



Atrakcje geoturystyczne Geostrady Zachodniosudeckiej

Geotourist attractions of the Western Sudetic Geostrada

Marek Łodziński, Wojciech Mayer, Michał Stefaniuk, Tomasz Bartuś, Wojciech Mastej

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

e-mail: Marek.Lodzinski@agh.edu.pl, wmayer@geol.agh.edu.pl, stefan@geolog.geol.agh.edu.pl,

bartus@agh.edu.pl, wmastej@agh.edu.pl



Some especially attractive objects i.e. geomorphological forms, outcrops of interesting lithologic complexes, tectonic structures and remnants of past ore mining (tin mining in Krobica-Kotlina-Gierczyn-Przecznica area and uranium mining in Kowary) were described in details.

Key words: “Sudetic Geostrada”, geotourism, Western Sudetes, metamorphic envelope, geotourist objects, mining heritage sites, geomorphological forms

Wstęp

Treść: W artykule przedstawione zostały wybrane wyniki prac wykonanych w zachodniej części Geostrady Sudeckiej. Przeanalizowany został przebieg Geostrady Zachodniosudeckiej na tle geomorfologii i budowy geologicznej. Trasa ta okrąży szerokim łukiem od północy główne pasmo Gór Izerskich i Karkonoszy oraz Kotlinę Jeleniogórską, a dalej biegnie przez wschodnią i południową część Rudaw Janowickich. Przebiega ona w większości w obrębie ekshumowanej (odsłoniętej) osłony metamorficznej (skał otaczających) batolitu Karkonoszy (ciała magmowego, powstałego w wyniku zakrzepnięcia magmy wewnątrz skorupy ziemskiej), bogatej w liczne wystąpienia mineralizacji rudnej. Przedstawiony został opis obiektów geomorfologicznych i geologicznych, pozostałości dawnej eksploatacji górniczej oraz oceniona została ich atrakcyjność turystyczna. Obszerniej opisane zostały wybrane, szczególnie atrakcyjne obiekty: formy geomorfologiczne, odsłonięcia interesujących kompleksów skalnych, struktur tektonicznych i pozostałości dawnego górnictwa złóż rud cyny w rejonie Krobicy-Kotliny-Gierczyna-Przecznicy oraz złóż uranu w Kowarach.

Słowa kluczowe: Geostrada Sudecka, geoturystyka, Sudety Zachodnie, osłona metamorficzna, obiekty geoturystyczne, obiekty dziedzictwa górniczego, formy geomorfologiczne

Abstract: The paper presents selected results of the “Western Sudetic Geostrada” – a project, currently in preparation, which merges geosites, biotic nature objects, historical monuments and tourist infrastructure into a coherent tourist trail. The trail avoids main roads and famous tourist centers, leading to the less known parts of the Western Sudety Mts. and their foreland. Precisely, the “Western Sudetic Geostrada” runs around the main range of the Isera Mountains, surrounds from the north the Karkonosze Range and the Jelenia Góra Trough, and heads through the eastern and southern part of the Rudawy Janowickie Range. From geological point of view the trail runs through the exposed part of the exhumed metamorphic envelope the Karkonosze granite intrusion rich in numerous deposits and occurrences of ore mineralization. The selected geomorphological and geological objects and regions were described in details along with the relics of past mining operations and their tourist attractiveness were evaluated.

Geostrada Zachodniosudecka jest częścią projektu pt. „Geostrada Sudecka – studium geologiczno-krajobrazowe z inwentaryzacją obiektów dziedzictwa przyrody nieożywionej” (Słomka *et al.*, 2009 ibdm). Projekt ten, finansowany przez Ministerstwo Środowiska poprzez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, realizowany jest przez zespół pracowników naukowych Katedry Geologii Ogólnej, Ochrony Środowiska i Geoturystyki Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, przy współudziale specjalistów z Oddziału Dolnośląskiego Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego we Wrocławiu oraz Uniwersytetu Wrocławskiego. Niniejszy artykuł przedstawia wybrane wyniki, uzyskane w ciągu dwuletniego okresu realizacji ww. projektu.

Ideą projektu jest wykonanie studium geologiczno-krajobrazowego, obejmującego inwentaryzację obiektów dziedzictwa przyrody nieożywionej oraz udokumentowanie różnorodności form geomorfologicznych, a także złożoności budowy geologicznej regionu i procesów geologicznych, zachodzących w przeszłości i współcześnie. Bezpośrednim jego celem jest popularyzacja geoturystyki jako dyscypliny turystyki kwalifikowanej, związanej ściśle z naukami o Ziemi, a promującej zasoby dziedzictwa geologicznego i górniczego, a także piękno przyrody nieożywionej (Słomka *et al.*, 2009 ibdm).

Zachodni odcinek Geostrady biegnie przez obszar Sudetów Zachodnich. Podobnie jak w pozostałych częściach Sudetów, także i tutaj w odsłonięciach położonych na stosunkowo niewielkiej powierzchni obserwować można przejawy procesów geologicznych, przebiegających w ciągu niemal pół miliarda lat. Jest to więc obszar szczególnie predystynowany dla realizacji tak określonego celu (Grocholski (red.), 1969; Garbaczewski, 1987; Słomka *et al.*, 2006; Cwojdziniński, Kozdrój, 2007). Istotny jest ponadto użyteczny cel projektu, tj. aktywizacja działalności gospodarczej w częściach

regionu raczej mało popularnych wśród turystów poprzez udostępnienie trasy samochodowo-rowerowej, eksponującej atrakcyjne obiekty, głównie przyrody nieożywionej, ale również obiekty dziedzictwa kulturowego i przyrody żywej (Staffa, 1982, Staffa (red.), 1989, 1998, 1999, 2000, 2003).

Ogólne założenia przebiegu Geostrady Zachodniosudeckiej

Trasa Geostrady Zachodniosudeckiej rozpoczyna się na tarasie widokowym, położonym na zachód od wyrobiska odkrywkowej Kopalni Węgla Brunatnego Turów w Bogatyni-Turoszowie. Następnie przecina ona równoleżnikowo tzw. „worek turoszowski” i wkracza na terytorium Republiki Czeskiej, gdzie biegnie w kierunku Frydlantu, by pojawić się ponownie w Polsce, w rejonie przejścia granicznego w Miłoszowie. W pobliżu Leśnej geostrada zmienia kierunek z północno-wschodniego na wschodni i południowo-wschodni, utrzymując ten kierunek, z lokalnymi zakrętami w dolinie Bobru, aż do miejscowości Wojcieszów po wschodniej stronie Gór Kaczawskich. W Wojcieszowie trasa skręca gwałtownie na południe i biegnie, początkowo z odchyleniem wschodnim, a od miejscowości Marciszów z odchyleniem zachodnim, aż do przełęczy Kowarskiej, wyznaczającej wschodnią granicę Geostrady Zachodniosudeckiej.

Zachodni odcinek Geostrady Sudeckiej okrąża więc szerokim łukiem od północy główne pasmo Gór Izerskich i Karkonoszy oraz Kotlinę Jeleniogórską i biegnie wzdłuż wschodnich i południowych zboczy Rudaw Janowickich. Geostrada prowadzi głównie szczytami drugorzędnych pasm wzgórz i malowniczymi dolinami rzeczny. Taki przebieg pozwala m.in. na podziwianie panoramy pasma Karkonoszy w różnych ujęciach (Fig. 1), szczególnie wyeksponowanych poprzez zapadlisko Kotliny Jeleniogórskiej na pierwszym planie oraz panoram Gór Izerskich tj. Stogu Izerskiego w Grzbiecie Wysokim i Grzbiecie Kamienieckiego, widzianych od północy, z obniżonego morfologicznie Pogórza Izerskiego. Trasa Geostrady biegnie ponadto głównie drogami drugo- i trzeciorzędowymi, o względnie niewielkim natężeniu ruchu oraz omija Jelenią Górę i znane kurorty w jej pobliżu. Zdaniem autorów zwiększa to jej atrakcyjność, szczególnie dla turystyki kwalifikowanej.

Dodatkowym atutem takiego przebiegu Geostrady Zachodniosudeckiej jest jej lokalizacja w obrębie tzw. „osłony metamorficznej” granitu karkonoskiego (Fig. 2, 3). Osłona ta jest częścią Masywu Karkonosko-Izerskiego. Jest to największa struktura geologiczna Sudetów Zachodnich. Według Mazura i Aleksandrowskiego (2001) obejmuje ona cztery jednostki strukturalne (złożone obiekty tektoniczne, o pewnym stopniu jednolitości, oddzielające się od otoczenia): Izersko-Kowarską, Jesztetu, Południowych Karkonoszy i Leszczyńca, zbudowane z neoproterozoiczno-paleozoicznych skał metamorficznych, które w późnym dewonie utworzyły strukturę płaszczowinową (nasunięcie mas skalnych, wypchniętych z pierwotnego położenia pod wpływem nacisków tektonicznych), zmodyfikowaną we wczesnym karbonie. W utwory te intrudowała magma granitowa tworząc granit Karkonoszy. Jego wiek izotopowy odpowiada przełomowi dolnego i górnego karbonu (Pin *et al.*, 1987; Duthou

et al., 1991; Mierzejewski *et al.*, 1994; Kennan *et al.*, 1999; Kroener *et al.*, 2001; Machowiak, Armstrong, 2007).

Intruzja wywarła ogromny wpływ na ukształtowanie budowy geologicznej swojego bliskiego i dalszego otoczenia oraz morfologii terenu (Fig. 3, przekrój I). W „osłonie” granitu Karkonoskiego spotykamy niezwykle bogactwo skał metamorficznych, powstałych w kolejnych strefach zaawansowanych procesów przeobrażeń i ekshumowanych przez późno-alpejskie ruchy wynoszące, a następnie odsłoniętych przez głęboką erozję (Mazur *et al.*, 2006, 2007). Zachodni odcinek Geostrady Sudeckiej przebiega w większości przez obszar Masywu Karkonosko-Izerskiego, a szczególnie przez tereny zajmowane przez Jednostkę Izersko-Kowarską, zbudowaną z różnych odmian gnejsów i łupków chlorytowo-muskowitowo-biotytowych, którym towarzyszą granity i leukogranity (Fig. 3; Achramowicz, Żelaźniewicz, 1998; Cwojdziański *et al.*, 2008).

Dodatkowym skutkiem procesów magmowych i metamorficznych jest różnorodne okruszcowanie, towarzyszące zarówno strefie kontaktowej granitu karkonoskiego z osłoną metamorficzną, jak również rozmieszczone w obszarach oddalonych od intruzji, ale pozostających w zasięgu jej systemu krążenia roztworów hydrotermalnych (por. np. Karwowski, 1973; Kamiński, 1983; Mierzejewski, Oberc-Dziedzic, 1990; Mochnačka, 2000; Michniewicz, 2003). Było ono przedmiotem eksploatacji od ponad tysiąca lat, a liczne pozostałości dawnego górnictwa złota, srebra, cyny, miedzi, ołowiu, uranu i innych metali (por. Dziekoński, 1972), znajdujące się wzdłuż trasy Geostrady Zachodniosudeckiej stanowią jej dodatkowe urozmaicenie i uatrakcyjnienie. Podejmowane są próby udostępnienia niektórych podziemnych obiektów górniczych dla ruchu turystycznego (Zagożdżon, Zagożdżon, 1998).

