

## SKONSOLIDOWANE PODŁOŻE REGIONU KRAKOWSKIEGO W ŚWIELE BADAŃ MAGNETOTELLURICZNYCH – GŁÓWNE RYSY TEKTONICZNE

### CONSOLIDATED BASEMENT OF THE KRAKÓW REGION IN THE LIGHT OF MAGNETOTELLURIC STUDIES – MAIN TECTONIC FEATURES

WOJCIECH RYLKO<sup>1</sup>, ADAM TOMAŚ<sup>1</sup>

**Abstrakt.** W artykule przedstawiono główne rysy tektoniczne skonsolidowanego podłoża regionu krakowskiego. Autorzy do interpretacji wykorzystali osiem profili magnetotellurycznych, na których widoczne są ciała o zróżnicowanej, zazwyczaj dużej oporności, występujące na ogół na głębokościach większych niż 5 km. Ciała te powiązano z krami skonsolidowanego podłoża bloku górnośląskiego. Wyróżniono kry: Čadcy, cieszyńską, górnośląską oraz Rzeszotar. Kry te są rozdzielone rozłamami i strefami nieciągłości różnego wieku i o różnym stopniu znaczenia. Najprawdopodobniej rozłamy swoje najstarsze założenia mają w neoproterozoiku. Były one aktywne również w kilku młodszych cyklach orogenicznych, do alpejskiego włącznie.

**Słowa kluczowe:** magnetotelluryka, rozłamy, kry, skonsolidowane podłoże, blok górnośląski.

**Abstract.** The study deals with the main tectonic features of consolidated basement in Kraków region. The authors used eight magnetotelluric profiles for the interpretation. The rock bodies of differentiated, usually high resistance, visible in the magnetotelluric profiles and occurring deeper than 5 km, were linked to the consolidated basement blocks of the Upper Silesian Block. Starting from the southeast the following blocks were identified: the Čadca and Cieszyn blocks, the Upper Silesian Block which encloses the former ones from the north and east, and finally the easternmost Rzeszotary Block. These slabs are separated by faults and discontinuity zones differing as to their significance and age. The dislocations likely developed on pre-existing Neoproterozoic faults. They were also subsequently active during a number of young orogenic cycles, including the Alpine one.

**Key words:** magnetotelluric, faults, tectonic blocks, consolidated basement, Upper Silesian Block.

## WSTĘP

Przedmiotem zainteresowania autorów jest tzw. region krakowski, którego południowa granica biegnie wzdłuż linii Sucha Beskidzka–Myślenice. Granicę wschodnią wyznacza linia południkowa, przechodząca przez Bochnię, północną – linia równoleżnikowa przechodząca przez Olkusz, a zachodnią – linia Sucha Beskidzka–Kalwaria Zebrzydowska–Krzeszowice.

Budowa geologiczna tego obszaru jest wynikiem nałożenia się szeregu procesów sedymentacyjno-diastryficznych, które zostały zapoczątkowane w proterozoiku, i trwały aż do ostatniego molasowo-fałdowego etapu orogenezy alpejskiej w miocenie. Do rozpoznania budowy głębokiego podłoża tego regionu szczególnie przydatne były badania magnetotelluryczne, wykonywane na obszarze Karpat w latach 1980–2003.

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków; e-mail: wojciech.rylko@pgi.gov.pl, adam.tomas@pgi.gov.pl

Badania magnetotelluryczne na obszarze Karpat fliszowych, jak wcześniej pisali o tym autorzy (Ryłko, Tomasz, 2001), były prowadzone już w latach 70. ubiegłego wieku (Święcicka-Pawliszyn, Molek, 1975). Były one jednak wykonywane w sposób wyrwykowy, tylko na nielicznych profilach. Bardziej szczegółowe badania magnetotelluryczne na obszarze polskich Karpat fliszowych prowadzono w latach 1980–1991 z inicjatywy Państwowego Instytutu Geologicznego. Ich wykonawcą było Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych w Warszawie (Święcicka-Pawliszyn, 1980; Święcicka-Pawliszyn, 1984; Molek, Oraczewski, 1988; Molek, Klimkowski, 1991). Za cel przyjęto uzupełnienie dotychczasowego stanu wiedzy o głębokiej budowie Karpat i ich podłoża, a przede wszystkim prześledzenie głębokości charakteru położenia horyzontu magnetotellurycznego, związanego ze skonsolidowanym podłożem Karpat. W latach 1986–1990 wykonano 289 sondowań magnetotellurycznych na 20 profilach. W większości profile były zlokalizowane prostopadle do układu struktur fliszowych. Ich długość wahała się od 20 do 70 km, a odległości pomiędzy profilami wynosiły 4–6 km. Poszczególne punkty sondowań były oddalone od siebie o 4–6 km. W każdym punkcie sondowania prowadzono rejestrację pięciu składowych pola elektromagnetycznego: Ex, Ey, Hx, Hy i Hz.

Na podstawie wyników badań skonstruowano mapy głębokości położenia wysokooporowego horyzontu magnetotellurycznego, związanego ze skonsolidowanym podłożem Karpat na badanym obszarze. Udało się również zarejestrować i prześledzić rozprzestrzenienie warstwy niskooporowej,

występującej w niektórych obszarach nad poziomem wysokooporowym.

W latach 90. XX wieku wznowiono badania magnetotelluryczne na obszarze polskiej części Karpat. W 1997 r., z inicjatywy Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, opracowano projekt badań magnetotellurycznych w Karpatach (Gajewski, Pepel, 2000). Projektowane prace miały na celu dostarczenie niezbędnych informacji o głębokiej budowie Karpat i ich podłoża oraz rozwiązanie niektórych problemów związanych z poszukiwaniem węglowodorów. Dodatkowym zadaniem było rozpoznanie struktury skorupy ziemskiej do strefy Moho. Zaprojektowano ogółem 27 profili. Prace prowadzono w latach 1998–2003 r. przy użyciu systemu pomiarowo-interpretacyjnego MT-1 produkcji Electromagnetic Instruments Inc. W stosunku do prac wykonywanych wcześniej, metoda ta bazowała na wyżej częstotliwościowym zakresie widma fal elektromagnetycznych. Rejestracja w zakresie wysokich częstotliwości oraz długie czasy rejestracji pozwoliły na rozpoznanie zarówno struktur fliszowych, jak i sięgnięcie do strefy Moho i poniżej. Otrzymane i opublikowane wyniki (Wysokoczęstotliwościowe..., 2000) wskazują na duże możliwości zastosowanej metody.

Autorzy podjęli próbę porównania obrazu widocznego na wykonanych profilach z dotychczas przyjętymi poglądami na budowę głębokiego podłoża na tym obszarze, przede wszystkim z poglądami Kotasa (1972, 1982, 1985a, b) oraz samych autorów (Ryłko, Tomasz, 1998, 1999a, b, 2001, 2005).

## POZYCJA TEKTONICZNA OBSZARU BADAŃ

Region krakowski leży na styku dwóch regionalnych jednostek tektonicznych (teranów), tj.: bloku górnośląskiego (stanowiącego część większej jednostki określanej, jako terran Brunovistulicum) oraz bloku małopolskiego. Jednostki te oddziela strefa uskokowa Kraków–Lubliniec, przebiegająca w pobliżu północnej i wschodniej granicy Krakowa. Dobrze zdefiniowana i udokumentowana jest granica między Brunovistulicum a blokiem małopolskim, na odcinku między Lublińcem a Krakowem oraz granica biegnąca po okolice Bochni i Nowego Sącza. Jest nią wąska strefa uskokowa Kraków–Lubliniec, szerokości do około 500 m, przecinająca i przemieszczająca wszystkie serie skalne prekambriu i paleozoiku (fig. 1) (Buła i in., 1997; Żaba, 1999; Buła, 2000). Jej północno-zachodnie przedłużenie stanowi najprawdopodobniej strefa uskokowa Odry. Przypuszcza się, że obie te dyslokacje są segmentami znacznie większej, transkontynentalnej strefy tektonicznej Hamburg–Kraków (Brochwicz-Lewiński i in., 1983; Oberc, 1993; Żaba, 1994; Buła, Żaba, 2005).

Obszar ten jest położony na styku ukształtowanych w wyniku alpejskich procesów sedymentacyjno-diastraficznych trzech dużych jednostek geologiczno-strukturalnych:

monokliny śląsko-krakowskiej, zapadliska przedkarpackiego oraz Karpat zewnętrznych.

Tektonikę podłoża rozważano na tle szerszego obszaru, obejmującego rejon położony na południe od nasunięcia karpackiego, pomiędzy miejscowościami: Bielsko-Biała na zachodzie i Bochnia na wschodzie.

Na obszarze badań, we wschodniej części bloku górnośląskiego, pod pokrywą platformowych utworów paleozoicznych występuje seria utworów krystalicznych i metamorficznych wieku archaiczno-proterozoicznego, opisywana często w literaturze pod nazwą podłoże krystaliczne lub skonsolidowane podłoże (Nowak, 1975; Oszczytko i in., 1989; Ryłko, Tomasz, 1995; Buła i in., 1997; Buła, 2000). Zostało ono rozpoznane nielicznymi wierceniami na terenach Polski i Czech, pomiędzy Krakowem a Brnem. Nawiercono skały krystaliczne (metamorficzne i magmowe), anchimetamorficzne oraz osadowe.

W latach 70. i na początku lat 80. ubiegłego stulecia, na podstawie badań radiometrycznych uzyskano nowe dane o doświadczenia i wieku skał prekambryjskich na obszarze rozciągającym się pomiędzy Krakowem a Brnem (m.in.: Burchart, 1971; Heflik, Konior, 1974; Dudek, 1980).

