskie z bałtycką fauną trylobitową, powszechne na bloku górnośląskim (Orłowski, 1975) i szczególnie miąższe przy SKL, świadczą o znacznej subsydencji i ugięciu górnośląskiej skorupy. Utworów tych brak natomiast zupełnie w bezpośrednio przylegającej części bloku małopolskiego (Buła i in., 1997; Buła, 2000). SKL była zatem czynna co najmniej od kambru. W literaturze była przedstawiana bądź jako fragment orogenu kaledońskiego (Znosko, 1965, 1984) lub krakowska gałąź waryscydów (Bukowy, 1994) i interpretowana jako: 1) zapis wzmożonej subsydencji i kaledońskiej inwersji w strefie rozłamu o szerokości 50 km (strefa Kraków–Myszków; Kotas, 1982), 2) szew przesuwczy między terranami o szerokości 10–25 km (Brochwicz-Lewiński i in., 1983), 3) „rozłam terranowy” lub „sutura terranowa” wraz z terranem egzotycznym Lubliniec–Zawiercie–Wieluń (Harańczyk, 1994), 4) synklinorium przylegające do antyklinorium w podłożu niecki Nidy (Znosko, 1984, 1986), 5) lub jako granica przesuwcza między terranem górnośląskim i małopolskim (Pożaryski, 1990; Unrug i in., 1999). Według niedawnych badań materiału rdzeniowego strefa ta ma szerokość około 0,5 km (Buła i in., 1997) i jest długowieczną strefą ścinania, która niesie zapis wielokrotnej deformacji kruchej i półkruchej w ciągu paleozoiku. Była ona zdominowana przez wielofazowe ruchy przesuwcze z transpresją lewostronną u schyłku syluru lub na przełomie syluru i dewonu i prawostronną w okresie późniejszym (Żaba, 1999). Z aktywnością SKL można wiązać magmatyzm późnokrakowsko-permski oraz polimetaliczną mineralizację skupioną po stronie małopolskiej. Do dziś dyskutowna jest sprawa regionalnego metamorfizmu utworów ordowicko-sylurskich i charakter ich deformacji.

W obu blokach rozdzielonych SKL niezgodne zaleganie osadów dolnego paleozoiku na sfałdowanym i skłiżowanym podłożu wendyjskim (blok górnośląski) lub wendyjsko-dolnokambryjskim (blok małopolski) wskazu-

je odpowiednio na późnoproterozoiczny i środkowokambryjski wiek ich ostatecznej konsolidacji (Żelaźniewicz i in., 1997; Żelaźniewicz, 1998). W paleozoiku oba bloki reprezentowały, zdaniem większości badaczy, terrany przemieszczane względem siebie wzdłuż dyslokacji przesuwczych. Obecnie dyskusję wzbudza głównie skala i kinematyka ich wzajemnych przemieszczeń (Belka i in., 1998; Dadlez i in., 1994; Lewandowski, 1993, 1994, 2000b; Nawrocki, 1993, 2000). W konsekwencji SKL można uznać za doskonały przykład granicy tektonicznej terranów, która w sposób czytelny zapisała przejawy aktywności przesuwczej w ciągu niemal całego paleozoiku (Żaba, 1999). Jest to „paleoproblem”, ale w pewnej mierze analogiczny do podjętego obecnie przez ICDP zadania zbadania współczesnej granicy przesuwczej wzdłuż uskoku San Andreas (San Andreas Fault — SAF).

Wiercenie kierunkowe w poprzek SKL, analogiczne do planowanego skośnego wiercenia przebijającego SAF, dostarczyłoby unikalnych danych z jednej z najbardziej długowiecznych granic tektonicznych. Poprzez SKL biegnie linia tegorocznego eksperymentu sejsmicznego CELEBRATION 2000, który powinien przynieść nowe dane o sejsmicznej strukturze litosfery w tym regionie. Do realizacji zadania wystarczyłoby przypuszczalnie jeden skośny otwór poprowadzony na głębokości 4–5 km poniżej spagu kambru i wendu o długości 2–3 km oraz otwór o głębokości 5–6 km po stronie małopolskiej, rdzeniowany w całości na odcinku sylur-wend. Omawiany projekt, podobnie jak i projekt karpacki, miałyby duże znaczenie dla lepszego zrozumienia zarówno pochodzenia, jak i mechanizmu oraz dróg migracji roztworów hydrotermalnych, odpowiedzialnych za powstanie górnośląskich złóż cynku i ołowiu (por. Sass-Gustkiewicz & Dżużyński, 1998 i literatura tamże).