Odrębnym zagadnieniem, niebędącym przedmiotem prezentowanej publikacji, jest bardzo bogate dziedzictwo kulturowe i obiekty przyrody ożywionej. Pamiątki po burzliwej historii tych ziem spotyka się na każdym kroku, w postaci zamków, dworów, pałaców, budowli sakralnych, zakładów przemysłowych, budowli hydrotechnicznych itp. Stanowią one ważne urozmaicenie oferty turystycznej Geostrady Zachodniosudeckiej.



Fig. 1. Panorama głównego pasma Karkonoszy, na pierwszym planie Wołowa Góra, w głębi Śnieżka, fot. W. Mayer • View of the Karkonosze main ridge with the Wołowa Góra Mt. in the foreground and the Śnieżka Mt. in the background, phot. W. Mayer

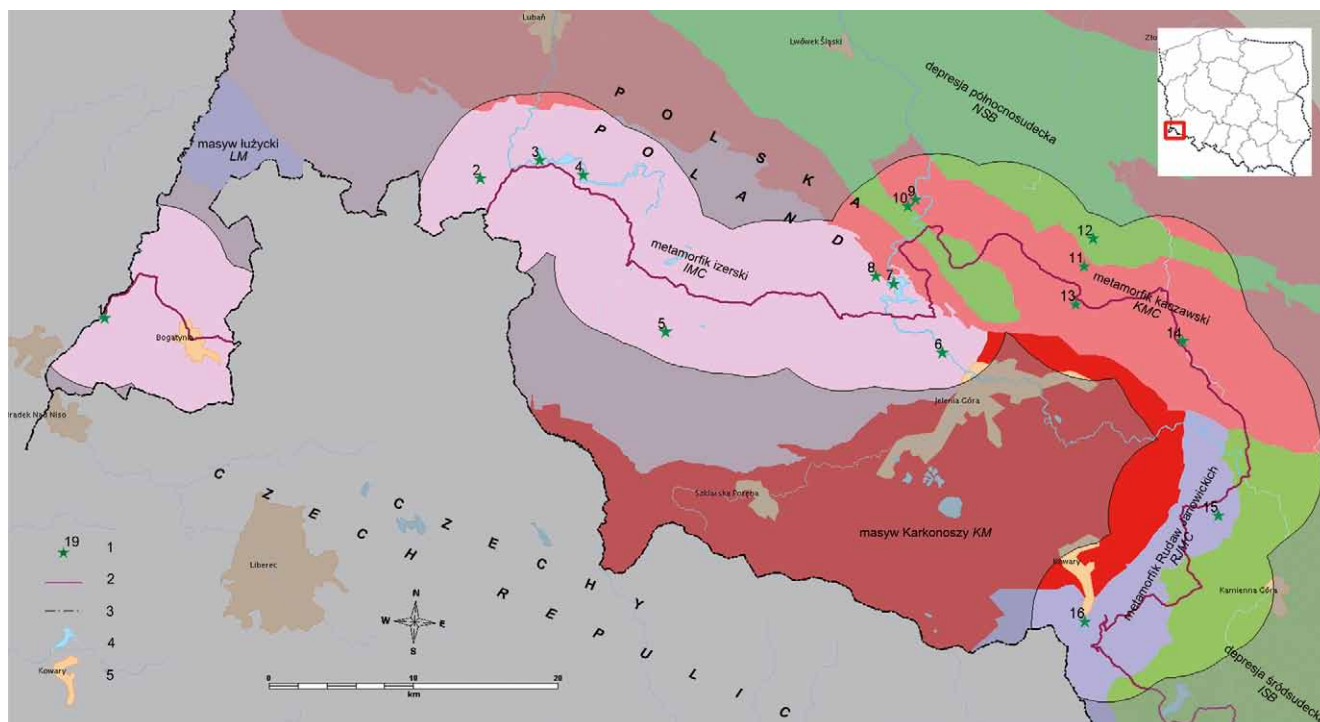


Fig. 2. Uproszczona mapa strukturalna Sudetów (wg Biela, 2009, zmienione) z trasą Geostrady Zachodniosudeckiej i wybranymi obiektami geoturystycznymi. 1 – numer obiektu geoturystycznego (zob. Tab. 1); 2 – trasa geostrady zachodniosudeckiej; 3 – granica państw; 4 – jezioro; 5 – miasto • Simplified structural map of the Sudety Mts. (after Biel, 2009, modified) with the Sudetic Geostrada Trail (western sector) and selected geotourist objects. For numbers of geosites – see Tab. 1. 1 – geosite number; 2 – Sudetic Geostrada Trail (western sector); 3 – border of country; 4 – lake; 5 – city. Explanations: IMC – Iżera Metamorphic Complex, ISB – Inner-sudetic Basin, KM – Karkonosze Massif, KMC – Kaczawa Metamorphic Complex, LM – Lusatian Massif, NSB – Northern-sudetic Basin, RJC – Rudawy Janowickie Metamorphic Complex

Trasa Geostrady Zachodniosudeckiej na tle jednostek geomorfologicznych

Jak wspomniano wcześniej, trasa Geostrady Zachodniosudeckiej rozpoczyna się na tarasie widokowym, położonym nad zachodnią krawędzią głównego wyrobiska odkrywkowej Kopalni Węgla Brunatnego Turów. Następnie okrąży ona to wyrobisko od północy, biegnąc do centrum Bogatyni i dalej na wschód, do granicy polsko-czeskiej. Na tym odcinku wykorzystuje ona Kotlinę Turoszowską, będącą częścią większej jednostki geomorfologicznej – Obniżenia Żytawsko-Zgorzeleckiego (Kondracki, 2009). Na terytorium Republiki Czeskiej trasa Geostrady wspina się na łagodne wzgórza Pogórza Iżerskiego i zachowując ogólny kierunek północno-wschodni, biegnie aż do granicy państwa, a następnie do miejscowości Leśna, położonej już na lewym brzegu rzeki Kwisy. Pomiędzy miejscowościami Leśna i Złoty Potok trasa przebiega lewym zboczem przełomowej doliny Kwisy, początkowo w kierunku wschodnim, a od rejonu Zamku Czocha skręca na południowy wschód. Pomiędzy miejscowościami Karłowiec i Mirsk Geostrada biegnie południkowo, następnie od Mirska aż do miejscowości Siedlęcín zachowuje ogólny kierunek wschodni z lokalnymi odchyleniami na południowy i północny wschód. Pomiędzy Mirskiem a Pasiecznikiem pokonuje malownicze, łagodne wzgórza i doliny Pogórza Iżerskiego, następnie, w kierunku Barcinka, schodzi do Obniżenia Starej Kamienicy (Jończy *et al.*, 2005). Od Barcinka do doliny Bobru Geostrada przebiega wzdłuż doliny

rzeki Kamienicy, lewego dopływu Bobru. W rejonie Wrzeszczyna trasa przecina dolinę Bobru, stanowiącą w tym rejonie granicę pomiędzy Pogórzem Iżerskim i Górami Kaczawskimi. Od miejscowości Siedlęcín trasa biegnie na północ, wzdłuż doliny Bobru, aż do miejscowości Nielestno, gdzie skręca na wschód, a następnie na południowy-wschód, w dolinę potoku Lipka (Potoku Chrośnickiego) (Fronia *et al.*, 2000).

Dalsza część trasy prowadzi środkiem malowniczej doliny Lipki, aż do przełęczy Chrośnickie Rozdroże, pomiędzy kolejnymi pasmami Gór Kaczawskich tj. Grzbieciem Małym i Chrośnickimi Kopami od południowego zachodu oraz Grzbieciem Północnym od północnego wschodu (Fronia *et al.*, 1999). Z Chrośnickiego Rozdroża trasa kieruje się obniżeniem pomiędzy Grzbieciem Północnym i Południowym Gór Kaczawskich i przez miejscowość Podgórkę dochodzi do doliny Kaczawy na północ od Wojcieszowa. Następnie skręca w górę doliny Kaczawy, oddzielającej na tym odcinku Grzbiet Południowy od Wschodniego. Pomiędzy Kaczorowem i Marciszowem obiega od wschodu Góry Ołowiane (fragment Grzbietu Południowego Gór Kaczawskich) i dociera ponownie do doliny Bobru. Od Marciszowa do końca Geostrady Zachodniosudeckiej, wyznaczonego na Przełęczy Kowarskiej, trasa biegnie lokalnym obniżeniem, położonym na wschód i południowy wschód od głównego grzbiecia Rudaw Janowickich i obramowanym od wschodu i południowego wschodu przez Góry Lisie oraz Góry Krucze (Fronia, Papaj, 2008/2009). Odcinek Geostrady Zachodniosudeckiej łączy się z odcinkiem Geostrady Środkowosudeckiej na głównym grzbiecie Rudaw Janowickich, ostro wspinając się od wschodu na Przełęcz Kowarską.