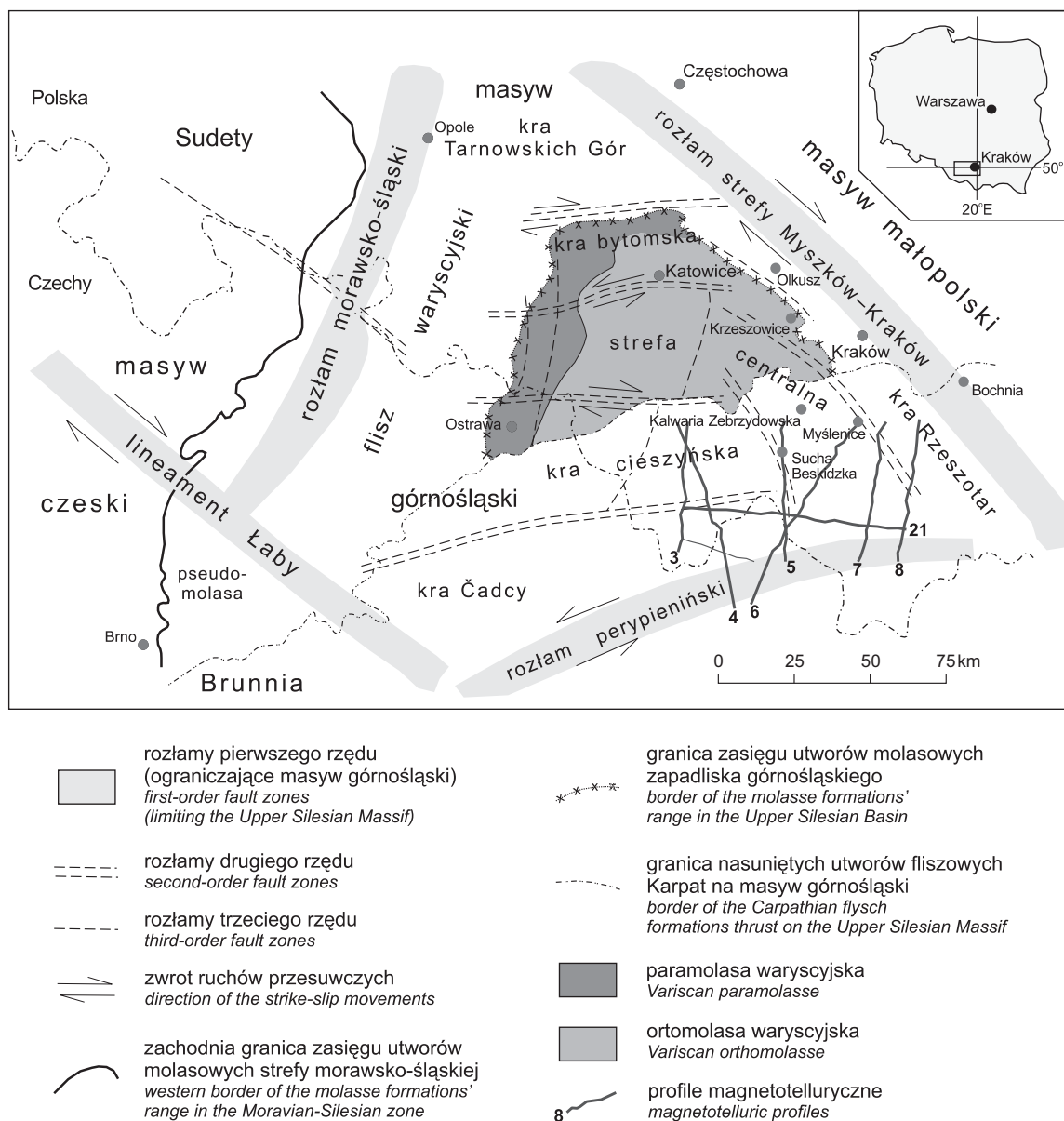


Fig. 1. Szkic strukturalny masywu górnośląskiego (według Kotas, 1982, 1985a, b; Buła, Żaby, 2008, uzupełniony)

Structural scheme of the Upper Silesian Massif (according to Kotas, 1982, 1985a, b; Buła, Żaba, 2008, complement)

Uwzględniając wyniki badań radiometrycznych skał krystalicznych, rozpoznanych między Cieszynem a Brnem, wskazujących na ich późnoproterozoiczny wiek (650–550 Ma), Dudek (1980) wyróżnił jednostkę tektoniczną o konsolidacji kadomskiej, określoną mianem Bruno-Vistulicum. Według tego autora, Bruno-Vistulicum tworzy stary skonsolidowany blok, który był przedpolem zarówno waryscyjskiego, jak i alpejskiego orogenu.

Kotas (1982, 1985a, b), akceptując wydzielenie tej jednostki, dokonał zmiany jej nazwy na Masyw Brunii-Górnego Śląska, a następnie podzielił ją na mniejsze jednostki różniące się wykształceniem krystalicznego podłoża i waryscyjskiej pokrywy. Do jednostek wyższego rzędu autor ten zali-

czył zindywidualizowane geologicznie i geofizycznie segmenty Brunii i Górnego Śląska, oddzielone lineamentem Łaby. W obrębie Górnego Śląska wydzielił jednostki niższego rzędu, określane jako kry lub bloki. Należą do nich: kra Čadcy, kra Cieszyna, strefa centralna oraz kra Rzeszotár (fig. 1). Dla strefy centralnej autorzy proponują przyjąć nazwę kra górnośląska.

Kra Čadcy i kra Cieszyna są zbudowane ze skał magmowych oraz epi- i mezozonalnych skał metamorficznych (Kotas, 1982, 1985a; Buła, Żaba 2008).

Kra górnośląska (strefa centralna; fig. 1), stanowiąca podłoże centralnej części GZW, jest ograniczona przez dodatnie anomalie magnetyczne Tychów i Jordanowa. Pocho-

dzenie anomalii Tychów i Jordanowa autor ten wiązał z dużymi intruzjami i wylewami diabazów, a także ze zmetamorfizowanymi ofiolitami występującymi w podłożu GZW. Według Kotasa (1972), zasadowy magmatyzm w osi anomalii Tychów i Jordanowa rozwijał się we wczesnym lub środkowym dewonie, wiekowo odpowiadając inicjalnemu magmatyzmowi znanemu z waryscyjskiej strefy morawsko-śląskiej. Autor ten uważał, że wylewy i intruzje magmowe powstały na obszarze progu miogeosynklinalnego w strefie starego rozłamu. Podobny pogląd można znaleźć w pracy Buły i Żaby (2008). Według tych autorów, oś łączących się ze sobą anomalii Tychów i Jordanowa wyznacza przebieg szwu ofiolitowego pomiędzy dwoma fragmentami skorupy ziemskiej.

Kra Rzeszotar, usytuowana po wschodniej stronie GZW, jest zbudowana z archaiczno-wczesnoproterozoicznych skał krystalicznych z epi- i mezozonalnych skał metamorficznych.

Autorzy, w swoich wcześniejszych publikacjach (Ryłko, Tomasz, 1998, 1999a, b, 2001, 2005), w obrazie tektonicznym skonsolidowanego podłoża obszaru Karpat wyróżnili trzy główne, porównywalne ze sobą pod względem znaczenia elementy tektoniczne: podłużną strefę skłonu podłoża, skierowaną ku południowi, tzw. regionalny skłon podłoża, oraz dwie poprzeczne, transwersalne strefy tektoniczne, o przebiegu SW–NE, zrzucające systematycznie podłoże ku wschodowi (Ryłko, Tomasz, 1995). Poprzeczne strefy dyslokacyjne dzielą obszar skonsolidowanego podłoża na trzy sektory: zachodni, centralny oraz wschodni (*vide* fig. 17, w: Ryłko, Tomasz, 2001).

W artykule przedstawiono rozważania dotyczące sektora zachodniego, którego skonsolidowane podłoże, od granicy nasunięcia karpackiego na północy do granicy Polski na południu, jest położone stosunkowo płytko – od kilkuset metrów na północy sektora do 5–6 km na południu. W sektorze tym można zaobserwować rozłamy o przebiegu SW–NE, w tym dwa głębokie i jeden o znaczeniu bardziej lokalnym.

Najbardziej na południe jest wysunięty rozłam perypieniński, oddzielający blok Karpat wewnętrznych od bloku Karpat zewnętrznych (Ryłko, Tomasz, 2001). Jest on prawie pionowy, z lekką wergencją północną. Pionowy przebieg tego

rozłamu mogą potwierdzać wykonane w tym rejonie badania magnetotelluryczne. Na przekroju 4 Chyżne–Spytkowice jest widoczny prawie pionowy rozłam 2. Wzdłuż tego rozłamu powierzchnia skonsolidowanego podłoża jest przesunięta w pionie o około 3–4 km (Ryłko, Tomasz, 2001). Prawdopodobnie wzdłuż tego rozłamu przesunięta jest również powierzchnia Moho, także o około 4 km i w tym samym kierunku, co skonsolidowane podłoże. Bardziej na północ jest wysunięty rozłam stanowiący zachodnią część regionalnego skłonu podłoża. Przebiega on wzdłuż linii Babia Góra–Wielka Racza, oddzielając blok Karpat zewnętrznych od bloku zapadliska przedkarpackiego (*vide* fig. 20, w: Ryłko, Tomasz, 2001). Rozłam ten jest nachylony ku południowi pod kątem 60°. Wzdłuż rozłamu skonsolidowane podłoże jest obniżone również ku południowi o około 7 km. W obrębie bloku zapadliska przedkarpackiego jest zlokalizowany lokalny rozłam – rozłam północny (*vide* fig. 20, w: Ryłko, Tomasz, 2001), również o przebiegu SW–NE, pokrywający się ze strefą dyslokacyjną Żywiec–Rzeszotary. Dzieli on blok zapadliska przedkarpackiego na dwie części: wyniesioną część północną i zrzuconą część południową. Ma on niewielki zasięg głębokościowy. Wzdłuż tego rozłamu skonsolidowane podłoże zostało zrzucone ku południowi o około 2 km.