Strefa Koszalin–Chojnice. Szczególne znaczenie przywiązujemy do rozpoznania dolnopaleozoicznych formacji strefy Koszalin–Chojnice ze względu na ich możliwą przynależność do synkaledońskiego pasma fałdowego, powstałego bezpośrednio na południowy zachód od krawędzi platformy wschodnioeuropejskiej (Dadlez, 1974). Według Pożaryskiego (1990) obszar ten należy do terranu pomorskiego, który uległ konsolidacji w późnym ordowiku w obrębie głównego pasma kaledonidów skandynawskich, by u schyłku syluru ulec lewoskrętnym ruchom przesuwczym i ostatecznej akrecji w dzisiejszym miejscu. Niektóre z dotychczas wykonanych otworów przewierciły skały paleozoiczne od karbonu po ordowik. Należą one do dwóch sekwencji osadowych rozdzielonych niezgodnością kątową. Starsza sekwencja obejmuje utwory dolnopaleozoiczne — ordowickie i sylurskie (Bednarczyk, 1974; Tomczyk, 1968; Teller & Korejwo, 1968). Cała seria dolnopaleozoiczna jest intensywnie pofałdowana, na co wskazują występujące w rdzeniach upady warstw w zakresie 40–90°. Sekwencja osadów dewonu i karbonu leży niezgodnie na zdeformowanych seriach dolnego paleozoiku i nie wykazuje znaczących przejawów deformacji.

Dostępne obecnie dane wskazują na podobieństwo serii skalnych dolnego paleozoiku występujących w strefie Koszalin–Chojnice do fragmentów pasma kaledońskiego Europy, odsłoniętych na powierzchni w Masywie Brabancim i rozpoznanych wierceniami na wyspie Rugii. Szczególnie ten drugi obszar, ze względu na bliskość położenia geograficznego, wydaje się dobrym punktem odniesienia dla strefy Koszalin–Chojnice. Wiercenia zlokalizowane na

Rugii napotkały osady ordowiku poddane anchimetamorfizmowi i heterogenicznej deformacji (Giese i in., 1997). Deformację skał dolnego paleozoiku Rugii uznaje się za typową dla pasma fałdów i nasunięć (*fold-and-thrust belt*), a w konsekwencji skały te są korelowane z eksternidami kaledońskimi (Giese i in., 1997). Wiek deformacji i metamorfizmu serii ordowickich na Rugii został ustalony na przedział 450–425 mln lat za pomocą datowań muskowitu metodą $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ (Dallmeyer i in., 1999).

Krystaliczne podłoże podścielające starszy paleozoik strefy Koszalin–Chojnice pozostaje nieznane. W ocenie Skorupy (1970) znajduje się ono na głębokości 7–8 km. Szacunki te zasadniczo zostały potwierdzone przez wyniki bardziej współczesnych sondowań sejsmicznych wzdłuż profilów LT7 (Guterch i in., 1994), TTZ (Grad i in., 1999) oraz P1 (Jensen i in., 1999). Obecnie przeważa opinia, że krystaliczne podłoże strefy Koszalin–Chojnice należy do wczesnopaleozoicznego terranu o pochodzeniu gondwańskim określanego mianem wschodniej Awalonii (por. Tait i in., 1997; Pharaoh, 1999).

Głębokie wiercenie zlokalizowane na obszarze strefy Koszalin–Chojnice (lub też nieco na zachód od niej w rejonie mniej zaburzonych tektonicznie, a wyniesionych bloków), mogłoby dostarczyć nowych danych zarówno co do stylu deformacji serii dolnopaleozoicznych, jak i ewolucji wczesnopaleozoicznego basenu osadowego (patrz Poprawa i in., 1999; Dadlez, 2000 i literatura tamże; także Jaworowski, 2000). Obserwacje strukturalne rdzeni w połączeniu z danymi karotażu pozwoliłyby na określenie stylu deformacji, orientacji geometrycznej struktur oraz ich wergencji, a także na ustalenie położenia niezgodności kątowych. Systematyczne badania wieku izotopowego jasnego łyszczyku ze skał anchimetamorficznych stanowiłyby podstawę do ustalenia wieku deformacji i przeobrażenia. Jednocześnie wiek detrytycznego muskowitu z mułowców niezmetamorfizowanych świadczyłby pośrednio o minimalnym wieku skorupy stanowiącej obszar alimentacyjny osadu.