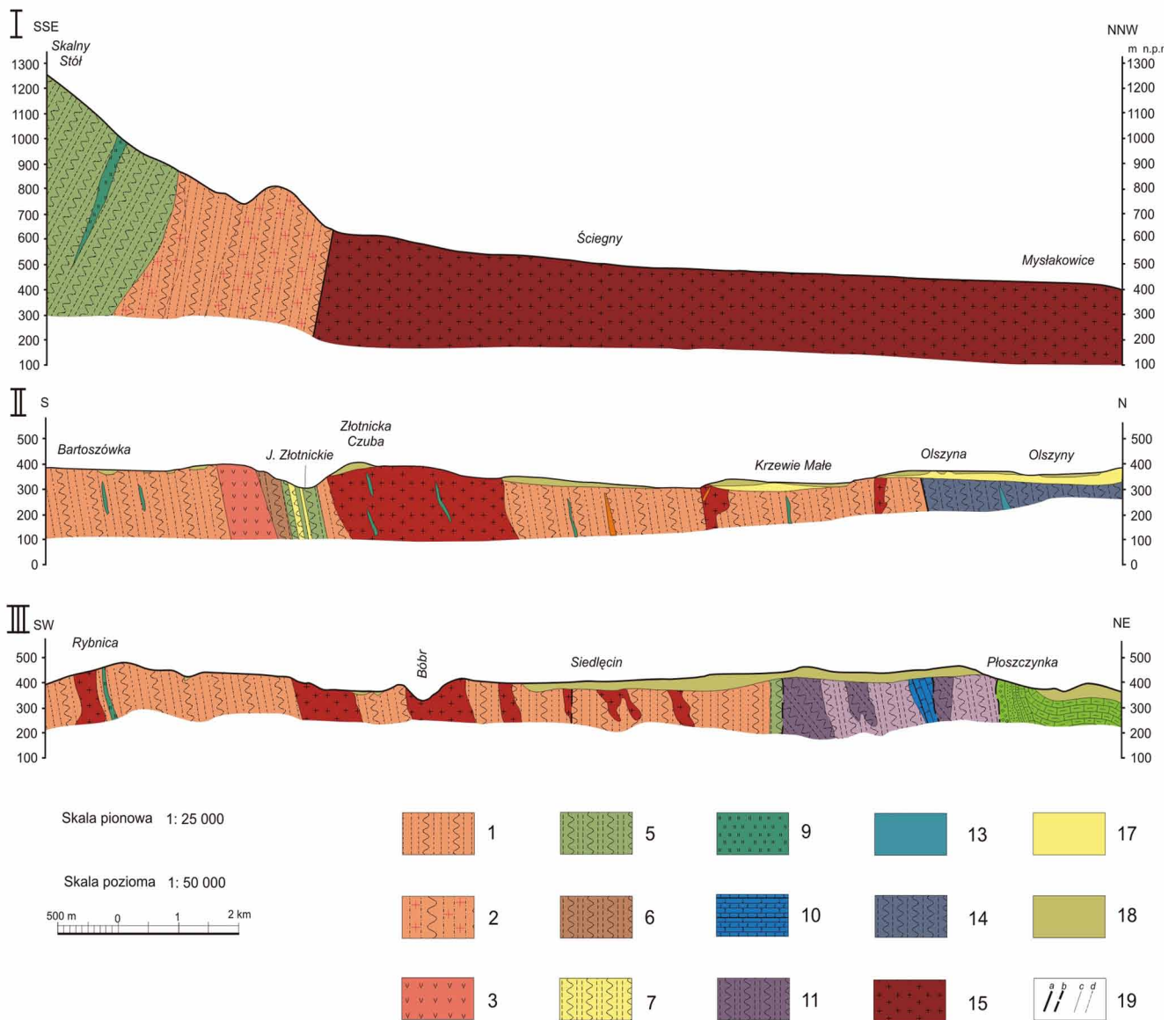


Fig. 3. Przekroje geologiczne przez metamorficzną osłonę masywu Karkonoszy w rejonie: I) Kowar; II) Leśnej (przełom Kwisy) i III) Siedlęcina (przełom Bobru) (wg Szałamacha (1957), Kurala (1967), Szałamacha (1974), zmienione). Prekambr: 1 – gnejsy; 2 – granitognejsy; 3– leukogranity drobnoziarniste, ubogie w miki; 4 – granity; 5 – łupki mikowe; 6 – łupki aplitowe; 7 – łupki kwarcytowe; 8 – żyły kwarcowe; 9 – amfibolity i łupki chlorytowe; kambr dolny i środkowy: 10 – wapienie krystaliczne; kambr-ordowik: 11 – łupki kwarcowo-serycytowo-chlorytowe z grafitem i łupki serycytowo-muskowitowo-chlorytowo-kwarcowe; kambr środkowy i górny: 12 – łupki zielencowe i zieleńce epidotowo-albitowe; kambr-sylur: 13 – diabazy; kambr-sylur: 14 – fyllity; karbon: 15 – granity grubokrystaliczne, porfirowate; cenoman i turon: 16a – zlepieńce i piaskowce zlepieńcowate, kwarcowe; 16b – piaskowce glaukonitowe i wapieniste; 16c – margle piaszczyste; trzeciorzęd: 17 – osady nierozdzielone; czwartorzęd: 18 – osady nierozdzielone; 19 – uskoki: a – pewne; b – przypuszczalne; granice warstw geologicznych: c – pewne; d – przypuszczalne • Geological cross-sections through metamorphic envelope of the Karkonosze granite in the areas of: I) Kowary; II) Leśna (the Kwisa River gap) and III) Siedlęcina (the Bóbr River gap) (after Szałamacha (1957), Kural (1967), Szałamacha (1974, modified). Precambrian: 1 – gneisses; 2 – granitic gneisses; 3 – fine crystalline, low-mica leucogranites; 4 – granites; 5 – mica schists; 6 – aplitic schists; 7 – quartzitic schists; 8 – quartz veins; 9 – amphibolites and chlorite schists; Lower/Middle Cambrian: 10 – crystalline limestones; Cambrian-Ordovician: 11 – quartz-sericite-chlorite schists with graphite and sericite-muscovite-chlorite-quartz schists; Middle/Upper Cambrian: 12 – greenschists and epidote-albite greenstones; Cambrian-Silurian: 13 – diabases; Cambrian-Silurian: 14 – phyllites; Carboniferous: 15 – coarse-crystalline, porphyritic granites; Cenomanian/Turonian: 16a – quartz conglomerates and conglomeratic sandstones; 16b – glauconitic and calcareous sandstones; 16c – sandy marls; Tertiary: 17 – sediments, undivided; Quaternary: 18 – sediments, undivided; 19 – faults: a – observed; b – inferred; geological boundaries: c – observed; d – inferred

Przebieg Geostrady Zachodniosudeckiej na tle budowy geologicznej Sudetów

Zachodni odcinek Geostrady Sudeckiej przebiega przez obszar jednostek zbudowanych głównie ze skał metamorficznych, w mniejszym stopniu osadowych (Fig. 2, 3), sporadycznie przechodząc w pobliżu drobnych intruzji młodych wulkanitów neogeńskich (Oberc, 1972; Krentz *et al.*, 2000; Kozdrój *et al.*, 2001; Cwojdzński *et al.*, 2008). Idąc kolejno od zachodu, trasa przecina główne jednostki strukturalne: metamorfik Izerski (wchodzący w skład większej jednostki tzw. masywu karkonosko-izerskiego) (IMC) – jednostkę Mirska, Gryfowa, Złotnik Lubańskich, ponownie Mirska, dalej Lubomierza. Następnie przechodzi przez metamorfik kaczawski (KMC) – jednostkę Pilchowic, niewielki fragment depresji północnosudeckiej (NSB), tzw. rów Wlenia, ponownie przez metamorfik kaczawski (KMC) – jednostkę Wlenia, jeszcze raz przez rów Wlenia i metamorfik kaczawski (KMC) – przechodząc pomiędzy granicami jednostek niższego rzędu tj. jednostki Wlenia, Świerzawy, Radzimowic, Bolkowa i Dobromierza, a następnie przez niewielki fragment depresji śródsudeckiej (ISB). Dalej wkracza ponownie na teren masywu karkonosko-izerskiego (metamorfik Rudaw Janowickich, RJMC) – jednostkę Przybłkowic (element metamorfiku kaczawskiego nasunięty na metamorfik Rudaw Janowickich), Leszczyńca, Czarnowa, ponownie Leszczyńca, a następnie wchodzi jeszcze raz na fragment depresji śródsudeckiej (ISB) i w końcowym odcinku ponownie w metamorfik Rudaw Janowickich (RJMC) – jednostkę Leszczyńca i Czarnowa (Fig. 2; Krentz *et al.*, 2000; Kozdrój *et al.*, 2001; Cymerman (red.), 2004). Omija ona od północy i wschodu waryscyjski masyw granitowy Karkonoszy (KM), stanowiący najlepiej poznany geoturystycznie i najliczniej odwiedzany przez turystów rejon Sudetów Zachodnich (Fig. 2).

Ponadto w pasie odcinka zachodniego Geostrady, na południe od Mirska, znajdują się obiekty geoturystyczne położone w metamorfiku izerskim (IMC), w jednostce Starej Kamienicy (tzw. paśmie łupkowym Starej Kamienicy) z mineralizacją cynową. Natomiast w rejonie Kowar położone są obiekty geoturystyczne, znajdujące się na obszarze jednostki Kowar, w obrębie metamorfiku Rudaw Janowickich (RJMC) i jednostki Velkej Upy-Śnieżki, należącej już do metamorfiku Południowych Karkonoszy (SKMC), najpełniej wykształconej po stronie czeskiej, jak również w samym masywie Karkonoszy (KM).

Na obszarze metamorfiku izerskiego (IMC) wybrano 8 obiektów geoturystycznych (OGT) (Fig. 2; Tab. 1). Pięć z nich tj. przełom rzeki Kwisy w rejonie Jeziora Leśniańskiego (OGT 3), przełom rzeki Kwisy w rejonie Jeziora Złotnickiego (OGT 4), skałki gnejsowe na brzegu Jeziora Modrego (OGT 6), przełom rzeki Bóbr w Pilchowicach (OGT 7), wodospad w Dzikim Wąwozie w Pokrzywniku (OGT 8) znajdują się na wychodniach granitognejsów izerskich. Jeden z nich, tj. sztolnia Trzech Braci (Drei Brüder) koło Przecznicy (OGT 5) położony jest w obrębie łupków metamorficznych, budujących pasmo Starej Kamienicy (Fig. 2, 3). Wszystkie powyższe punkty usytuowane są bezpośrednio na wychodniach dolnopaleozoicznej (kambr górny – ordowik dolny) serii skał infra-krystalnych (dolnoskorupowych). W przypadku dwóch pozostałych punktów skały metamorficzne wyżej wymienionej serii

występują bądź w podłożu niecki Turowskiej (Kasiński, Panasiuk, 1987; Kasiński, 1999), wypełnionej trzeciorzędowymi i czwartorzędowymi osadami klastycznymi (OGT 1 – punkt widokowy KWB Turów w Bogatyni-Turowskiej), bądź w jej pobliżu, a zostały przebite intruzjami bazaltoidów neogeńskich (OGT 2 – pomnik przyrody nieożywionej Stożek Perkuna na wzgórzu Ciasnota koło Grabiszyc).

W metamorfiku kaczawskim (KMC) znajduje się 5 OGT tj. staropaleozoiczne ławy poduszkowe pod zamkiem we Wleniu (OGT 9), neogeńskie skałki bazaltowe Porwaki koło Wlenia (OGT 10), staropaleozoiczne ławy poduszkowe w Około koło Lubiechowej (OGT 11), kamieniołom dolnopaleozoicznych marmurów pod przełęczą Kapella w Dziwiszowie (OGT 13), kamieniołom kambryjskich marmurów na górze Miłek w Wojcieszowie (OGT 14; Fig. 2). Kamieniołom dolnopaleozoicznych marmurów w Lubiechowej (OGT 12) położony jest w obrębie depresji północnosudeckiej (NSB), a Kolorowe Jeziora w kopalni łupków pirytonośnych w Wieściszowicach (OGT 15) oraz podziemna trasa turystyczna Sztolnia Kowary (OGT 16) znajdują się na terenie metamorfiku Rudaw Janowickich (RJMC) (Fig. 2).