Dwa główne rozłamy – rozłam związany z regionalnym skłonem podłoża i rozłam perypieniński – łączą się w obrębie powierzchni Moho.

Sektor zachodni jest podzielony głównymi rozłamami na trzy bloki skorupy ziemskiej (*vide* 20, w: Ryłko, Tomasz, 2001): blok południowy, którego północną granicą jest rozłam perypieniński, blok środkowy położony pomiędzy rozłamek perypienińskim a rozłamek związanym z regionalnym skłonem podłoża i blok północny, leżący na północ od tego ostatniego. Blok południowy można wiązać z blokiem Karpat wewnętrznych, blok środkowy z blokiem Karpat zewnętrznych, a blok północny z blokiem zapadliska przedkarpackiego.

Omawiany obszar jest zlokalizowany w strefie bloków środkowego i północnego skorupy ziemskiej.

## INTERPRETACJA PRZEKROJÓW MAGNETOTELLURYCZNYCH

Autorzy zinterpretowali osiem przekrojów magnetotellurycznych z regionu krakowskiego (fig. 1), w tym siedem o kierunku (w przybliżeniu) północ–południe oraz jeden o kierunku wschód–zachód. Są to: przekrój 3 Przyborów–Zator (fig. 2), przekrój 4 Chyżne–Spytkowice (fig. 3), przekrój 5 Zakopane–Kraków (fig. 4), przekrój 6 Chyżne–Niepołomice (fig. 5), przekrój 7 Bukowina Tatrzańska–Niepołomice (fig. 6), przekrój 8 Szczawnica–Bochnia (fig. 7) oraz przekrój 21 Bielsko–Grybów (fig. 8).

W dalszej części pracy autorzy będą używali wymiennie pojęcia rozłam i strefa dyslokacyjna.

### PRZEKRÓJ MAGNETOTELLURYCZNY 3 PRZYBORÓW–ZATOR

Na badanym terenie, najbardziej wysunięty na zachód jest przekrój magnetotelluryczny wzdłuż profilu 3 (fig. 2), na którym poniżej głębokości 5 km zaobserwowano kilka ciał o różnych opornościach pozornych. Ciała te są stosunkowo jednorodne, rozdzielone ostrymi strefami nieciągłości. W południowej części przekroju, poniżej głębokości 5 km, jest widoczne ciało o oporności pozornej 1000  $\Omega$ m. Można



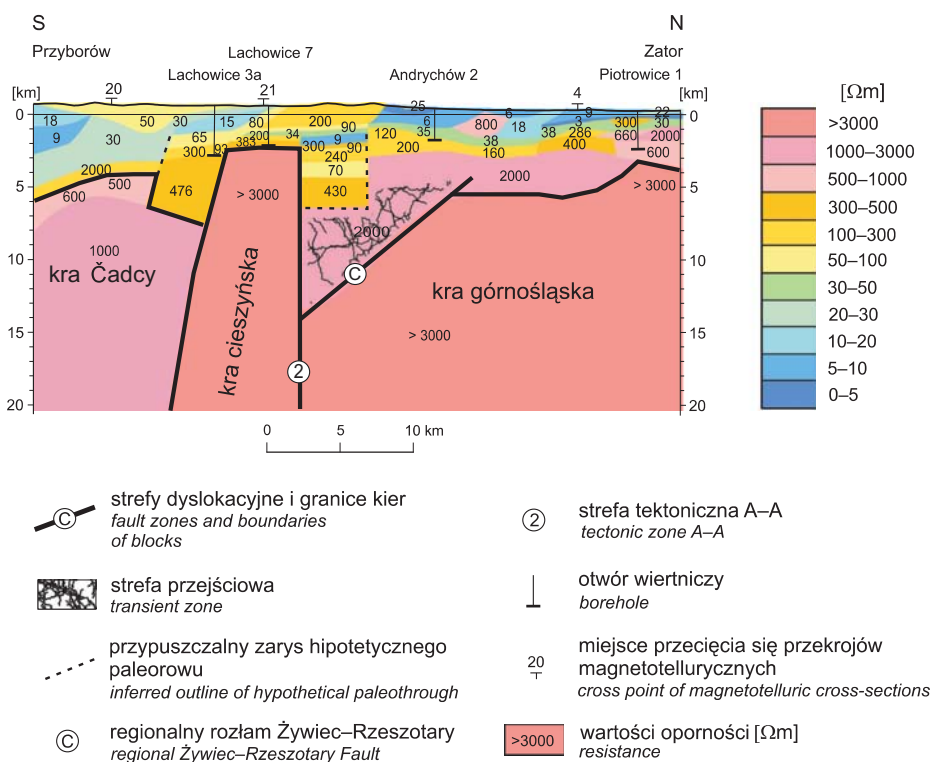


Fig. 2. Przekrój magnetotelluryczny 3 Przyborów–Zator

Magnetotelluric profile 3 Przyborów–Zator

je próbować wiązać z krą adcy (fig. 1). W kierunku północnym rysuje się ciało o ostrych granicach i oporności pozorniej powyżej 3000  $\Omega\text{m}$ , które można wiązać z krą cieszyńską (fig. 1). Podobne ciało, ale już o innym kształcie, można wyodrębnić w północnym sektorze przekroju. Ciało to odpowiada wyróżnionej przez Kotasa (Kotas, 1982, 1985a, b) (fig. 1) strefie (krze) centralnej – według autorów krze ornośląskiej. Pomiedzy krami cieszyńską a ornośląską są widoczne dwie strefy nieciągłości, nazywane później strefą dyslokacyjną 2 i strefą dyslokacyjną C. Zdaniem autorów, strefa dyslokacyjna 2 odpowiada wyróżnionej przez nich transwersalnej strefie tektonicznej A–A (Ryłko, Tomáš, 2001), natomiast strefa dyslokacyjna C – regionalnemu rozłamowi Rzeszotary–Żywiec (Paul i in., 1996). Ostra strefa kontaktu pomiedzy krą cieszyńską i adcy odpowiada rozłamowi drugiego rzędu cokołu masywu (vide fig. 6, w: Kotas, 1982), rozdzielającego według Kotasa krę cieszyńską od kry adcy. Na przekroju jest widoczne wyraźne wypiętrzenie kry cieszyńskiej w kształcie zrębu. W górnej części kontaktu, pomiedzy krą cieszyńską a krą ornośląską, jest widoczna klinowata forma dochodząca do głębokości 15 km, która jest prawdopodobnie strefą przejściową pomiedzy tymi krami. Zrąb kry cieszyńskiej rozzerwał istniejący wcześniej paleorów na dwie części: południową i północną. Powstanie tego zrębu można

wiązać z bardzo młodą tektoniką, prawdopodobnie wczesno-neogeńską. Paleorów był wypełniony już utworami paleozoiku górnego (dane z otworu wiertniczego Lachowice-7; Pietch i in., 1996), a być może nawet paleozoiku dolnego i neogenu.

#### PRZEKRÓJ MAGNETOTELLURYCZNY 4 CHYŻNE–SPYTKOWICE

Na przekroju magnetotellurycznym 4 Chyżne–Spytkowice (fig. 3) można zaobserwować podobny obraz jak na przekroju 3 Przyborów–Zator (fig. 2). Różnice występują jedynie w wartościach oporności ciał, lecz autorzy nie przywiązują do tego faktu większej wagi, wiedząc, że określenie tą metodą rzeczywistej oporności skał jest trudne i bardzo niejednoznaczne. Interpretując przekrój 4 Chyżne–Spytkowice (fig. 3), wydzielono kry: adcy, cieszyńską oraz ornośląską. Strefa przejściowa pomiedzy krą cieszyńską a ornośląską sięga do głębokości prawie 30 km. Widoczna jest tylko północna część wydzielonego wcześniej paleorowu. Utwory, które go wypełniają, zostały „zaciągnięte” aż na głębokość 15 km. Wyraźnie widoczne są tu strefy dyslokacyjne 2 i C.