W przypadku osiągnięcia przez wiercenie krystalicznego podłoża, datowanie tworzących go skał byłoby istotną przesłanką do określenia jego związku z otaczającymi terranami. Na podstawie zebranych informacji można by z dużym prawdopodobieństwem rozstrzygnąć, czy dolny paleozoik strefy Koszalin–Chojnice stanowi ekwiwalent kaledońskich eksternidów nawierconych na Rugii, a także, czy są to utwory (para?) autochtoniczne rozwinięte na podłożu wschodniej Awalonii, czy też kompleks płaszczwinowy nasunięty na południowo-zachodnią krawędź platformy wschodnioeuropejskiej. Byłby to ważny krok do zrozumienia scenariusza wczesnopaleozoicznej kolizji pomiędzy Baltyką i Awalonią. Niezłe rozpoznanie obszaru metodami sejsmicznymi oraz płytszymi wierceniami, a także stosunkowo niewielki koszt wiercenia (gdyby projekt zakładał przegłębienie jednego z otworów poszukiwawczych wykonanych przez przedsiębiorstwa naftowe o dodatkowe 2–3 km) i jego ponadregionalne znaczenie naukowe tworzą dobry prognostyk dla tego projektu.

Inne lokalizacje. Przedstawiliśmy nieco obszerniej trzy potencjalne problemy, które mogłyby być rozwiązane metodą wierceń badawczych w ramach ICDP. Inne z nich to np.:

□ geneza unikalnej struktury tektonicznej, tzw. antykliny zrębowej Kocka na Lubelszczyźnie i jej relacja do basenu sedymentacyjnego, który w dewonie i karbonie rozwijał się na jej południowo-zachodnim obrzeżeniu. Rozpoznanie zespołów litologicznych w połączeniu z reinterpretacją istniejących danych geofizycznych zapewne

dostarczyłoby istotnych informacji o brzeźnych strefach platformy wschodnioeuropejskiej;

□ problem obecności południowego odgałęzienia kaledonidów niemiecko-polskich (Dadlez i in., 1994) w Polsce środkowej i powiązane z nim zagadnienie genezy i struktury wglębnej dyslokacji świętokrzyskiej, a także pozostająca w tym związku problematyka paleozoicznej ewolucji tektonicznej jednostki łysogórskiej, szczególnie w jej części północno-wschodniej;

□ zagadnienia związane z ewolucją skorupy w paleozoiku i prekambrze na SW od TTZ, w szczególności w Sudetach i na ich przedpolu, jak np. problem tektonicznej architektury eksternidów waryscyjskich na obszarze Niżu Polskiego. Wiercenie badawcze usytuowane w N lub NE części monokliny przedsudeckiej mogłoby przybliżyć odpowiedź na pytanie, czy rzeczywiście tworzą one strukturę typu brzeźnego pasma fałdów i nasunięć (*foreland fold-and-thrust belt*), tektonicznie nadścielającą swoje przedkarbońskie podłoże, czy też, alternatywnie, stanowią zgodną, fliszowo-molasową pokrywę osadową starszego podłoża, odkutą od podłoża tylko w pobliżu strefy wewnętrznej orogenu (bloku przedsudeckiego i Sudetów);

□ strukturalne problemy Sudetów i bloku przedsudeckiego, jak np.: zagadnienie płaszczwinowego, względnie kopułowo-diapirowego charakteru bloku gnejsowego Gór Sowich i otaczających go kompleksów ofiolitowych oraz orlicko-śnieżnickiego masywu gnejsowo-lupkowego, czy zagadnienie charakteru podłoża: metamorfiku kaczawskiego i jego części przedsudeckiej, depresji Świebodzie i niecki śródsudeckiej. Każdy z tych problemów obrósł różnymi koncepcjami i interpretacjami, implikującymi diametralnie różne rozwiązania tektoniczne o znaczeniu daleko wykraczającym poza obszar Sudetów;