Przegląd atrakcji geoturystycznych Geostrady Zachodniosudeckiej

Koncepcja Geostrady Sudeckiej oparta została na geostanowiskach położonych w odległości nie większej niż 5 km od osi drogi. Przez geostanowisko rozumiane są wszelkiego rodzaju obiekty geologiczne i górnicze, np. kamieniołomy i kopalnie podziemne (czynne i nieczynne), ślady działalności górniczej: sztolnie, szyby, wkopy udostępniające i rozpoznawcze (szurfy), hałdy, kopanki, miejsca wzbogacania i przeróbki kopalin, wapienniki, a także wychodnie skał w odsłonięciach naturalnych (skałki, przełomy rzeczne) i sztucznych (przekopy drogowe, kolejowe itp.), jaskinie, torfowiska, wodospady, źródła, wywierzyśka i źródła, formy geomorfologiczne, punkty widokowe, budowle hydrotechniczne, muzea mineralogiczne, geologiczne i górnicze, czy wreszcie powierzchniowe i podziemne ścieżki oraz trasy geoturystyczne. Spośród przeanalizowanych ok. 300 obiektów, wytypowano 43 najciekawsze i najbardziej atrakcyjne, które stanowią będą główne przystanki na trasie Geostrady tzw. obiekty geoturystyczne (OGT). Wzdłuż Geostrady Zachodniosudeckiej wybrano 16 obiektów geoturystycznych (OGT), których zestawienie przedstawia tabela nr 1.

Depresja Turowska

Geostrada Zachodniosudecka umożliwia zapoznanie się z szeregiem interesujących obiektów prezentujących walory przyrody nieożywionej. Pierwszym z nich, będącym zarazem początkiem Geostrady jest słabo zagospodarowany taras widokowy przy krawędzi odkrywkowej Kopalni Węgla Brunatnego (KWB) Turów w Bogatyni-Turowskiej (OGT 1; Fig. 4). Z tarasu widoczna jest szeroka panorama depresji Turowskiej, podkreślona przez antropogeniczne wyrobisko, założone w trzeciorzędowych osadach klastycznych, z pokładami mioceńskich węgla brunatnych (Ciuk, 1951; Czeczott, 1970; Hummel, 1970; Juchniewicz, 1970; Nosek, 1970; Kozłowski, Szpila, 1974; Narębski, 1974; Heflik, Matl, 1976; Kanasiewicz, 1987).

Tab. 1. Najatrakcyjniejsze geostanowiska polskiej części Geostrady Zachodniosudeckiej • Selected, most attractive geosites of the Polish part of the Sudetic Geostrada Trail (western sector)

Nr geostanowiska Geosite number	Nazwa geostanowiska Geosite name	Forma geostanowiska Geosite type
OGT 1	Punkt widokowy na KWB Turów w Bogatyni-Turoszowie Outlook of the Turów Lignite Mine in Bogatynia-Turoszów	punkt widokowy view point
OGT 2	Stożek bazaltowy Perkuna na wzgórzu Ciasnota koło Grabiszyc The Perkun basalt cone in the Ciasnota Hill near Grabiszyce	łom nieczynny dormant quarry
OGT 3	Zapora na Jeziorze Leśniańskim The dam of the Leśna reservoir	tama dam
OGT 4	Zapora na Jeziorze Złotnickim The dam of the Złotniki reservoir	tama dam
OGT 5	Sztolnia Trzech Braci (Drei Brüder) koło Przecznic The Three Brothers Adit near Przecznic	sztolnia adit
OGT 6	Skałki gnejsowe na brzegu Jeziora Modrego Gneiss rocks at the Modre Lake shore	skałki rocks
OGT 7	Tama na Bobrze w Pilchowicach The dam on the Bóbr River in Pilchowice	tama dam
OGT 8	Wodospad w Dzikim Wąwozie w Pokrzywniku The Wild Gorge waterfall in Pokrzywnik	wodospad waterfall
OGT 9	Lawy poduszkowe pod zamkiem we Wleniu Pillow lava basalts near the castle in Wleń	skałki rocks
OGT 10	Skałki bazaltowe Porwaki koło Wlenia The Porwaki basalt rocks near Wleń	łom nieczynny dormant quarry
OGT 11	Lawy poduszkowe w Okolu koło Lubiechowej Pillow lavas in Okole near Lubiechowa	skałki rocks
OGT 12	Kamieniołom melafirów w Lubiechowej The Lubiechowa melaphyre quarry	kamieniołom nieczynny dormant quarry
OGT 13	Kamieniołom marmurów pod przełęczą Kapella w Dziwiszowie The marble quarry near Kapella Pass in Dziwiszów	łom czynny active quarry
OGT 14	Kamieniołom marmurów na górze Miłek w Wojcieszowie The marble quarry at the Miłek Hill in Wojcieszów	kamieniołom nieczynny dormant quarry
OGT 15	Kolorowe Jeziora w kopalni łupków pirytonośnych w Wieściszowicach The Coloured Lakes at the pyrite-bearing schists mine in Wieściszowice	kopalnia nieczynna dormant mine
OGT 16	Podziemna trasa turystyczna Sztolnie Kowary The underground tourist trail "The Kowary Adits"	sztolnia adit

Zostały one złożone w zagłębieniu tektonicznym, którego fundament budują skały krystaliczne metamorfiku izerskiego (IMC). W depresji Turoszowskiej odsłonięcia skał podłoża, tj. granitów rumburskich (Oberc-Dziedzic, 2007) o wieku kambr górny-ordowik dolny należą do rzadkości i znajdują się głównie w przelomie rzeki Nysy Łużyckiej, czy w odsłonięciach sztucznych np. we wkopie kolejowym w Trzcińcu Dolnym (aktualnie dzielnica Bogatyni), nieopodal mostu kolejowego na Nysie Łużyckiej.

Kopalnia Turów, po uzyskaniu odpowiedniego zezwolenia, umożliwia zwiedzenie Muzeum Górniczego KWB Turów położonego na terenie kopalni, w tzw. Sali Zbornej. Jest to bardzo dobrze przygotowana ekspozycja o szerokiej tematyce geologicznej, górniczej i historycznej. Przy wejściu do muzeum znajduje się pień uwęglonego drzewa trzeciorzędowego, wydobyty w kopalni Turów (Fig. 5).

W południowo-wschodniej części niecki Turoszowskiej na wschodnich obrzeżeniach Bogatyni trasa przecina jedną z licznych intruzji bazaltoidów neogeńskich (Szymkowiak, Panasiuk, 1985), które najlepiej odsłonięte są w nieczynnym łomie bazaltów Bartek w Markocicach (południowo-wschodnia dzielnica Bogatyni), na południowo-zachodnim zboczu wzniesienia Koło Obserwatora (340 m n.p.m.). Widać tu dobrze rozwinięty system ciosu termicznego (system regularnych spękań związanych z kurczeniem się bazaltów w czasie stygnięcia) (Fig. 6). Klasyczne słupy bazaltowe wykorzystywane były w przeszłości w okolicy, jako gotowy materiał budowlany, stosowany przy budowie ogrodzeń, czy obwałowań koryt rzecznych itp. (np. obwałowania potoku Miedzianka).

Przełomowa dolina rzeki Kwisy w rejonie Jezior Leśniańskiego i Złotnickiego

Na wschód od Frydlantu trasa wkracza ponownie na obszar Polski w pobliżu przejścia granicznego Srbská/Miłoszów. W tym rejonie w rozcięciach erozyjnych pojawiają się na powierzchni terenu główne skały budujące metamorfik izerski (IMC), czyli gnejsy o wieku kambr górny-ordowik dolny, zmetamorfizowane w facji amfibolitowej, należące do tzw. jednostki Mirska. W kierunku Leśnej, w pasie geostrady znajdują się malownicze i stosunkowo słabo zalesione wzgórza, stanowiące szczątki trzeciorzędowych stożków wulkanicznych – Stożek Perkuna na wzgórzu Ciasnota i mniej atrakcyjny Stożek Światowida. Ten pierwszy jest stożkiem bazaltoidowym, z regularnie rozwiniętym systemem spękań ciosowych, wygiętych na kształt róży (OGT 2; Fig. 7). Oba są chronione jako pomniki przyrody nieożywionej (Gawlikowska, 2000). W znajdującym się nieopodal starym wyrobisku kamieniołomu w Grabiszycach, pod koniec 2009 roku wznowiono eksploatację. W przeszłości kamieniołom znany był z malowniczego jeziora, którego brzegi stanowiły słupy bazaltowe.

W Leśnej-Baworowie, tuż przy parkingu Fabryki Części Maszyn Włókienniczych i Odlewni Metali, rozpoczyna się przełomowa dolina Kwisy wraz z dwoma jeziorami zaporowymi: Leśniańskim (OGT 3) i Złotnickim (OGT 4; Fig. 8; Bena, Paczos, 2009). Trasa poprowadzona została wzdłuż południowego brzegu przełomowej doliny rzeki Kwisy, aż do miejscowości Złoty Potok. Kwisa w tym rejonie przecina opisywane wcześniej skały gnejsowe, należące do jednostki Mirska. Na północ od jezior zaporowych rozpoczyna się jednostka Gryfowa. Po południowej stronie Jeziora Złotnickiego znajdują się wychodnie łupków mikowych, należące do najbardziej na północ wysuniętego pasma łupkowego metamorfiku izerskiego (IMC), czyli pasma Złotnik Lubańskich.

Kierując się z Leśnej w górę doliny Kwisy napotykamy dość mocno zarośnięty taras widokowy, z którego można obejrzeć meandrujące koryto rzeki oraz w tle, bazaltowe stożki między Miłoszowem a Leśną, a dalej gnejsowe Orle Skały i zaporowe jeziora: Leśniańskie (OGT 3) i Złotnickie (OGT 4; Fig. 8). Obie zapory są przykładami budowli geotechnicznych (Fig. 9, 10), posadowionych w najwęższych miejscach przełomowych odcinków rzeki. O atrakcyjności przełomu Kwisy decydują jego walory krajobrazowe, dobre odsłonięcia gnejsów izerskich i łupków (Fig. 11) oraz inne atrakcje turystyczne tj. pobliski Zamek Czocho (Fig. 12), ruiny zamku Rajsko i Wieża Szubieniczna w Złotnikach Lubańskich.

W Leśnej-Baworowie oraz na południowych przedmieściach Leśnej, przy drodze prowadzącej w kierunku zamku Świecie i Świeradowa Zdroju, znajduje się szereg sztolni będących pozostałościami po niemieckim kompleksie militarnym z okresu drugiej wojny światowej, w którym produkowano i testowano silniki do broni rakietowej. Sztolnie wykute zostały w granitognejsach i gnejsach słojuowo-oczkowych metamorfiku izerskiego (IMC) przez więźniów obozu Arbeitslager Hartmannsdorf, filii obozu Gross Rosen.