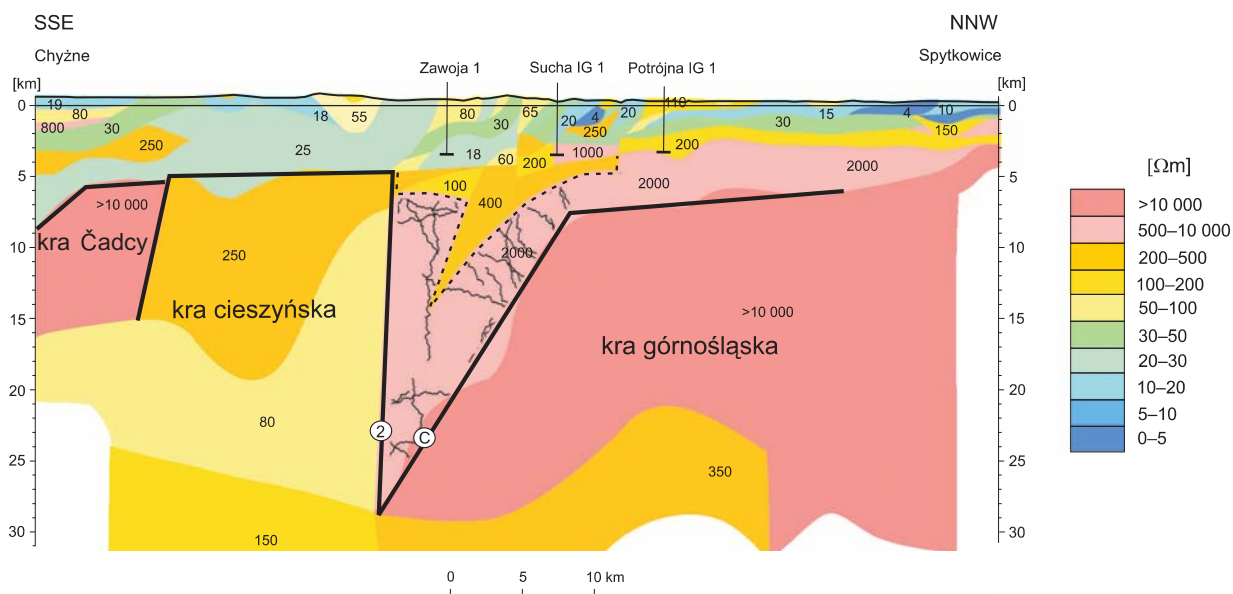


Fig. 3. Przekrój magnetotelluryczny 4 Chyżne–Spytkowice

Pozostałe objaśnienia jak na figurze 2

Magnetotelluric profile 4 Chyżne–Spytkowice

For other explanations see Figure 2

#### PRZEKRÓJ MAGNETOTELLURYCZNY 5 ZAKOPANE–KRAKÓW

Na przekroju magnetotellurycznym 5 Zakopane–Kraków (fig. 4) widać wyraźną zmianę stylu budowy podłoża. Można wyróżnić dwie strefy: południową (strefa spiętrzenia kier) i północną (strefa blokowo-mozaikowego układu kier). W strefie południowej nie występuje już kra cieszyńska, natomiast zaznacza się kra, którą można wiązać z krą Tatrikum, czyli elementem Karpat wewnętrznych. Bardziej północnym elementem tej strefy jest kra Čadcy. Pomiędzy tymi dwoma krami w planie powierzchniowym przebiega pieniński pas skałkowy (PPS), natomiast w planie głębokim jest widoczna strefa szwu, która wg Birkenmajera (vide fig. 2, w: Birkenmajer, 1988) może być hipotetyczną strefą ofiolitową basenu pienińskiego. Widoczne jest również „zaciągnięcie” w głąb utworów młodszych. Strefa południowa w stosunku do strefy północnej jest podniesiona o około 5 km.

W strefie północnej wyróżniono krę górnośląską i krę Rzeszotar. Obie kry charakteryzują się opornościami powyżej 3000  $\Omega\text{m}$ . Są one rozdzielone około 5 km strefą nieciągłości o znacznie niższej oporności rzędu 100  $\Omega\text{m}$ . Strefa nieciągłości jest wynikiem destrukcji południowej części zrębu Rzeszotar, w czasie neogeńskiej przebudowy tego obszaru – formowania się strefy dyslokacyjnej A–A oraz regionalnego skłonu podłoża (Ryłko, Tomasz, 2001).

Północną granicą kry górnośląskiej jest strefa dyslokacyjna A, krzyżująca się na tym profilu ze strefą dyslokacyjną 1 – regionalnym skłonem podłoża (Ryłko, Tomasz, 1995). Południową granicą kry Rzeszotar jest wyznaczona przez

strefę dyslokacyjną 2 – strefę dyslokacyjną A–A (Ryłko, Tomasz, 2001). Obie kry charakteryzują się jednorodnością, zwartością i podobnymi opornościami.

Na przekroju magnetotellurycznym 5 można wyróżnić trzy bloki pierwszego rzędu: blok Karpat wewnętrznych, blok Karpat zewnętrznych i blok zapadliska przedkarpackiego (vide fig. 20, w: Ryłko, Tomasz, 2001). Blok Karpat wewnętrznych reprezentuje kra Tatrikum. Kra Čadcy i kra górnośląska należą do bloku Karpat zewnętrznych, natomiast kra Rzeszotar stanowi fragment bloku zapadliska przedkarpackiego.

#### PRZEKRÓJ MAGNETOTELLURYCZNY 6 CHYŻNE–NIEPOŁOMICIE

Na przekroju magnetotellurycznym 6 Chyżne–Niepołomice (fig. 5) można wyróżnić krę Čadcy, krę górnośląską oraz krę Rzeszotar. Kra Rzeszotar jest dwudzielna. Część południową stanowi zrąb Rzeszotar (Buła i in., 2008), a część północną rów Rzeszotar. Pod pojęciem rów Rzeszotar należy rozumieć tę część kry Rzeszotar, na której później rozwinął się rów Liplasu (Buła i in., 2008). Kra górnośląska od kry Rzeszotar jest oddzielona strefą nieciągłości, analogiczną do wyróżnionej na profilu 5 Zakopane–Kraków (fig. 4), z tym tylko, że znacznie szerszą, bo około 10-kilometrową. Strefa nieciągłości jest wynikiem destrukcji południowo-zachodniej części zrębu Rzeszotar, w czasie neogeńskiej przebudowy tego obszaru – formowania się regionalnego skłonu podłoża (Ryłko, Tomasz, 2001).