□ Oczywiście, wszystkie wymienione propozycje wymagałyby wcześniejszego, solidnego rozpoznania geofizycznego, w szczególności metodami sejsmiki refleksyjnej. Należy pamiętać, że badania poprzedzające KTB trwały cztery lata. Badania w zakresie rozpoznania reżimu hydraulicznego i hydrodynamicznego oraz charakterystyki hydrogeochemicznej wód termalnych i zmineralizowanych, rozpoznania struktury termicznej górnych partii skorupy oraz rozpoznania orientacji i rozkładu naprężeń w poszczególnych jednostkach tektonicznych, a także wielkości współczesnych naprężeń tektonicznych w rozwiercanym górotworze na podstawie danych karotażowych i testów szczelinowania hydraulicznego stanowiłyby wspólny mianownik wszystkich projektów, niezależnie od innych badań geofizycznych i geologicznych w otworze i na materiale rdzeniowym.

Uwagi końcowe

Autorzy niniejszej publikacji bardzo liczą na kontynuację dyskusji zarówno na łamach czasopism, jak i na roboczych spotkaniach wszystkich zainteresowanych problematyką wierceń badawczych. Powinno to sprzyjać powstawaniu interdyscyplinarnych zespołów naukowo-technicznych, które przystąpiłyby do całościowego opracowania projektów wierceń. Projekty te zostałyby następnie przedmiotem krytycznej dyskusji na forum publicznym, z zamiarem określenia hierarchii ich ważności. Projekt o najwyższym priorytecie powinien być następnie solidarnie popierany w celu doprowadzenia do jego realizacji. Ma to szczególne znaczenie dla gromadzenia środków finansowych i technicznych oraz organizacji całości przedsięwzięcia. Jego powodzenie to podstawowy warunek do realizacji następnych projektów.

Stosownym punktem odniesienia do podobnego zadania jest KTB, który, niezależnie od efektów naukowych (ocenianych często dość powierzchownie, bez uwzględnienia pełnego zakresu problematyki naukowej i technicznej, z jakim przyszło się zmierzyć organizatorom tego wierceń — patrz *The KTB Deep Drill Hole*, 1997, tom specjalny J. Geoph. Res., 102, B8; także Yardley, 1997) oraz wkładu w rozwój technik wiertniczych, niesie cały bagaż doświadczeń natury organizacyjnej, bezcenny z punktu widzenia planującego wiercenie zespołu.

Sprawą zasadniczą jest pytanie o sposób finansowania projektu, o którym z góry wiadomo, że niezależnie od lokalizacji, byłby najdroższym zamierzeniem w historii nauk o Ziemi w Polsce. Czasami odpowiedź na trudne pytanie może być banalna: otóż projekt wiercenia badawczego w Polsce zostanie zrealizowany, gdy wszyscy potencjalni partnerzy z triady nauka-technika-finanse uznają takie przedsięwzięcie za opłacalne, ICDP zaś zostanie wykorzystany zgodnie z jego przeznaczeniem, tj. jako narzędzie do realizacji przedsięwzięcia.

Serdecznie dziękujemy pozostałym członkom Grupy Roboczej ICDP-Polska: mgr inż. J. Chmurze, mgr H. Kiersnowskiemu, prof. H. Kusze oraz dr hab. E. Słaby za dyskusję nad programem wierceń badawczych w Polsce.