Dalej trasa Geostrady biegnie w kierunku południowo-wschodnim, przez jednostkę Mirska zbudowaną z gnejsów. Pomiędzy Mirskiem i Wrzeszczynem gnejsy izerskie przecięte są równoleżnikowo przez wyraźnie zaznaczające się

w morfologii pasmo łupkowe Starej Kamienicy, z którym związany jest historyczny okręg wydobywania rud cyny w Sudetach Zachodnich. Dzięki położeniu pasma wzdłuż północnej krawędzi granitu Karkonoszy i w następstwie zmian, które zaszły w jego aureoli kontaktowej (strefie w otoczeniu ciała magmowego, w której skały podlegają metamorfizmowi kontaktowemu) w wielu miejscach możemy obserwować różnorodne przejawy metamorfizmu termicznego.



Fig. 4. Widok na wyrobisko KWB Turów w Bogatyni-Turoszowie z tarasu widokowego (OGT 1), fot. W. Mayer • The Turów lignite open-pit (OGT 1) – view from outlook platform, phot. W. Mayer



Fig. 5. Uwęglony pień trzeciorzędowy, z formacji burowęglowej, z KWB Turów, eksponowany w pobliżu Muzeum Górniczego KWB Turów, fot. M. Łodziński • Carbonified trunk (Tertiary in age) from brown-coal formation at the Turów lignite open-pit exhibited at the front of the Mining Museum, phot. M. Łodziński



Fig. 6. Nieczynny łom neogeńskich bazaltów Bartek w Bogatyni-Markocicach, na południowo-zachodnim zboczu wzniesienia Koło Obserwatora (340 m n.p.m.), z dobrze rozwiniętym systemem ciosu termicznego, fot. M. Łodziński • The Bartek abandoned quarry of Neogene basalts in Bogatynia-Markocice with well-developed thermal joint system, southwestern slopes of the Koło Obserwatora Hill (340 m a.s.l.), phot. M. Łodziński



Fig. 7. Stożek Perkuna na wzgórzu Ciasnota – trzeciorzędowy stożek bazaltoidowy, z wygiętym na kształt róży systemem spękań ciosowych (OGT 2), fot. M. Łodziński • The Perkun Cone in the Ciasnota Hill (OGT 2) – Tertiary basaltoid extrusion with rose-like joint system, phot. M. Łodziński

Sudecki Szlak Cynowy między Czerniawą-Zdrojem a Przecznicą

W związku z projektem Geostrady Sudeckiej powstał pomysł utworzenia ścieżki geoturystycznej: „Sudecki Szlak Cynowy” prowadzącej przez miejsca eksploatacji rud cyny. Szlak zaczyna się na terenie Czech, w miejscowości Nove Mesto nad Smrkem, gdzie od końca XVI do połowy XVII wieku oraz w XX wieku eksploatowano rudę cyny. Ten fragment szlaku przygotowany zostanie przez zespół opracowujący czeską część Geostrady Sudeckiej. Po stronie polskiej szlak prowadzi przez Czerniawę-Zdrój, Orłowice, Krobicę, a następnie podnóżami Pasma Kamienieckiego, poprzez Kotlinę i Gierczyn do Przecznicy.

Utwory metamorficzne, w których występuje mineralizacja cynowo-polimetaliczna, należą do jednostki Izersko-Kowarskiej. Są to różne odmiany łupków krystalicznych, głównie chlorytowych, chlorytowo-biotytowych i chlorytowo-muskowitowych, niekiedy zawierających duże granaty. Tworzą one najdłuższe z trzech pasm łupkowych północnej części jednostki Izersko-Kowarskiej, zwane pasmem Starej Kamienicy. Skały te znane są z odsłoneń naturalnych i kamieniołomów oraz z wierceń dokumentujących złoża cyny, prowadzonych w latach 80. przez Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu. Łupki

pasma Starej Kamienicy są uważane za osłonę metamorficzną kambryjskiej (ok. 500 Ma) intruzji granitoidowej, która była protolitem (skałą wyjściową, która uległa metamorfizmowi) gnejsów izerskich (Zelaźniewicz *et al.*, 2003).

Łupki pasma Starej Kamienicy zawierają ubogą mineralizację cynowo-miedziowo-polimetaliczną. Tworzy ona cienkie strefy rozproszonego, drobnokrystalicznego kasyterytu, zgodne z foliacją łupków (równoległym ułożeniem mik w łupkach) oraz żyły kwarcowe z mineralizacją. Kasyterytowi towarzyszy mineralizacja polimetaliczna: pirotyt, chalkopiryt, pirytyt, sfaleryt, galena, arsenopiryt, minerały niklu oraz kobaltu i inne. Była ona wielokrotnie opisywana w literaturze (por. np. Jaskólski, 1948, tamże starsza literatura niemiecka; Jaskólski, Mochnacka, 1958; Jaskólski, 1967a; Wiszniewska, 1983; Speczik, Wiszniewska, 1984; Michniewicz, 1991; Michniewicz *et al.*, 2006).

Mineralizacja kruszcowa była przedmiotem eksploatacji od XVI wieku (Madziarz, Sztuk, 2006; Chojnacki, 2008). Dziekoński (1972; tamże Fig. 113) podaje 16 miejsc eksploatacji rud cyny, miedzi i kobaltu, ciągnących się wzdłuż północnych zboczy pasma Kamienieckiego, pomiędzy Krobicą, a Przecznicą. Miejsca te są elementami Sudeckiego Szlaku Cynowego.



Fig. 8. Złotnickie jezioro zaporowe na rzece Kwisa (OGT 4), fot. M. Łodziński • The Złotniki reservoir on the Kwisa River (OGT 4), phot. M. Łodziński

Na terenie Polski Szlak Cynowy rozpoczyna się w Czerniawie-Zdroju, gdzie stopień odsłonięcia obiektów geologicznych i górniczych jest niewielki. W Orłowicach natomiast w dużym, czynnym kamieniołomie odsłaniają się łupki chlorytowo-biotytowo-muskowitowe pasma Kamienieckiego. Jest to największe odsłonięcie tych utworów na terenie Polski. Widoczne są różne odmiany petrograficzne łupków, a także struktury deformacyjne. Opisano tu ponadto mineralizację kasyterytową w intensywnie zielonych łupkach chlorytowych (Szałamacha, Szałamacha, 1974). Kamieniołom ten słynie wśród kolekcjonerów minerałów z okazów łupków krystalicznych z dużymi (do 1,5 cm średnicy), idiomorficznymi kryształami granatów.

Drugim punktem Szlaku Cynowego jest teren dawnych kopalń Johann Sigismund i Johannes, znajdujący się przy zachodniej drodze do miejscowości Kotlina. W odległości około 200 m na północ od drogi z Krobicy do Gierczyna znajdują się pozostałości kopalń, w których eksploatację prowadzono w II połowie wieku XVIII (Dziekoński, 1972). Na podstawie mapy opublikowanej przez Dziekońskiego (1972; tamże Fig. 14) można pokusić się o identyfikację niektórych zachowanych wyrobisk. Wylot sztolni, który odnaleźć można w prawym brzegu Krobickiego Potoku, należy prawdopodobnie do tzw. sztolni Gwarectwa Rungego. Jest ona dobrze zachowana i dostępna na odcinku około 100 m. Dalej na wschód, w lesie przy drodze do Kotliny spotkać można liczne ślady po szybikach i hałdy, ciągnące się na odcinku około 500 m, o słabym stopniu zachowania, ale o wdzięcznych nazwach np. Dziurawa klatka (niem., Kauenloch), czy Nieznane Szczęście (niem., Unbekanntes

Glück) (por. Dziekoński, 1972). Jest tu też widoczny zasypany fragment wyrobiska, który należy prawdopodobnie do sztolni Leopold. Pod koniec 2009 roku gmina Mirsk rozpoczęła w tym rejonie budowę podziemnej trasy turystycznej. W ramach prac udostępniających stare wyrobiska odsłonięty został wylot sztolni odwadniającej Leopold (Fig. 13; por. Dziekoński, 1972; tamże Fig. 114).

Przy okazji zwiedzania pozostałości po kopalniach cyny warto udać się drogą do miejscowości Kotlina. Na zachód od ruin ośrodka młodzieżowego, zbudowanego jeszcze w latach 20., znajduje się stary, nieczynny kamieniołom, w którym odsłania się spągowa część profilu łupków pasma Starej Kamienicy. Są to łupki chlorytowo-biotytowe, silnie zsylikowane, z licznymi deformacjami i żyłami kwarcowymi (Fig. 14). Na ścianach kamieniołomu zachowały się wryte w kamieniu nazwiska turystów i daty pobytu (Fig. 15). Miejsce to ma także wyjątkowe walory widokowe – otwiera się stąd wspaniała panorama, sięgająca na zachód aż po obszar Turoszowa, gdzie przy dobrej widoczności widać kominy elektrowni, na północy – daleko na Pogórze Izerskie i na wschód, aż po Rudawy Janowickie i Góry Kamienne.

Kolejnym punktem jest miejsce dawnej kopalni Psi Grzbiet (niem. Hundsrücken), położonej przy wschodniej drodze do Kotliny. Była to jedna z największych kopalń w rejonie Gierczyna-Przecznicy. Eksploatację rozpoczęto z końcem XVI wieku (Dziekoński, 1972). Na stosunkowo niewielkim obszarze, po obu stronach drogi zachowały się pozostałości szybików i częściowo zasypane wejścia do sztolni oraz pozostałości grobli i stawów, w których płukano rudę.



Fig. 9. Zapora Leśniańska (OGT 3) – przykład budowy geotechnicznej, posadowionej w najbardziej przełomowej gardzieli gnejsowej rzeki Kwisy, fot. M. Łodziński • The Leśna dam (OGT 3) – an example of historical hydrotechnical construction founded at the Kwisa River water gap incised in gneisses, phot. M. Łodziński

Dalej w kierunku wschodnim napotykamy pozostałości kopalni Gierczyn. Obecnie widoczne ślady po dwóch szybach i duża hałda pochodzą z ostatniego okresu eksploatacji rud cyny, który rozpoczął się w roku 1938 (Jaskólski, 1967a). Wyrobiska podziemne nowej kopalni Gierczyn dostępne były jeszcze w latach 50., a w latach 80. podjęto w rejonie Gierczyna i Przeczniczy nowe prace dokumentacyjne złoża, które jednak nie dały zadowalających rezultatów. W tym rejonie znajdują się także ślady świadczące o funkcjonowaniu przeszło 300 lat wcześniej kopalni: Czerwony Ranek, Bogate Szczęście i Fryderyk Wilhelm (Dziekoński, 1972; Schakel, Lorenz, 2009). Pomiędzy Gierczynem a Przecznicą, przy drodze leśnej znajdują się sztolnie kopalni kobaltu Trzech Braci (niem., Drei Brüder) uruchomione po 1769 roku, jedynie na okres około 10 lat (Dziekoński, 1972). Jedna ze sztolni zachowana jest w dobrym stanie i po odwodnieniu może być udostępniona dla turystów. W jej sąsiedztwie znajduje się także niewielka hałda. Sztolnia proponowana jest jako obiekt geoturystyczny (OGT 5; Fig. 16).