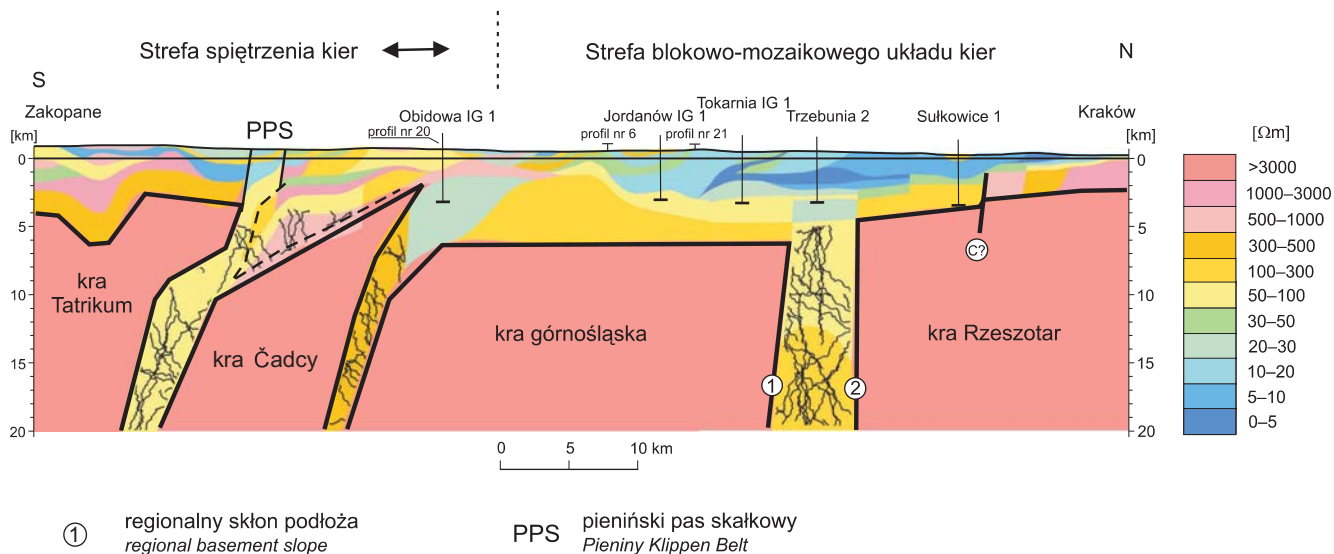


Fig. 4. Przekrój magnetotelluryczny 5 Zakopane–Kraków

Pozostałe objaśnienia jak na figurze 2

Magnetotelluric profile 5 Zakopane–Kraków

For other explanations see Figure 2

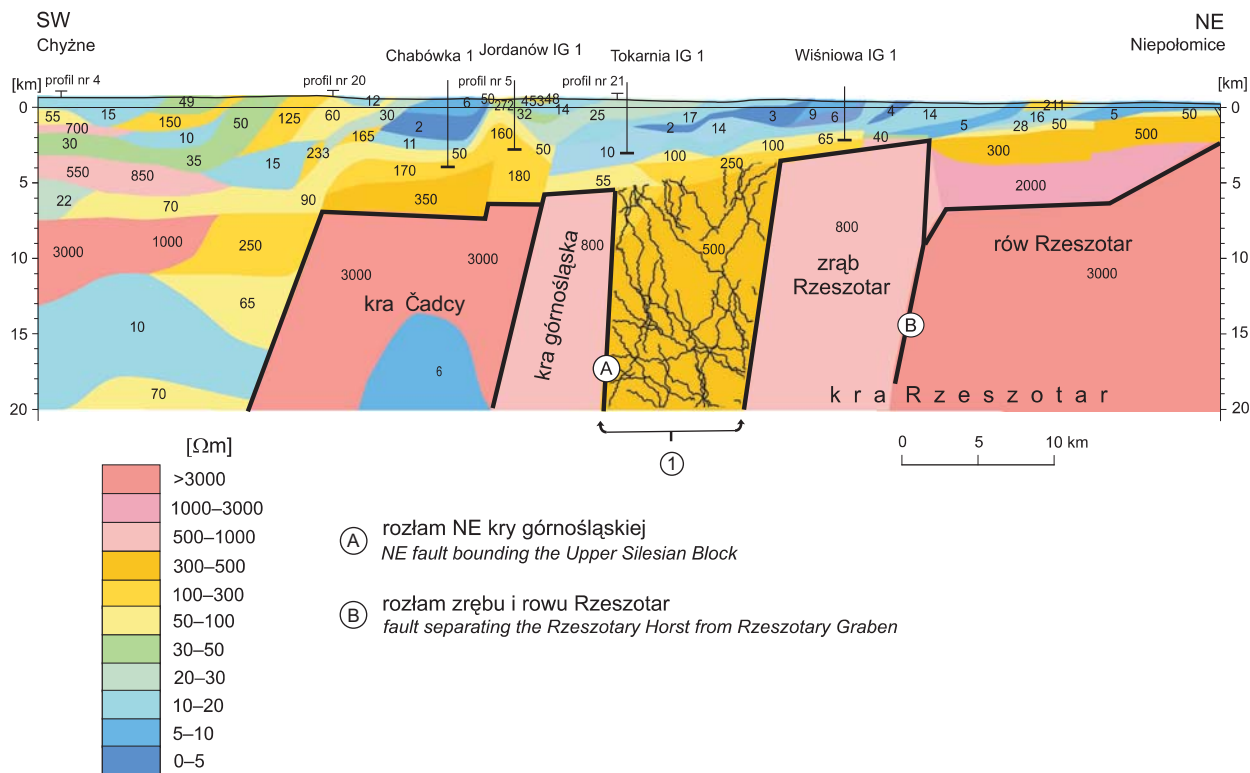


Fig. 5. Przekrój magnetotelluryczny 6 Chyżne–Niepołomice

Pozostałe objaśnienia jak na figurze 2

Magnetotelluric profile 6 Chyżne–Niepołomice

For other explanations see Figure 2

### PRZEKRÓJ MAGNETOTELLURYCZNY 7 BUKOWINA TATRZAŃSKA–NIEPOŁOMICE

Na przekroju magnetotellurycznym 7 Bukowina Tatrzańska–Niepołomice (fig. 6) są widoczne dwa bloki pierwszego rzędu. W części południowej blok górnośląski, a w części północnej blok małopolski. Bloki te są rozdzielone rozłamem Lubliniec–Kraków (LK). W obrębie bloku górnośląskiego wyróżniono krę Tatrikum, krę górnośląską oraz krę Rzeszotar. Kra Tatrikum reprezentuje Karpaty wewnętrzne, a pozostałe kry należą do podłoża Karpat zewnętrznych. W głębokim planie, strefa nieciągłości, która znajduje się pomiędzy krą Tatrikum a krą górnośląską, może odpowiadać strefie szwu perypienińskiego. W planie bardziej przypowierzchniowym, w jej strefie znajdują się elementy strukturalne pienińskiego pasa skałkowego oraz „zaciągnięte”, korzeniowe elementy jednostki magurskiej, reprezentującej Karpaty zewnętrzne. Wysokooporowy element występujący ponad właściwą powierzchnią stropową kry górnośląskiej może być jej oderwaną i przesuniętą ku górze częścią. Kra górnośląska jest oddzielona od kry Rzeszotar strefą nieciągłości, analogiczną do tej, którą zinterpretowano na profilu 6 Chyżne–Niepołomice (fig. 5). W tej strefie, w planie bardziej przypowierzchniowym, mogą również znajdować się „zaciągnięte” elementy grupy średniej jednostek – Karpat zewnętrznych (Książkiewicz, 1972). W obrębie kry Rzeszotar nie można już wydzielić zrębu Rzeszotar, natomiast w dalszym ciągu jest widoczny rów Rzeszotar. W tym rejo-

nie jest on podzielony na dwie części: południową – obniżoną oraz północną – podniesioną. Strefę graniczną pomiędzy nimi jest regionalny skłon podłoża (Ryłko, Tomasz, 2001).

### PRZEKRÓJ MAGNETOTELLURYCZNY 8 SZCZAWNICA–BOCHNIA

Na przekroju magnetotellurycznym 8 Szczawnica–Bochnia (fig. 7) są widoczne dwa bloki pierwszego rzędu. W części południowej jest to blok górnośląski, a w części północnej – blok małopolski. Bloki te są rozdzielone rozłamem Lubliniec–Kraków (LK). Interpretacja tego przekroju jest bardzo trudna i nie daje podstaw do wyciągania jednoznacznych bardziej szczegółowych wniosków, z powodu braku wystarczających kryteriów do oceny.

### PRZEKRÓJ MAGNETOTELLURYCZNY 21 BIELSKO–GRYBÓW

Przekrój magnetotelluryczny 21 Bielsko–Grybów (fig. 8) jest tusytuowany na linii wschód–zachód. Przebiega on prostopadle do wcześniej analizowanych profili. Na przekroju tym dominują dwie kry: kra górnośląska i kra Rzeszotar, rozdzielone strefą dyslokacyjną A. W zachodniej części profilu obserwuje się niewielki fragment kry cieszyńskiej.