Literatura

- BEDNARCZYK W. 1974 — The Ordovician in the Koszalin–Chojnice region (Western Pomerania). *Acta Geol. Pol.*, 24: 581–600.
- BELKA Z., AHRENDT H., FRANKE W., SCHÄFER, J.M. & WEMMER K. 1997 — Accretion of first Gondwana-derived terranes at the margin of Baltica. *Terra Nostra*, 98/2: 24–27.
- BIERLEIN F.P. & GREILING, R.O. 1993 — New constrain on the basal sole thrust at the eastern Caledonian margin in Northern Sweden. *Geol. Foren. Stockholm Forhen.*, 115: 109–116.
- BIRKENMAJER K. 1985a — Main Geotraverse of the Polish Carpathians (Cracov–Zakopane). Guide to excursion of the XIII Congress of the Carpatho-Balkan Geological Association. Geological Institute, Warsaw: 188.
- BIRKENMAJER K. 1985b — Major strike-slip faults of the Pieniny Klippen Belt and the Tertiary rotation of the Carpathians. *Publs. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc. A-16*.
- BIRKENMAJER K. 1986 — Zarys ewolucji geologicznej pienińskiego pasa skałkowego. *Prz. Geol.*, 34: 293–304.
- BROCHWICZ-LEWIŃSKI W., POŻARYSKI W. & TOMCZYK H. 1983 — Ruchy przesuwowe w południowej Polsce w paleozoiku. *Prz. Geol.*, 31: 651–658.
- BUKOWY S. 1994 — Zarys budowy paleozoiku północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Przew. 65. Zjazdu PTG Sosnowiec*: 14–30.
- BROWN K. 1994 — Fluids in Deforming sediments. [In:] *The Geological Deformation of Sediments*. A. Maltman (ed.), Chapman & Hall.
- BUŁA Z. 2000 — Dolny paleozoik Górnego Śląska i zachodniej Małopolski. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 171: 1–69.
- BUŁA Z., JACHOWICZ M. & ŻABA J. 1997 — Principal characteristics of the Upper Silesian Block and Małopolska block border zone (southern Poland). *Geol. Mag.*, 134: 669–677.
- COWARD M. & BUTLER R. 1985 — Thrust tectonics and the deep structure of the Pakistan Himalayas. *Geology*, 13: 417–20.
- DADLEZ R. 1974 — Tectonic position of Western Pomerania (North-Western Poland) prior to the Upper Permian. *Biul. Inst. Geol.*, 274: 49–87.
- DADLEZ R. 2000 — Pomeranian Caledonides (NW Poland), fifty years of controversies: a review and a new concept. *Geol. Quart.* 44: 221–236.
- DADLEZ R., KOWALCZEWSKI Z. & ZNOSKO J. 1994 — Some key problems of the pre-Permian tectonics of Poland. *Geol. Quart.*, 38: 169–190.
- DALLMEYER R.D., GIESE U., GLASMACHER U. & PICKEL W. 1999 — First ^{40}Ar - ^{39}Ar age constraints for the Caledonian evolution of the Trans-European Suture Zone in NE Germany. *Jour. Geol. Soc., London*, 156: 279–290.
- DUDEK, A. 1980 — The crystalline basement block of the Outer Carpathians in Moravia: Bruno-Vistulicum. *Rozpr. Českoslov. Akad. Věd, Rada matematicko-přirodovedeckých Věd*, 90: 1–85.
- DUDEK A. 1995 — Moravo-Silesian Zone. Metamorphic evolution. In: Dallmeyer R.D., Franke W., Weber K. (eds.), *Pre-Permian geology of central and eastern Europe*. Springer, Berlin: 508–511.
- ELEKT B Group** 1997 — KTB and the electrical conductivity of the crust. *J. Geophys. Res.*, 102, B8: 18,289–18,305.
- GIESE U., KATZUNG G., WALTER R. & WEBER J. 1997 — The Caledonian deformation of the Brabant Massif and the Early Palaeozoic in northeast Germany: compared (Brabant Massif and Rügen Palaeozoic compared). *Geol. Mag.*, 134: 637–652.
- GRAD M., JANIK T., YLINIEMI J., GUTERCH A., LUOSTO U., TIIRA T., KOMMINAHO K., ŠRODA P., HÖING K., MAKRISS J. & LUND C.-E. 1999 — Crustal structure of the Mid-Polish Trough beneath the Teisseyre-Tornquist Zone seismic profile. *Tectonophysics*, 314: 145–160.