Ostatnią kopalnią Sudeckiego Szlaku Cynowego jest Anna Maria – kopalnia rud kobaltu w Przeczniczy. Mineralizacja kruszcowa obejmuje pirotyt, sfaleryt, chalkopiryt, arsenopiryt, piryt, galenę i kobaltyn (Piestrzyński *et al.*, 1992). Kopalnię uruchomiono w roku 1769, a prace górnicze trwały do 1844 roku (Dziekoński, 1972). Zachowały się pozostałości wyrobisk (szyb, sztolnia) i hałda głównego szybu. Do Szlaku Cynowego można też włączyć znane odsłonięcie skarnów (skał węglanowo-krzemianowych) w nieczynnym łomie skarnów w Starej Kamienicy, gdzie występuje mineralizacja polimetaliczna (Wiszniewska, 1983), również związana z bliskim sąsiedztwem plutonu Karkonoszy (wielkiego ciała magmowego, powstałego w wyniku zakrzepnięcia magmy granitowej).

Neogeńskie wulkany bazaltowe rejonu Rębiszowa

Na wysokości Rębiszowa, Proszowej, Kłopotnicy i Grudzy, na obszarze otaczającym trasę Geostrady znowu pojawiają się miocenne wulkany dolnośląskiej formacji bazaltoidowej. Eksploatowane są one w kamieniołomach bazaltów w kilku wyrobiskach: północnym na Odartych Skałach (aktualnie nieczynne), południowym na Górze Urwista,



Fig. 10. Zapora Złotnicka (OGT 4) z doskonałymi odsłonięciami gnejsów izerskich, fot. M. Łodziński • The Złotniki dam (OGT 4) with perfect exposures of the Izera Gneisses, phot. M. Łodziński



Fig. 11. Tunel wydrążony w gnejsach izerskich, wykorzystujący naturalne powierzchnie ciosowe, prowadzący do Zapory Złotnickiej (OGT 4), fot. M. Łodziński • Tunnel cut in the Izera Gneisses using the joint system, road to the Złotniki dam (OGT 4), phot. M. Łodziński

północno-wschodnim na Górze Wygorzel (wszystkie w Rębiszowie) oraz w kamieniołomie bazaltów na Górze Kamienistej (Koziej Górze) w Kłopotnicy.

Przełomowa dolina Bobru

Centralna część trasy Geostrady Zachodniosudeckiej przebiega w pobliżu niezwykle malowniczej doliny Bobru. Oddziela ona tutaj pasma wzgórz Pogórza Izerskiego od głównych grzbietów Gór Kaczawskich. Rzeka Bóbr przecina kolejne pasma wzgórz zbudowanych z mezometamorficznych i epimetamorficznych kompleksów (zespołów skał, powsta-

łych odpowiednio w pośredniej i płytkiej strefie metamorfizmu) osłony batolitu karkonoskiego, a także z niezmetamorfizowanych fragmentów pokryw permo-mezozoicznych, tworząc liczne, piękne formy morfologiczne (Fig. 3). W rejonie Jeziora Pilchowickiego i Wlenia trasa biegnie



Fig. 12. Największa atrakcja dziedzictwa kulturowego w przełomie Kwisy – Zamek Czochoa, fot. M. Łodziński • The Czochoa Castle – top-class historical monument and cultural heritage site along the Kwisa River water gorge, phot. M. Łodziński



Fig. 13. Wylot sztolni odwadniającej Leopold na prawym brzegu Potoku Krobickiego w Kotlinie, odsłonięty w ramach prac udostępniających trasę geoturystyczną, fot. W. Mayer • Entrance to the Leopold drainage adit in the right bank of the Krobicki Stream in Kotlina exposed during the development of underground tourist trail, phot. W. Mayer

wschodnim skrajem infrakrustalnej jednostki izerskiej (IMC), zbudowanej z mezometamorficznych skał krystalicznych (głównie gnejsów i granitognejsów), epimetamorficznej, suprakrustalnej (górnoskorupowej) jednostki Pilchowickiej oraz należącej do permo-mezozoicznego piętra strukturalnego (kompleksu skał o odrębnym stylu tektonicznym, w porównaniu do skał niżej i wyżej leżących w profilu), osadowej, niezmetamorfizowanej jednostki rowu Wlenia.



Fig. 14. Ściana z silnie zsylikowanych łupków chlorytowo-biotytowych, pasma Starej Kamienicy, z dobrze widocznymi płaszczyznami foliacji i lokalnymi zafaldowaniami, w nieczynnym kamieniołomie w Kotlinie, fot. M. Łodziński • Strongly silicified, chlorite-biotite schists with foliation surfaces and folds in an abandoned quarry in Kotlina, the Stara Kamienica schist belt, phot. M. Łodziński



Fig. 15. Na ścianach kamieniołomu zachowały się wyryte w kamieniu nazwiska turystów i daty pobytu, fot. W. Mayer • Visitors names and visit dates carved in the walls of schist quarry in Kotlina, phot. W. Mayer



Fig. 16. Wejście do zalanej sztolni kopalni kobaltu Trzech Braci (niem., Drei Brüder) pomiędzy Gierczynem, a Przecznicą (OGT 5), fot. M. Łodziński • Entrance to flooded Three Brothers (niem., Drei Brüder) adit between Gierczyn and Przecznicia (OGT 5), phot. M. Łodziński

Utwory te otoczone są staropaleozoicznymi wylewami bazaltoidowymi grzbietu śródoceanicznego (typu MORB – mid-ocean rift basalts), należącymi do jednostki Bolkowa. Tak duża zmienność strukturalno-litologiczna zaowocowała dużą liczbą interesujących geostanowisk. Są to: przełom Bobru pomiędzy Jelenią Górą, a Siedlęcinem tzw. Borowy Jar i Jezioro Modre, z licznymi, gnejsowymi formami skałkowymi (OGT 6), przełom Wrzeszczyński i Jezioro Pilchowskie z zaporą i hydroelektrownią (OGT 7) oraz malowniczy krajobrazowo i niezwykle zróżnicowany geologicznie rejon Wlenia.

Pomiędzy Jelenią Górą a miejscowością Siedlęcina rzeka Bóbr przełamuje się przez wschodni kraniec Wysoczyzny Rybnicy zbudowanej tutaj głównie z gnejsów i granitognejsów mezometamorficznej jednostki Lubomierza. Rzeka płynie na tym odcinku głęboko wciętą doliną o stromych zboczach z licznymi skałkami gnejsowymi. Południowy, prostoliniowy odcinek przełomu nosi nazwę Borowego Jaru (Fronia *et al.*, 2000). Powyżej miejscowości Siedlęcina, w przewężeniu doliny, w pobliżu wylotu przełomu wybudowano zaporę i hydroelektrownię Bobrowice II. Spiętrzone wody Bobru utworzyły malownicze Jezioro Pilchowskie. Brzegi jeziora są strome, miejscami tworzą je niemal pionowe skałki gnejsowe



Fig. 17. Żyły diabazowe w kompleksie gnejsowym (OGT 6) obok pensjonatu Perła Zachodu nad Jeziorem Modrym, fot. M. Stefaniuk • Diabase veins cutting gneiss complex (OGT 6) near the Perła Zachodu guest house at the Blue Lake, phot. M. Stefaniuk

i granitognejsowe. Kompleks gnejsowy przecinają w tym rejonie melanokratyczne żyły (zbudowane w przewodzie z minerałów ciemnych), których przykłady odsłaniają się w lewym brzegu jeziora obok pensjonatu Perła Zachodu (OGT 6; Fig. 17). W stromej ścianie, zbudowanej z grubokrystalicznych gnejsów i granitognejsów z charakterystycznymi wielkimi kryształami skaleni, pojawiają się dwie żyły meta-diabazowe, o miąższości kilkunastu centymetrów.

Odsłonięcia gnejsów, przeciętych przez podwójny zestaw spēkań typowych dla kompresyjnego reżimu tektonicznego (deformacji polegających na ścisaniu), są dobrze wyeksponowane przy zaporze, kilkaset metrów poniżej pensjonatu Perła Zachodu (OGT 6; Fig. 18a). Wśród kompleksów gnejsowych pojawiają się tutaj wkładki skał o charakterystycznej, drobnej foliacji, równoległej do powierzchni spēkań (Fig. 18b). Specyficzna struktura oraz cechy teksturalne różne od najbliższego otoczenia, a także rozdrobnienie i gęstość złupkowacenia, narastające w miarę zbliżania się do szczelin (powierzchni uskokowych?) sugerują, że skały te są produktem metamorfizmu dyslokacyjnego (ciśnieniowego, polegającego na kruszeniu i granulacji ziaren w skale).

Poniżej miejscowości Siedlęcina Bóbr raptownie zmienia kierunek biegu z północno-zachodniego na zachodni, a następnie szerokim łukiem powraca do kierunku północnego. Pomiędzy Siedlęcinem i Wrzeszczynem dolina rzeki tworzy Przełom Wrzeszczyński, wypełniony przez wody zaporowego Jeziora Wrzeszczyńskiego spiętrzonego przez zaporę we Wrzeszczynie, przy której funkcjonuje hydroelektrownia Bobrowice (Fronia *et al.*, 2000). Kolejna zaporę (OGT 7; Fig. 19) posadowiona została w wąskiej, gnejsowej gardzieli powyżej miejscowości Pilchowice. Spiętrzone wody Bobru utworzyły tutaj malownicze Jezioro Pilchowskie, o krętej linii brzegowej z licznymi zatokami i półwyspami. Gruboblastyczne (zbudowane z blastów o średnicy powyżej 0,5 cm) gnejsy izerskie w rejonie zapory poprzecinane są przez liczne żyły kwarcowych pegmatytów (Fig. 20). Wędrując wzdłuż północnego brzegu jeziora dostrzega się strefy przeobrażeń dyslokacyjnych podobne do opisanych w pobliżu Jeziora Modrego.



Fig. 18. Przykład przeobrażeń dyslokacyjnych w ścianie gnejsowej przy zaporze Bobrowice-II nad Jeziorem Modrym: a) system spękań kompresyjnych kompleksu gnejsowego, b) strefa zmieniona przez przeobrażenia dyslokacyjne w obrębie kompleksu gnejsowego, fot. M. Stefaniuk • Examples of dislocations in the gneiss wall at the Bobrowice-II dam (the Blue Lake): a) system of compressional joints in gneiss complex, b) zone altered by dislocations in gneiss complex, phot. M. Stefaniuk

Na północ od zapory znajduje się stary kamieniołom trzeciorzędowych bazaltów z dużymi, kilkucentymetrowej wielkości ksenolitami skał oliwinowo-piroksenowych. W sąsiedztwie pobliskiego Pokrzywnika znajduje się niezwykle urokliwa wąska dolina nazywana Dzikim Wąwozem, w którym wśród licznych i okazałych skałek gnejsowych utworzył się kilkumetrowej wysokości Dzikie Wodospad (OGT 8; Fig. 21).