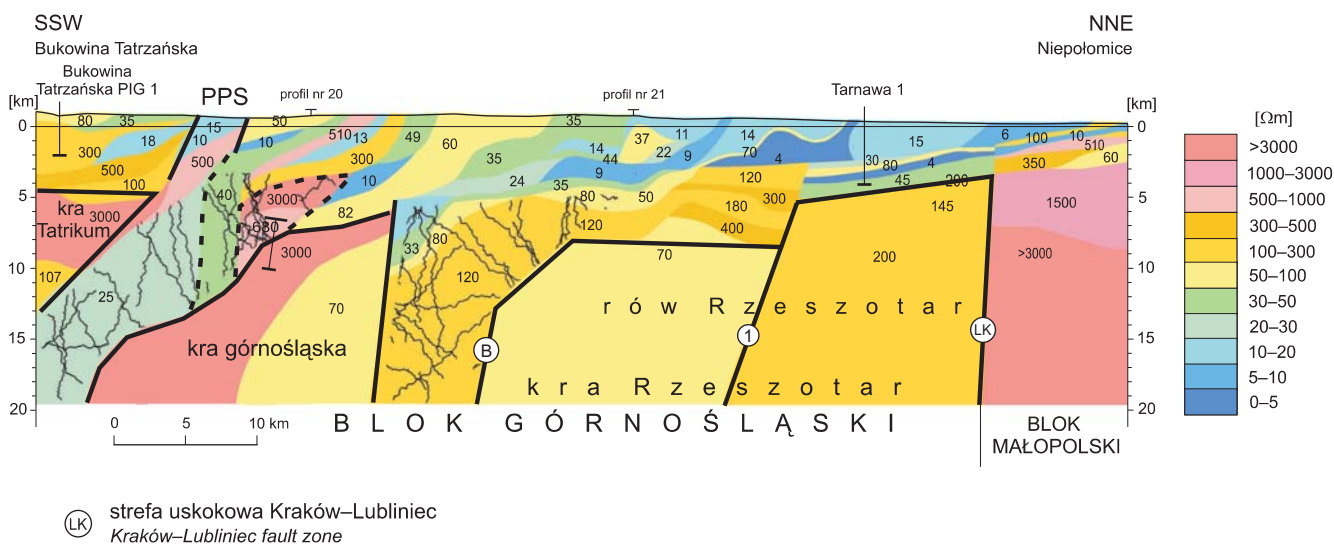


Fig. 6. Przekrój magnetotelluryczny 7 Bukowina Tatrzańska–Niepołomice

Pozostałe objaśnienia jak na figurze 2

Magnetotelluric profile 7 Bukowina Tatrzańska–Niepołomice

For other explanations see Figure 2



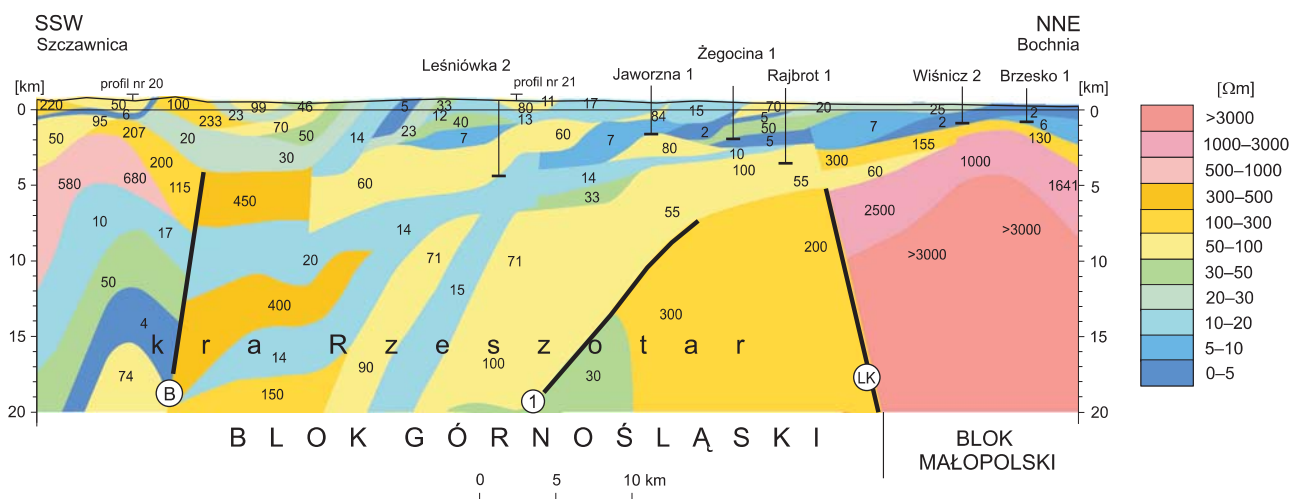


Fig. 7. Przekrój magnetotelluryczny 8 Szczawnica–Bochnia

Pozostałe objaśnienia jak na figurze 2

Magnetotelluric profile 8 Szczawnica–Bochnia

For other explanations see Figure 2

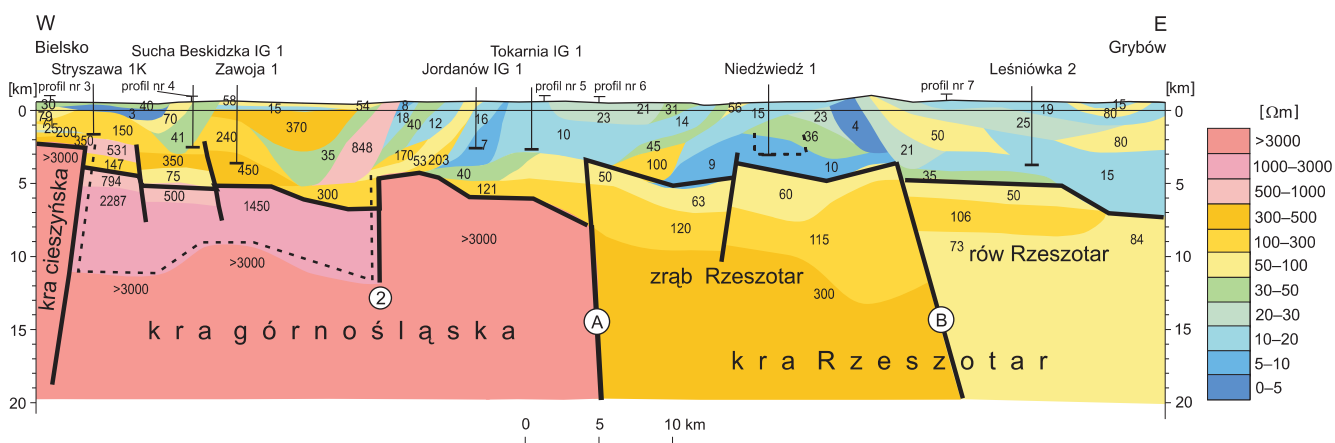


Fig. 8. Przekrój magnetotelluryczny 21 Bielsko–Grybów

Pozostałe objaśnienia jak na figurze 2

Magnetotelluric profile 21 Bielsko–Grybów

For other explanations see Figure 2

W obrębie kry górnośląskiej można wyróżnić dwie wyraźne części rozdzielone nieciągłością 2, odpowiadającą transwersalnej strefie tektonicznej A–A (Ryko, Tomasz, 2001). W części zachodniej tej strefy jest widoczny rów, sięgający do głębokości około 10–12 km, i o szerokości około 25 km.

Wydaje się, że można go wiązać z północną częścią rowu wyróżnionego na przekroju 3 Przyborów–Zator (fig. 2) i przekroju 4 Chyżne–Spytkowice (fig. 3). W obrębie kry Rzeszotar można wyróżnić zrab oraz rów, rozdzielone strefą dyslokacyjną B.

## PODSUMOWANIE

Widoczne na przekrojach magnetotellurycznych (fig. 2–8) ciała o zróżnicowanej, zazwyczaj dużej oporności, występujące na ogół na głębokościach większych niż 5 km, powiązane z krami skonsolidowanego podłoża bloku górnośląskiego (fig. 2–8). Wyróżniono, zgodnie z poglądami Kotas (1982, 1985a) oraz Buły i Żaby (2008), kolejno od południowego zachodu: krę Ćadcy, krę cieszyńską, otaczającą te dwie kry od północy i wschodu krę górnośląską i wysuniętą najbardziej na wschód krę Rzeszotar (fig. 9). Kry są rozdzielone rozłami i strefami nieciągłości (fig. 9). Strefy nieciągłości obserwuje się głównie na przekrojach poprzecznych, usytuowanych w przybliżeniu na linii północ–południe. Strefy te są wypełnione przede wszystkim druzgotem tektonicznym, utworzonym ze zniszczonych elementów osłon tych kier, a nawet krawędziowych części ich trzonów (fig. 6). Mogą tam również występować „zaciągnię-

te”, odklute elementy utworów młodszych. Takie „zaciągnięcie” utworów młodszych jest szczególnie dobrze widoczne na przekrojach magnetotellurycznych przedstawionych na figurach 3 i 4. Stref nieciągłości pomiędzy krami nie widać na przekroju podłużnym o kierunku W–E (fig. 8).

Granice pomiędzy krami mają ostry charakter. Taki rozkład stref nieciągłości widocznych na przekrojach o kierunku północ–południe i ich brak na przekroju o kierunku wschód–zachód jest wynikiem ruchów przesuwczych wzdłuż rozłamów oddzielających poszczególne kry, a będących efektem lewoskrętnej rotacji masywu górnośląskiego pod masywem czeski oraz być może również nacisku platformy wschodnioeuropejskiej z kierunku północno-wschodniego (Kotas, 1982; Bogacz, 1980). Według autorów, przyczyną takiego rozkładu stref nieciągłości może być również obłamywanie się i podsuwanie południowej części platformy zachodnioeuropejskiej

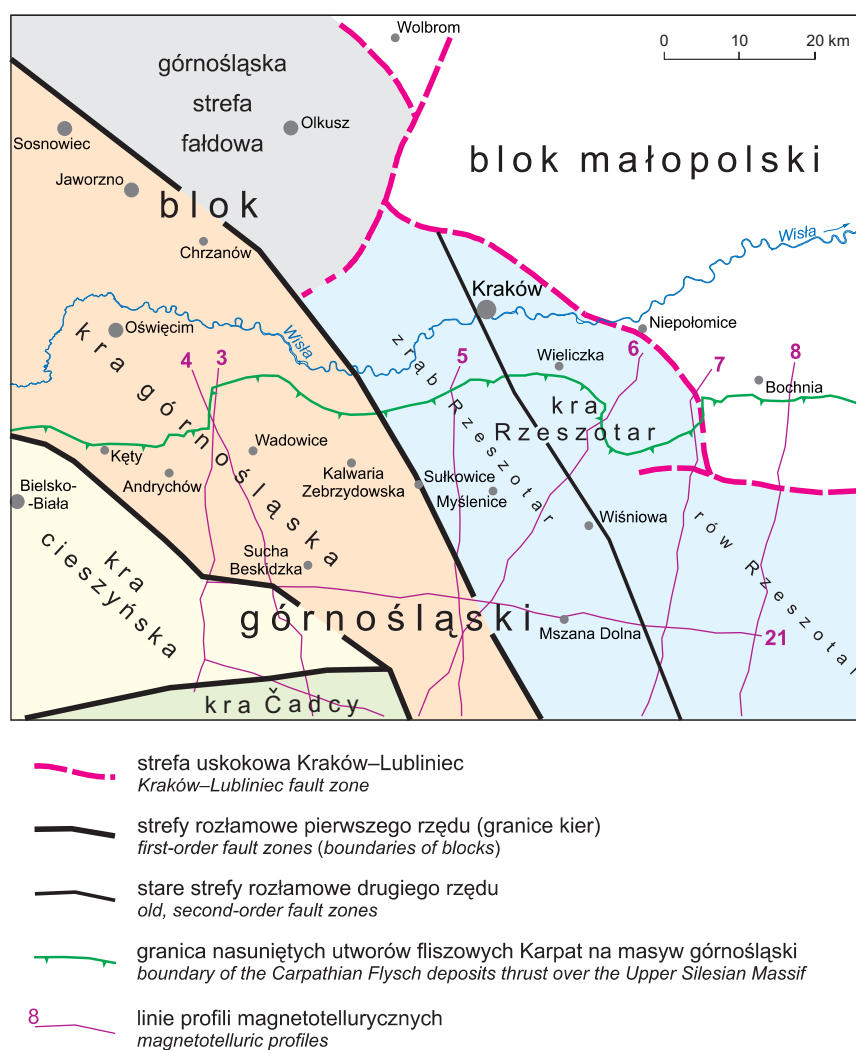
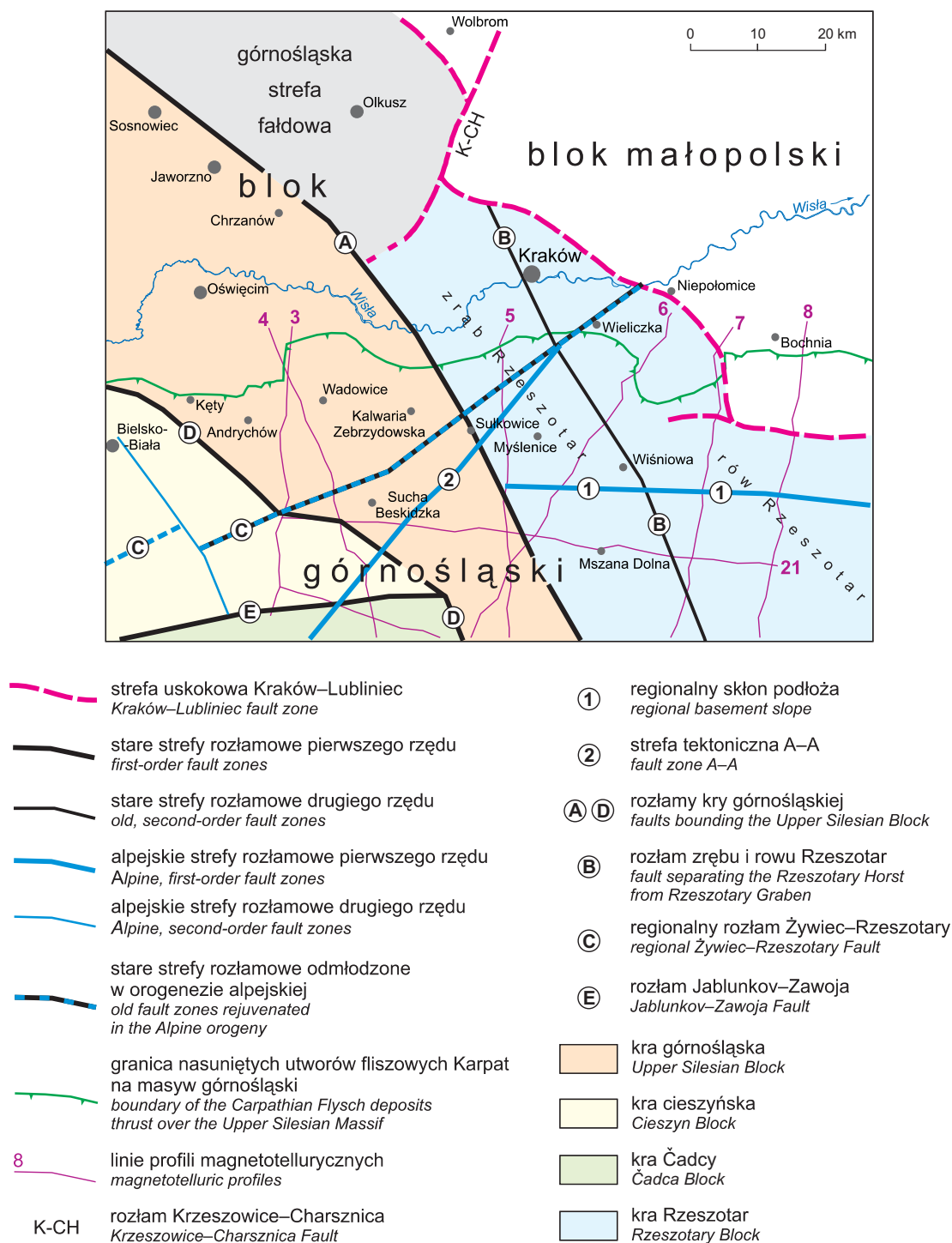