- GUTERCH A., GRAD M., JANIK T., MATERZOK R., LUOSTO U., YLINIEMI J., LÜCK E., SCHULZE A. & FRSTBE K. 1994 — Crustal structure of the transition zone between Precambrian and Variscan Europe from new seismic data along LT-7 profile (NW Poland and eastern Germany). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 319 Ser. II: 1489–1496.
- GUTERCH A., LEWANDOWSKI M., DADLEZ R., POKORSKI J., WYBRANIEC S., ŻYTKO K., GRAD M., KUTEK J., SZULCZEWSKI M. & ŻELA NIEWICZ A. 1996 — Podstawowe problemy głębokich badań geofizycznych i geologicznych obszaru Polski. *Publ. Inst. Geophys. Pol. Ac. Sc., M-20(294)*: 1–44.
- HAAK V. & JONES A.G. 1997 — Introduction to special section: The KTB deep drill hole. *J. Geophys. Res.*, 102, B8: 18175–18177.
- HARAŃCZYK CZ. 1994 — Znaczenie sutury terranowej Zawiercie–Rzeszotary dla poznania kaledońskiego transpresyjnego orogenu krakowidów. *Przew. 65 Zjazdu PTG, Sosnowiec*: 69–79.
- HYNDMAN R.D., VANYAN L.L. MARQUIS G. & LAW L.K. 1993 — The origin of electrically conductive lower continental crust: saline water or graphite? *Phys. Earth Planet. Inter.*, 81: 325–344.
- JANKOWSKI J., PAWLISZYN J., JÓ WIĄK W. & ERNST T. 1991 — Synthesis of electric conductivity surveys performed on the Polish part of the Carpathians with geomagnetic and magnetotelluric sounding methods. *Publs. Inst. Geophys. Pol. Ac. Sc., M-18*, 273: 87–89.
- JANKOWSKI J., TARŁOWSKI Z., PRAUS O., PECOVA J. & PETR V. 1985 — The deep geomagnetic sounding in the West Carpathians. *Geophys. Jour. Astron. Soc.*, 80: 561–574.
- JAROSIŃSKI M. 1998 — Contemporary stress field distortion in the Polish part of the Western Outer Carpathians and their basement. *Tectonophysics*, 297: 91–119.
- JAROSZEWSKI W. 1993 — Manifestations of hydrotectonics in Zn-Pb mineralization at Trzebinia mine (Silesian-Cracow zinc-lead ore district, Poland). *Kwart. Geol.*, 37: 241–254.
- JAWOROWSKI K. 2000 — Projekt badawczy: „Rozwój transeuropejskiego szwu tektonicznego — kaledonidy pomorskie i ich przedpole” — wstępny przegląd wyników. *Prz. Geol.*, 48: 398–400.
- JENSEN S.L., JANIK T., THYBO H. & POLONAISE WORKING GROUP 1999 — Seismic structure of the Palaeozoic Platform along POLONAISE '97 profile P1 in northwestern Poland. *Tectonophysics*, 314: 123–144.
- KOTAS A. 1982 — Zarys budowy geologicznej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Przew. 54. Zjazdu PTG Sosnowiec*: 45–72.
- KOVAČ M., NAGYMAROSY A., SOTAK K. & ŠUTOVSKA K. 1993 — Late Tertiary paleogeographic evolution of the Western Carpathians. *Tectonophysics*, 226: 401–415.
- KRUCZYK J., KĄDZIAŁKO-HOFMOKL M., LEFELD J., PAGAĆ P. & TUNYI I. 1992 — Paleomagnetism of Jurassic sediments as evidence for oroclinal bending of the Inner western Carpathians. *Tectonophysics*, 206: 315–324.
- LEWANDOWSKI M. 1993 — Paleomagnetism of the Palaeozoic rocks of the Holy Cross Mts (Central Poland) and the origin of the Variscan orogen. *Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc., A-23 (265)*: 1–85.
- LEWANDOWSKI M. 1994 — Paleomagnetic boundary conditions for Variscan mobilism of the Upper Silesian and Małopolska Massif, southern Poland. *Geol. Quart.*, 38: 211–227.
- LEWANDOWSKI M. 2000a — International Continental Scientific Drilling Program (ICDP) — międzynarodowy program wierceń badawczych na obszarach kontynentalnych. *Prz. Geol.* 48: 540–541.
- LEWANDOWSKI M. 2000b — Block rotations in the Palaeozoic fold belts of Poland: next palaeomagnetic evidences from the Holy Cross Mts and the Kaczawa Mts. *Abstrakty EUROPROBE Meeting, Zakopane*: 61–62.