Od Jeziora Pilchowickiego Bóbr płynie wąską doliną w kierunku północnym, do kolejnego przełomu położonego poniżej miejscowości Wleń, gdzie rzeka przeciska się pomiędzy pasmem Wzniesień Gradowskich i Wysoczyzną Ostrzycką (Fronia *et al.*, 2000). W rejonie Wlenia obserwuje się szczególne nagromadzenie interesujących obiektów geologicznych na niewielkim obszarze, charakteryzującym się złożoną strukturą geologiczną. Na górującej nad Wleniem Górze Zamkowej, będącej rezerwatem przyrody, znajdują się dwa ważne obiekty geoturystyczne. U stóp ruin zamku odsłaniają się skałki zbudowane ze staropaleozoicznych podmorskich wylewów diabazowych z wyraźnymi strukturami poduszgowymi (OGT 9; Fig. 22). Na południowy zachód od zamku, w lesie przy drodze z Wlenia do Kleczy, w zboczu góry Gniazdo znajdują się skałki Porwaki, chronione jako pomnik przyrody nieożywionej (OGT 10; Fig. 23). W grupie niewielkich skałek, widocznych w starych wyrobiskach po eksploatacji neogenkich wulkanitów, obserwować można duże ksenolity mezo-

zoicznych piaskowców pochodzących z otoczenia kominów wulkanicznych. Z odsłonięciami tych piaskowców można się zapoznać kierując się w stronę Kleczy, gdzie tworzą one pokrywę o charakterze „gołobrzy” oraz w położonym na południe od Wlenia kamieniołomie w Nielestnie.

Nieco na północ od Wlenia znajdują się wychodnie serii epimetamorficznej tj. łupków serycytowych i fyllitowych, a także zieleńców i kwarcytów kontaktujących tektonicznie z permскими i mezozoicznymi piaskowcami wypełniającymi rów tektoniczny Wlenia. Kompleks epimetamorficzny tworzą słabo zmetamorfizowane utwory paleozoiczne budujące jednostkę Wlenia, w której w przeszłości eksploatowane było złoto (Mikulski, 2007). Obszar ten zasłużył nawet na miano „Nadobrzeńskiego Klondike”. Na brzegach doliny rzeki Bóbr, przełamującej się tutaj pomiędzy Wzniesieniami Gradowskimi i Wysoczyzną Ostrzycką, pojawiają się malownicze skały np. Agatowa Skała u stóp góry Folwarcznej i Marczowska Skała (nazywana również Lorelei), odwiedzane w przeszłości przez kolekcjonerów agatów, ametystów i chalcedonów.

Obok atrakcji krajobrazowych i geologicznych dolina Bobru obfituje w liczne zabytki cywilizacyjne. Na wspomnienie zasługują tutaj średniowieczne warownie w Siedlęcinie i Wleniu, budowle hydrotechniczne, pozostałości napędzanych energią wodną zakładów rzemieślniczych i przemysłowych, pamiątki budownictwa wiejskiego itp. Atrakcyjne turystycznie są także wszechobecne ślady dawnego górnictwa, w szczególności złota

w rejonie Kleczy i Radomic, położonych na południowy zachód od Wlenia. W początkach XX wieku istniał tutaj szereg sztolni np. Wilhelm, Cecylia, August (Fedak, Lindner, 1966; Mikulski, 2007). Specyficznymi pamiątkami z czasów Średniowiecza są rozsiane licznie po Dolnym Śląsku „krzyże pokutne” z wyrytymi wizerunkami narzędzi zbrodni, fundowane przez zabójców jako element obowiązkowej pokuty. Przykład takiego krzyża można podziwiać przy drodze z Siedlęcina do Strzyżowca (Fig. 24), którą przebiega lokalny odcinek Geostrady Sudeckiej.

Rejon Gór Kaczawskich na wschód od doliny Bobru, aż po dolinę Kaczawy

Nagromadzenie interesujących obiektów w rejonie Gór Kaczawskich, znajdujące się pomiędzy Chrośnicą, a Wojcieszowem, związane jest z wulkanizmem paleozoicznym w metamorfiku kaczawskim (KMC) i w depresji północnosudeckiej (NSB) (Narębski, 1964; Narębski *et al.*, 1986; Baranowski *et al.*, 1987, 1990; Kryza, Muszyński, 1992; 2003; Kryza, 1993; Kryza *et al.*, 1994). W Około koło Lubiechowej można oglądać skałki zbudowane z staropaleozoicznych law poduszkowych (OGT 11; Fig. 25) jednostki Bolkowa. Najatrakcyjniejszym geostanowiskiem rejonu wydają się być jednak permskie melafiry (Fig. 26), odsłaniające się w nieczynnym kamieniołomie w Lubiechowej (OGT 12; Fig. 27; Mastalerz, Raczyński, 1993; Awdankiewicz, 2003; Pękała *et al.*, 2003). Mają one strukturę migdałowcową z licznymi, niewielkimi agatami, chalcedonami i kalcytami, wypełniającymi pustki po pęcherzach gazowych. Między Dziwiszowem a Podgórkami, w okresowo czynnym, niewielkim kamieniołomie w rejonie przełęczy Kapella (582 m n.p.m.) (OGT 13; Fig. 28) można zaznajomić się z utworami suprakrustalnej, epimetamorficzej jednostki Radzimowic. W otoczeniu Wojcieszowa występują najbardziej intensywne zjawiska krasowe w Sudetach. Wśród łupków krystalicznych tkwią wielkie soczewy kambryjskich marmurów, w których powstały liczne jaskinie z najgłębszą w Sudetach i drugą pod

względem długości po Jaskini Niedźwiedziej w Kletnie – Szczeliną Wojcieszowską. W Wojcieszowie istnieją liczne kamieniołomy marmurów np. nieczynne Silesia, Gruszka i na Górze Miłek (OGT 14; Fig. 29) i czynne, np. na Górze Połom.

W położonych około 3 km na wschód od Wojcieszowa Radzimowicach na stokach góry Żelaźniak znajdują się ślady dawnego górnictwa rud polimetalicznych, w tym złota oraz wystąpienia rzadkiego zespołu minerałów wtórnych (Maneck, Młodożeniec, 1959, 1960; Manecki, 1962, 1963, 1965; Dziekoński, 1972; Holeczek, Janeczek, 1991; Siuda, 2001, 2002, 2003, 2004; Mikulski, 2005, 2007; Madziarz, 2009). Okruszcowanie wiązało się tutaj z niewielką kwaśną intruzją. O bogatej przeszłości górniczej rejonu świadczą liczne hałdy, wkopy oraz dwa szyby: Arnold i Louis. Prawdopodobnie z obecnością tej samej intruzji związane są anomalie uranowe w rejonie góry Chmielarz, które rozpoznawane były przez Rosjan, a pozostałością ich poszukiwań jest sztolnia rozpoznawcza w tym rejonie.

Rejon Rudaw Janowickich

Końcowa część trasy Geostrady Zachodniosudeckiej położona jest w strefie wschodniego obrzeżenia Karkonoszy (Fig. 2, 3). W niewielkiej, południkowo wydłużonej jednostce Czarnowa (Formacji Łupków z Czarnowa) (Teisseyre, 1973), należącej do wschodniej części Jednostki Izersko-Kowarskiej, znajdują się liczne ślady górnictwa siarczkowych rud miedzi. W rejonie Janowickiego Przełomu Bobru, w Miedziance i Ciechanowicach można odnaleźć liczne hałdy i sztolnie będące świadectwem bogatej historii górniczej tego obszaru (Dziekoński, 1972; Zagożdżon, Zagożdżon, 2007, 2009; Madziarz, 2009) z interesującym zespołem minerałów (Fig. 30; Zimnoch, 1978; Mochnacka, 1982; Pieczka *et al.*, 1988; Mochnacka, 2000; Ciesielczuk, Bzowski, 2003; Ciesielczuk *et al.*, 2004; Siuda, Kruszewski, 2006; Siuda, Gołębiewska, 2008; Siuda *et al.*, 2006). O wyjątkowej urodzie tego rejonu decydują jednak niezliczone formy skałkowe Rudaw Janowickich i sąsiadujących z nimi pasm górskich.



Fig. 19. Tama w Pilchowicach (OGT 7) posadowiona jest w przełomowej gardzieli gnejsowej rzeki Bóbr, fot. W. Mayer • The Pilchowice dam (OGT 7) founded at the Bóbr River water gap incised in gneisses, phot. W. Mayer



Fig. 20. Kompleks gnejsowy (OGT 7) przecięty przez żyły pegmatytowe obok zapory Pilchowickiej, fot. D. Ilcewicz-Stefaniuk • Gneiss complex (OGT 7) cut by pegmatite veins near the Pilchowice dam, phot. D. Ilcewicz-Stefaniuk



Fig. 21. Wodospad w Dzikim Wąwozie w Pokrzywniku (OGT 8), fot. M. Łodziński • The Wild Gorge waterfall in Pokrzywnik (OGT 8), phot. M. Łodziński



Fig. 22. Lawy poduszkowe (OGT 9) u stóp ruin Zamku Wleń, fot. D. Ilcewicz-Stefaniuk • Pillow lavas (OGT 9) at the foot of the Wleń Castle ruins, phot. D. Ilcewicz-Stefaniuk



Fig. 23. Porwak skalny w bazaltach w zboczu góry Gniazdo (OGT 10), fot. W. Mastej • Xenolith in basalts in the Gniazdo Hill slope (OGT 10), phot. W. Mastej

W znajdujących się nieznacznie poza strefą Geostrady Wzgórzach Karpnickich i Górach Sokolich, na tzw. wyspowych górach występują skałki granitoidowe. We wschodnim obrzeżeniu Rudaw Janowickich, należącym do osłony granitu Karkonoszy, dominują skały metamorficzne tzw. grupy gnejsowej Kowar.

Na północnym zboczu masywu Wielkiej Kopy odsłaniają się utwory metamorficzne jednostki Leszczyńca, należące do

metamorfiku Rudaw Janowickich (RJMC), a wśród nich najciekawsze pod względem geoturystycznym łupki pirytonośne (Jaskólski, 1964, 1967b). Wewnątrz Rudawskiego Parku Krajobrazowego, w rejonie Wieściszowic, w starych wyrobiskach, obecnie nieczynnych kopalń pirytu Nadzieja, Szczęście, Nowe Szczęście i Gustaw, znajduje się ścieżka dydaktyczna – Zielonym szlakiem przez Kolorowe Jeziorka.