Fig. 9. Układ kier w skonsolidowanym podłożu bloku górnośląskiego

The pattern of blocks in the consolidated basement of the Upper Silesian Massif

pod elementy bloku słowackiego. Może o tym świadczyć układ kier zinterpretowany na przekroju magnetotellurycznym przedstawiony na figurze 4. W południowej części przekroju widać strefę spiętrzenia kier, natomiast w północnej – ich blokowo-mozaikowy układ.

Na podstawie analizy przekrojów magnetotellurycznych autorzy doprecyzowali granice i przebieg poszczególnych kier. Kra Ćadcy na południu dochodzi do rozłamu perypienińskiego (fig. 4). Od północy kontaktuje się z krą cieszyńską wzdłuż rozłamu E (fig. 10), wyróżnionego już



**Fig. 10. Strefy dyslokacji w skonsolidowanym podłożu bloku górnosłaskiego**

The pattern of blocks and fault zones in the consolidated basement of the Upper Silesian Massif

przez Kotasa (1982) na linii Jablunkov–Zawoja. Według autorów, rozłam E jest wschodnim przedłużeniem rozłamu Lednicy (Beranek i in., 1971; Čeh, 1988). Od północnego wschodu kra Čadcy i kra cieszyńska kontaktują z krą górnośląską (wg Kotasa, 1982 – centralną) wzdłuż rozłamu D. Kra górnośląska na południu dochodzi do rozłamu perypienińskiego (fig. 6). Jej północno-wschodnią granicą jest rozłam A (fig. 10). Na północnym wschodzie omawianego regionu krakowskiego jest zlokalizowana kra Rzeszotar. Jej północną granicą jest uskoki Krzeszowice–Charsznica, a granicą północno-wschodnią – strefa uskokiowa Kraków–Lubliniec (Buła i in., 2008). Na południu granicę kry wyznacza rozłam perypieniński. Kra Rzeszotar jest dwudzielna. Składa się ze zrębu i rowu (fig. 5, 9), rozdzielonych strefą dyslokacyjną B (fig. 10). Rów Rzeszotar stanowi założenia późniejszego rowu Liplasu.

W wyniku interpretacji przekrojów magnetotellurycznych autorzy wyróżnili szereg rozłamów, stref dyslokacyjnych, o różnej skali znaczenia i różnego wieku (fig. 10). Strefy E, D i A są to rozłamy, wzdłuż których skonsolidowane podłoże uległo podziałowi na kry. Rozłam E oddziela krę Čadcy od kry cieszyńskiej. Rozłam D stanowi północno-wschodnią granicę kier: cieszyńskiej i Čadcy, oddzielając je od kry górnośląskiej. Rozłam A oddziela krę górnośląską od

kry Rzeszotar. W obrębie kry Rzeszotar znajduje się rozłam B, o mniejszym znaczeniu. Dzieli on krę Rzeszotar na część wyniesioną na zachodzie – zrąb Rzeszotar oraz część obniżoną na wschodzie – rów Rzeszotar.

Strefy rozłamowe w różnych okresach były bardziej lub mniej mobilne. Wzdłuż rozłamów odbywały się ruchy kier względem siebie (ruchy przesuwowe, rotacje i ruchy pionowe). Najprawdopodobniej, rozłamy te swoje najstarsze założenia mają w neoproterozoiku i były aktywne również w kilku młodszych cyklach orogenicznych. Niewątpliwie najmłodszymi alpejskimi rozłami są rozłamy: C, 2 oraz 1. Rozłam C odpowiada strefie dyslokacyjnej Rzeszotary–Żywiec (Paul i in., 1996), która ostatecznie ukształtowała się w najstarszym miocenie. Rozłam ten może mieć również starsze przedalpejskie założenia. Według autorów może on być południowo-zachodnim przedłużeniem strefy dyslokacyjnej Kurdwanów–Zawichost (Teisseyre, 1907, 1921). Rozłam 2 odpowiada natomiast wyróżnionej przez autorów bałeńskiej strefie dyslokacyjnej A–A (Ryłko, Tomasz, 2001). Rozłam 1 to regionalny skłon podłoża (Ryłko, Tomasz, 1995, 2001).

Praca powstała w ramach projektu badawczego NN 525 05 1033 realizowanego w latach 2007–2010.

## LITERATURA

- BERANEK B., DUDEK A., SUK M., WEISS J., 1971 — Geologická interpretace hlinného seismického sondování v ČSSR. *Geol. Pruskim*, **23**, 12.
- BIRKENMAJER K., 1988 — Exotic Andrusov Ridge: its role in plate-tectonic evolution of the West Carpathian Foldbelt. *Stud. Geol. Pol.*, **91**: 7–37.
- BOGACZ K., 1980 — Budowa geologiczna paleozoiku dębnickiego. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **50**, 2.
- BROCHWICZ-LEWIŃSKI W., POŻARYSKI W., TOMCZYK H., 1983 — Ruchy przesuwowe w południowej Polsce w paleozoiku. *Prz. Geol.*, **31**, 12: 651–658.
- BUŁA Z., ŻABA J., 2005 — Pozycja tektoniczna Górnośląskiego Zagłębia Węglowego na tle prekambryjskiego i dolnopaleozoicznego podłoża. *W: Geologia i zagadnienia ochrony środowiska w regionie górnośląskim*. (red. J. Jureczka i in.): 14–42. Państw. Inst. Geol. Pol. Tow. Geol., Warszawa.
- BUŁA Z., 2000 — Dolny paleozoik Górnego Śląska i zachodniej Małopolski. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **171**: 1–63.
- BUŁA Z., 2000 — Dolny paleozoik Górnego Śląska i zachodniej Małopolski. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **171**: 1–63.
- BUŁA Z., JACHOWICZ M., ŻABA J., 1997 — Principal characteristics of the Upper Silesian Block and Małopolska Block border zone (Southern Poland). *Geol. Mag.*, **134**, 5: 66–77.
- BUŁA Z., ŻABA J., 2008 — Struktura prekambryjskiego podłoża wschodniej części bloku górnośląskiego (Brunovistulicum). *Prz. Geol.*, **56**, 6: 473–480.
- BUŁA Z., ŻABA J., HABRYN R., 2008 — Regionalizacja tektoniczna Polski – Polska południowa (blok górnośląski i blok małopolski). *Prz. Geol.*, **56**, 10: 912–920.
- BURCHART J., 1971 — Absolute ages of rocks from Poland (A catalogue of geochronological determinations). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **41**: 241–255.
- ČEH F., 1988 — Dynamics of Neogene Carpathian basins in relation to deep structure, crustal type and fuel deposits. *Zapadne Karpaty, Ser. Geol.*, **12**: 1–254.
- DUDEK A., 1980 — The crystalline basement block of the Outer Carpathians in Moravia: Bruno-Vistulicum. *Roz. ČS. Akad. Věd, Ř. Mat. Přír. Věd.*, **90**: 1–85.
- GAJEWSKI A., PEPEL A., 2000 — Badania magnetotelluryczne – stan aktualny i perspektywy w kontekście międzynarodowego projektu badań geofizycznych w Karpatach. *W: Wysokoczęstotliwościowe badania magnetotelluryczne w Polsce. Materiały seminaryjne*: 6–8. PGNiG, Geonafta, Oddz. Biuro Geol. Geonafta w Warszawie, PBG, Kraków.
- HEFLIK W., KONIOR K., 1974 — Obecny stan rozpoznania podłoża krystalicznego w obszarze Cieszyn–Rzeszotary. *Biul. Inst. Geol.*, **273**: 195–221.
- KOTAS A., 1972 — Ważniejsze cechy budowy geologicznej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego na tle pozycji tektonicznej i budowy głębokiego podłoża utworów produktywnych. *W: Problemy geodynamiki i tąpnięć*: 5–55. Komitet Górnictwa PAN, Kraków.
- KOTAS A., 1982 — Zarys budowy geologicznej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *W: Przewodnik 54 Zjazdu Pol. Tow. Geol. Sosnowiec*: 45–72. Wyd. Geol., Warszawa.
- KOTAS A., 1985a — Uwagi o ewolucji strukturalnej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *W: Tektonika Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Sosnowiec 31.05–1.06 1985* (red. J. Trzpieczyński): 17–46. Wyd. UŚI, Katowice.