- NAWROCKI J. 1993 — The Devonian-Carboniferous platform paleomagnetic directions from the Silesian-Cracow area and their importance for Variscan paleotectonic reconstruction. *Kwart. Geol.*, 37: 397–430.
- NAWROCKI J. 2000 — Late Silurian paleomagnetic pole from the Holy Cross Mountains: constraints for the post-Caledonian tectonic activity of the Trans-European Suture Zone. *Earth Planet. Sc. Lett.*, 179: 325–334.
- ORŁOWSKI S. 1975 — Lower Cambrian trilobites from Upper Silesia (Goczałkowice borehole). *Acta Geol. Pol.*, 25: 377–383.
- OSZCZYPKO N. & ŚLĄCZKA A. 1985 — An attempt to palinspastic reconstruction of Neogene basins in the Carpathian foredeep. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 55: 55–75.
- OSZCZYPKO N. 1999 — Przebieg mioceńskiej subsydencji w polskiej części zapadliska przedkarpackiego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 168: 209–230.
- PHARAOH T.C. 1999 — Palaeozoic terranes and their lithospheric boundaries within the Trans-European Suture Zone (TESZ): a review. *Tectonophysics*, 314: 17–41.
- PIETSCH K., STRZETELSKI W., JARZYNA J. & GÓRECKI W. 1996 — Geologiczno-geofizyczna interpretacja podkarpackich struktur gazonośnych dewonu na obszarze Lachowice-Stryszawa. *Prz. Geol.*, 44: 454–463.
- POPRAWA P., ŃLIAUPA S., STEPHENSON R. & LAZAUSKIENE J. 1999 — Late Vendian–Early Palaeozoic tectonic evolution of the Baltic Basin: regional tectonic implications from subsidence analysis. *Tectonophysics*, 314: 219–239.
- POŻARYSKI W. 1990 — Kaledonidy Środkowej Europy — orogensem przesuwczym złożonym z terranów. *Prz. Geol.*, 38: 1–8.
- RYŁKO W. & TOMAŚ A. 1999 — Obraz skonsolidowanego podłoża Karpat polskich w świetle badań magnetotellurycznych. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 168: 195–208.
- SASS-GUSTKIEWICZ M. & DŻUŁYŃSKI S. 1998 — On the origin of starta-bound Zn-Pb ores in the Upper Silesia. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 68: 267–278.
- SKORUPA J. 1970 — Morphology of the consolidated basement in Poland in the light of seismic refraction surveys. *Mat. i Prace Zakł. Geof. PAN*, 34: 85–96.
- TAIT J.A., BACHTADSE V., FRANKE W. & SOFFEL H.C. 1997 — Geodynamic evolution of the European Variscan fold belt: palaeomagnetic and geological constraints. *Geologische Rundschau*, 86: 585–598.
- TELLER L. & KOREJWO K. 1968 — Early Paleozoic deposits in the deep substratum of North-Western Poland. *Acta Geol. Pol.*, 18: 613–619.
- TOMCZYK H. 1968 — Stratygrafia syluru w obszarze nadbałtyckim Polski na podstawie wierceń. *Kwart. Geol.*, 12: 15–36.
- TOMEK Ć. 1993 — Deep crustal structure beneath the Central and Inner West Carpathians. *Tectonophysics*, 226: 417–431.
- UNRUG R., HARAŃCZYK C. & CHOCYK-JAMIŃSKA M. 1999 — Easternmost Avalonian and Armorican-Cadomian terranes of central Europe and Caledonian-Variscan evolution of the polydeformed Kraków mobile belt: geological constraints. *Tectonophysics*, 302: 133–157.
- YARDLEY B. 1997 — Probe of a plate interior. *Nature*, 389: 792.
- ZNOSKO J. 1965 — Problem kaledonidów i granicy platformy prekambryjskiej w Polsce. The problem of Caledonides and the border of Pre-Cambrian platform in Poland. *Biul. Inst. Geol.*, 188: 5–72.
- ZNOSKO J. 1984 — Tectonics of southern part of Middle Poland (beyond the Carpathians). *Zeit. Deutsch. Geol. Ges.*, 135: 585–602.
- ZNOSKO J. 1986 — Polish Caledonides and their relation to other European Caledonides. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 56: 33–52.
- ŻABA J. 1999 — Ewolucja strukturalna utworów dolnopaleozoicznych w strefie granicznej bloków górnośląskiego i małopolskiego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 166: 5–162.
- ŻELA NIEWICZ A. 1997 — Neoproterozoic-Cambrian basement SW of the TESZ in southern Poland: Cadomian orogen and its foreland. *Terra Nostra*, 97: 167–171.
- ŻELA NIEWICZ A. 1998 — Rodinian-Baltican link of the Neoproterozoic orogen in southern Poland. *Acta Universitatis Carolinae. Geologica*, 42: 509–515.
- ŻYTKO K. 1997 — Electrical conductivity anomaly of the northern Carpathians and the deep structure of the orogen. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 67: 25–44.