- KOTAS A., 1985b — Structural evolution of the Upper Silesian Coal Basin (Poland). 10 Congr. Int. Strat. Geol. Carb., Madrid 1983. *Compt. Rend.*, **3**: 459–469.
- KŚIAŹKIEWICZ M., 1972 — Budowa geologiczna Polski. T. IV. Tektonika, cz. 3. Karpaty. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MOLEK M., KLIMKOWSKI W., 1991 — Dokumentacja badań magnetotellurycznych i tellurycznych. Temat: Badania wgłębnej budowy geologicznej Karpat. „Karpaty” lata 1988–1990, cz. 2 (obszar III i IV) i podsumowanie wyników badań od 1975 r. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- MOLEK M., ORACZEWSKI A., 1988 — Dokumentacja badań magnetotellurycznych. Temat: Badania wgłębnej budowy geologicznej Karpat. „Karpaty” lata 1986–1987, cz. 1 (obszar I i II). *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- NOWAK W., 1975 — Uwagi o wgłębnej budowie zachodniej części polskich Karpat fliszowych i ich podłoża (rejon Cieszyn–Andrychów). *Kwart. Geol.*, **19**, 3: 968–969.
- OBERC J., 1993 — The role of longitudinal dislocation zones and strike-slip transversal deep fracture of Silesia–Lubusza (Hamburg–Kraków) in formation of main zone of meridional folds on Silesia and Moravia areas. *Geol. Quart.*, **37**, 1: 1–18.
- OSZCZYPKO N., ZAJĄC R., GARLICKA I., MENCIK E., DVOŘÁK J., MATEJOVSKA O., 1989 — Geological map of the substratum of the Tertiary of the western outer Carpathians and their foreland. *W: Geological Atlas of the Western Outer Carpathians and their Foreland.* (red. D. Poprawa, J. Nemcok). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PAUL Z., RYŁKO W., TOMAŚ A., 1996 — Influence of tectonic of the consolidated basement of the Carpathians on distribution of flysch masses in the Polish part of the Western Carpathians. *Geol. Quart.*, **40**, 4: 487–500.
- RYŁKO W., TOMAŚ A., 1995 — Morphology of the consolidated basement of the Polish Carpathians in the light of magnetotelluric data. *Kwart. Geol.*, **39**, 1: 1–16.
- RYŁKO W., TOMAŚ A., 1998 — Tectonics of the basement of the Polish Carpathians. *Prz. Geol.*, **46**, 8/2: 758–762.
- RYŁKO W., TOMAŚ A., 1999a — Obraz konsolidowanego podłoża Karpat polskich w świetle badań magnetotellurycznych. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **168**: 195–208.
- RYŁKO W., TOMAŚ A., 1999b — Skonsolidowane podłoże Karpat – morfologia i tektonika, reperkusje dla neogeńskiej przebudowy Karpat. *Mat. Karpackiej Konf. Nauk.*, Przemysł naftowy i nauka razem w XXI wiek” 19–21 maja Raba Niżna (red. U. Baran): 57–66. Ośr. Reg. Geonafta Kraków, Kraków.
- RYŁKO W., TOMAŚ A., 2001 — Neogeńska przebudowa podłoża polskich Karpat i jej reperkusje. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **395**: 1–60.
- RYŁKO W., TOMAŚ A., 2005 — Basement structure below the West Carpathian–East Carpathian orogen junction (eastern Poland, north-eastern Slovakia and western Ukraine). *Geol. Carpath.*, **56**: 29–40.
- ŚWIĘCICKA-PAWLISZYN J., 1980 — Dokumentacja badań geoelektrycznych, Temat: „Karpaty”. Profile regionalne F i V rok 1975 i lata 1978–1979. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- ŚWIĘCICKA-PAWLISZYN J., 1984 — Dokumentacja badań magnetotellurycznych. Temat: „Karpaty” – część wschodnia. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- ŚWIĘCICKA-PAWLISZYN J., MOLEK M., 1975 — Dokumentacja badań geoelektrycznych. Temat: Profile regionalne profil F (Baligród–Przemysł). *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- TEISSEYRE W., 1907 — O związku w budowie tektonicznej Karpat i ich przedmurza. *Kosmos*, **32**: 393–402.
- TEISSEYRE W., 1921 — Zarys wgłębnej tektoniki strefy na południowy wschód od Gór Świętokrzyskich. *Biul. Inst. Geol.*, **19**: 5–39.
- WYSOKOCZĘSTOTLIWOŚCIOWE badania magnetotelluryczne w Polsce. Kraków 6 kwietnia 2000. Materiały seminaryjne. PGNiG, Geonafta, Oddz. Biuro Geol. Geonafta w Warszawie, PBG, Kraków.
- ŻABA J., 1994 — Mezoskopowe struktury kwiatowe w dolnopaleozoicznych utworach NE obrzeżenia GZW – rezultat transpresyjnego ścinania w strefie dyslokacyjnej Kraków–Myszków (Hamburg–Kraków). *Prz. Geol.*, **42**, 8: 643–648.
- ŻABA J., 1999 — Ewolucja strukturalna utworów dolnopaleozoicznych w strefie granicznej bloków górnośląskiego i małopolskiego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **166**: 1–62.

## SUMMARY

The study deals with the so-called “Kraków region” which is located at the edge of two regional tectonic units (terranes) i.e. the Upper Silesian Block, which is a fragment of a larger unit and is known as Brunovistulicum, and the Małopolska Block. The units are separated by the Kraków–Lubliniec fault zone, located close to the northern and eastern margins of Kraków. The basement tectonics was analysed on the background of a larger area comprising the region located north of the Carpathian overthrust between Bielsko-Biała and Bochnia.

Magnetotelluric studies, performed in the Carpathians in 1980–2003, seem to be particularly useful for examination of the deep basement of the region. The authors attempted to compare the image obtained from the magnetotelluric studies with the commonly accepted concepts on the deep basement structure. The following 8 profiles, located in the study area, were examined and interpreted by the authors: profile 3

– Przyborów–Zator (Fig. 2), profile 4 – Chyżne–Spytkowice (Fig. 3), profile 5 – Zakopane–Kraków (Fig. 4), profile 6 – Chyżne–Niepołomice (Fig. 5), profile 7 – Bukowina Tatrzańska–Niepołomice (Fig. 6), profile 8 – Szczawnica–Bochnia (Fig. 7) and profile 21 – Bielsko–Grybów (Fig. 8). The rock bodies of differentiated, usually high resistance, visible in the magnetotelluric profiles and occurring deeper than 5 km, were linked to the consolidated basement block of the Upper Silesian Block (Figs 2–8). Starting from the southeast, the following blocks were identified: the Čadca and Cieszyn blocks, the Upper Silesian Massif which encloses the former ones from the north and east, and finally the easternmost Rzeszotary Block (Fig. 9). These slabs are separated by faults and discontinuity zones. The discontinuity zones are mainly observed on the almost N–S oriented cross-profiles. The zones are filled with tectonic breccias originating from worn-out mantling of the blocks or even from marginal parts

of the block (Fig. 6). Detached elements of younger sediments and transported there might occur as well. The discontinuity zones between the blocks are not observed in the W–E longitudinal profile (Fig. 8). The boundaries between the blocks are rather sharp. The distribution of the discontinuity zones, their presence in the N–S profiles and their lack in the W–E profile are results of strike-slip movements along faults separating particular blocks and effects of counterclockwise rotation of the Upper Silesian Block under the Bohemian Massif or compression of the East European Platform from the northeast (Bogacz, 1980; Kotas, 1982). The authors believe that the pattern of discontinuity zones might be the result of breaking and thrusting of the southern part of the West European Platform under the elements of the Slovak Block.

Based on the analysis of the magnetotelluric profiles, the boundaries and course of particular blocks were identified more precisely. The Čadca Block reaches in the south the Peri-Pieniny Fault (Fig. 4) whereas in the north it comes to the contact with the Cieszyn Block along the Jablunkov–Zawoja fault zone – fault E (Fig. 10). According to the authors, this fault zone is the eastern extension of the Lednica Fault (Beranek *et al.*, 1971; Čeh, 1988). From the northeast, these blocks contact the Upper Silesian Block along fault D. In the south, the Upper Silesian Block reaches the Peri-Pieniny Fault (Fig. 6). Fault A (Fig. 10) forms the north-eastern boundary of the Upper Silesian Block. The Rzeszotary Block is located in the northeast. Its northern boundary is coincident with the Krzeszowice–Charsznica Fault whereas the north-eastern boundary – with the Kraków–Lubliniec fault zone (Buła *et al.*, 2008). In the south, the boundary of the blocks is

delimited by the Peri-Pieniny Fault. The Rzeszotary Block is bipartite and consists of a horst and a graben (Figs 5 and 9) separated by fault zone B (Fig. 10). The Rzeszotary Graben is an initial form of the later Liplas Graben.

Based on the interpretation of the magnetotelluric profiles, a number of faults and fault zones differing as to their importance and age were distinguished (Fig. 10). Zones E, D and A are the fault zones along which the consolidated basement disintegrated into blocks. These zones were more or less mobile in different periods. The blocks moved against each other following the fault zones (strike-slip and vertical movements). Fault zone E separates the Čadca Block from the Cieszyn Block. Fault zone D is the northeastern boundary of the Cieszyn and Čadca blocks. It separates these two blocks from the Upper Silesian Block. Fault zone A separates the Upper Silesian slab from the Rzeszotary Block. Minor fault zone B is in the range of Rzeszotary blocks and splits it into the upthrow part in the west – *i.e.* the Rzeszotary Horst and the downthrow part in the east – *i.e.* the Rzeszotary Graben. These fault zones were likely to originate in the Neoproterozoic and were also active during a few younger orogenic cycles. Undoubtedly, the youngest, Alpine fault zones are C, 2 and 1. Fault zone C corresponds to the Rzeszotary–Żywiec fault zone (Paul *et al.*, 1996) which finally formed in the latest Miocene. This fault zone might have had an older pre-Alpine setting. According to the authors, it might be the extension of the Kurdwanów–Zawichost fault zone (Teisseyre, 1907, 1921). Fault zone 2 corresponds to the Badenian, A–A fault zone distinguished by the authors (Ryłko, Tomáš, 2001). Fault zone 1 is the regional slope of the basement B (Ryłko, Tomáš, 1995, 2001).