Fig. 24. Krzyż pokutny przy drodze z Siedlęcina do Strzyżowca, fot. M. Stefaniuk • Penitential cross by the road from Siedlęcina to Strzyżowiec, phot. M. Stefaniuk



Fig. 25. Lawy poduszkowe (OGT 11) w Około koło Lubiechowej, fot. M. Łodziński • Pillow lavas (OGT 11) in Okole Mount near Lubiechowa, phot. M. Łodziński



Fig. 26. Typowy melafir o strukturze migdałowej z nieczynnego kamieniołomu w Lubiechowej (OGT 12). Pustki po pęcherzach gazowych wypełniają agaty, chalcedony, kalcyt, rzadziej zeolity i minerały ilaste, fot. J. Wrzak • Typical melaphyre with amygdaloidal structure from abandoned quarry in Lubiechowa (OGT 12). Vesicles filled with agate, chalcedony, calcite, rarely zeolites and clay minerals, phot. J. Wrzak



Fig. 27. Kamieniołom melafirów w Lubiechowej (OGT 12), fot. M. Łodziński • The Lubiechowa melaphyre quarry (OGT 12), phot. M. Łodziński



Fig. 28. Marmury i łupki metamorficzne w kamieniołom pod przełęczą Kapella w Dziwiszowie (OGT 13), fot. M. Łodziński • Marbles and metamorphic schists in quarry near Kapella Pass in Dziwiszów (OGT 13), phot. M. Łodziński



Fig. 29. Kamieniołom marmurów na górze Miłek w Wojcieszowie (OGT 14), fot. M. Łodziński • The marble quarry at the Miłek Hill in Wojcieszów (OGT 14), phot. M. Łodziński



Fig. 30. Jedna z kilku dobrze zachowanych sztolni na prawym brzegu Bobru w rejonie Miedzianki i Ciechanowice, fot. M. Łodziński • One of several well-preserved adits in the right bank of the Bóbr River, vicinity of Miedzianka/Ciechanowice, phot. M. Łodziński

To niezwykle urokliwe miejsce sławę swą zawdzięcza jeziorom (OGT 15) powstałym w wyrobiskach poeksploatacyjnych, zabarwionym związkami żelaza na kolor czerwony (Purpurowe Jezioro) (Fig. 31), zielony (Zielony Stawek) (Fig. 32) i błękitny (okresowe Błękitne Jezioro).

W Rędzinach położona jest duża, czynna kopalnia dolo-mitów z rzadkim zespołem minerałów cyny, arsenu, bizmutu, telluru, cynku, żelaza, miedzi, wapnia (Pieczka *et al.*, 1998, 2006; Parafiniuk, Domańska, 2002; Parafiniuk, 2003; Gołębiowska *et al.*, 2005, 2006a, 2006b), w rejonie Czarnowa natomiast zlokalizowane są hałdy kopalni rud arsenu Szczęście Eweliny (niem. Evelinesglück) (Banaś, 1967; Dziekoński, 1972; Madziarz, 2009).

Sudecki Szlak Uranowy w rejonie Kowar

Mineralizacja uranowa w osłonie metamorficznej granitoidu karkonoskiego pojawia się w kilku punktach, z których część znajduje się w pasie Geostrady Zachodniosudeckiej. Są to: Markocice, Radoniów, Kopaniec, Wojcieszycze i Kowary-Podgórze (por. Mochnacka, 1975; Mochnacka, Banaś, 2000). Punkty te mogłyby stać się elementami proponowanego wstępnie Sudeckiego Szlaku Uranowego.

W Markocicach, dzielnicy Bogatyni znajduje się punkt występowania mineralizacji torem. Jest on związany z peg-



Fig. 31. Purpurowe Jezioro w Wieściszowicach (OGT 15), fot. S. Konopacki • Purple Lake in Wieściszowice (OGT 15), phot. S. Konopacki



Fig. 32. Zielony Stawek w Wieściszowicach (OGT 15), fot. S. Konopacki • Green Lake in Wieściszowice (OGT 15), phot. S. Konopacki

matytami i strefą tektoniczną, przecinającą granit rumburski. Mineralizacja obejmuje szereg minerałów toru i niobu, którym towarzyszą siarczki i siarkosole, pierwiastki rodzime oraz fluoryt (np. Banaś, Kucha, 1978; Jęczmyk, Juskowiakowa, 1989).

W Radoniowie istniało jedno z największych złóż uranu w Polsce. Położone jest ono w obrębie gnejsów i granitognejsów Jednostki Izersko-Kowarskiej, przeciętych uskokami. Ruda uranowa tworzy kominy, zbudowane ze sztokwerków kwarcowych i kwarcowo-fluorytowych (siateczki spękań, wypełnionej mineralizacją), zawierających smółkę uranową i śladowe ilości siarczków (piryt, galena) oraz liczne minerały wietrzeniowe uranu (Kaczmarek, 1959a; Jaskólski, 1967c). Złoże odkryto w roku 1952, eksploatacja trwała do roku 1963. Po eksploatacji pozostały niezabezpieczone hałdy i resztki zabudowań.

W Kopańcu, położonym na granicy pasa Geostrady, mineralizacja uranowa występuje w gnejsach, granitognejsach, leukogranitach i łupkach krystalicznych Jednostki Izersko-Kowarskiej, przeciętych dyslokacją. Brekcja tektoniczna wypełniająca strefę uskokową spojona jest kwarcem, a drugorzędne spękania wypełnione są kwarcem i fluorytem.



Fig. 33. Wejście do doskonale zachowanej sztolni przy bramie Zakładów Przemysłowych R-1 w Kowarach-Podgórzu, fot. W. Mayer • Entrance to perfectly preserved adit at the gate to the R-1 Industrial Plant in Kowary-Podgórze, phot. W. Mayer



Fig. 34. Fragment podziemnej trasy turystycznej Sztolnie Kowary przy kompleksie Jelenia Struga w sztolni szkoleniowej nr 9 (OGT 16), fot. W. Mayer • Fragment of underground tourist trail in No. 9 adit of the Kowary Adits at the Jelenia Struga recreational complex (OGT 16), phot. W. Mayer

W brekcji występują gniazda, soczewki i żyłki zawierające zróżnicowany zespół minerałów wietrzeniowych uranu oraz śladowe ilości smółki uranowej, uranothorytu, piryty i chalkopiryty (Kaczmarek, 1959a; Banaś, 1969). Złoże zostało odkryte w 1951 roku, a udostępnione z końcem lat 60. XX wieku. Pozostałości kopalni – staw osadnikowy, hałdy i ślady po szybach, są widoczne w terenie i niezabezpieczone.

W Kowarach, gdzie od średniowiecza, eksploatowano złoże magnetytu, rudę uranu wydobywano od lat 20. XX wieku do 1962 roku, a w Kowarach-Podgórzu od 1951 do 1958. Mineralizacja jest związana z utworami Jednostki Izersko-Kowarskiej, a dokładniej z tzw. Formacją Rudonośną (Zimnoch, 1961, 1967). Jest to kompleks skał krystalicz-



Fig. 35. Stalaktyty rozwinięte na obudowie betonowej w podziemnej trasie turystycznej Sztolnie Kowary, w sztolni szkoleniowej nr 9 (OGT 16), fot. M. Łodziński • Stalactites growing from the concret lining of No. 9 adit, the Kowary Adits underground tourist trail (OGT 16), phot. M. Łodziński



Fig. 36. Główne wejście do podziemnej trasy turystycznej Sztolnie Kowary z górniczą inskrypcją, łac. „Mente et Malleo” („Myślą i młotem”) (OGT 16), fot. M. Łodziński • Entrance to underground tourist trail in No. 9 adit decorated with traditional Latine motto “Mente et Malleo” the Kowary Adits (OGT 16), phot. M. Łodziński

nych: gnejsów, łupków mikowych z kwarcem, amfibolami i skaleniami, amfibolitów, marmurów, skarnów i hornfelsów (Fig. 3, przekrój I; Zagożdżon, Zagożdżon, 1997). Mineralizacja magnetytowa związana była ze skarnami, a mineralizacja uranowo-polimetaliczna spotykana była w głębszych poziomach, w postaci gniazd i żył w łupkach i marmurach (Kaczmarek, 1959b). Minerale pierwotne: nasturan i coffinit występowały z mineralizacją siarczkową, obejmującą kilkadziesiąt siarczków i siarkosoli żelaza, miedzi, cynku, ołowiu, niklu, kobaltu, arsenu, srebra (Mochacka, 1966, 1967, 1971; Dziekoński, 1972). Towarzyszą im liczne minerały wietrzeniowe uranu.

W Kowarach-Podgórzu mineralizacja uranowa związana jest ze strefą tektoniczną, przecinającą gnejsy, łupki mikowe i marmury. Tworzy ona gniazda, wypełnienia szczelin tektonicznych i impregnacje, związane z występowaniem kalcytu i fluorytu. Mineralem rudnym był nasturan, któremu towarzy-

szyły siarczki i minerały wtórne (Siuda *et al.*, 2008). Znajdują się tutaj resztki zakładu przerobczego rud uranu tzw. Zakłady Przemysłowe R-1 (Fig. 33), a także dwa obiekty przystosowane dla ruchu turystycznego: podziemna trasa turystyczna w dawnym inhalatorium radonowym (w trakcie udostępniania) Kowarskie Kopalnie w sztolni nr 18 i nr 19 oraz Sztolnie Kowary przy kompleksie Jelenia Struga w sztolni szkoleniowej nr 9 (OGT 16; Fig. 34, 35). Na położonej poniżej wejścia do inhalatorium hałdzie, zniszczonej przez powódź w 1997 roku, można obejrzeć oczkowe gnejsy kowarskie z mineralizacją hematytowo-syderytowo-kalcytową, a tuż nad hałdą wylot kanału ucieczkowego dla potoku Jedlica. Kompleksowe zagospodarowanie turystyczne ma obiekt w dolinie potoku Jelenia Struga. Nad wejściem do podziemnej trasy turystycznej Sztolnie Kowary widnieje inskrypcja górnicza, łac. „Mente et Malleo” („Myślą i młotem”) (OGT 16; Fig. 36). Na trasie turystycznej można zapoznać się z rodzajami wyrobisk górniczych, atrakcyjnymi minerałami z Sudetów i świata, historią górnictwa kowarskiego i sposobami eksploatacji podziemnej.

W samych Kowarach, przy ulicy Górniczej, w tzw. Domu Tradycji znajduje się ciekawa ekspozycja dotycząca historii górnictwa kowarskiego. Zachodniosudecki odcinek Geostrady przechodzi w odcinek Środkowosudecki na Przełęczy Kowarskiej (727 m n.p.m.).

Podsumowanie

Trasa Geostrady Zachodniosudeckiej została poprowadzona wokół najwyższego pasma Sudetów tj. Karkonoszy, omijając tranzytowe szlaki komunikacyjne, duże miasta np. Jelenią Górę oraz wypromowane już atrakcje geoturystyczne np. w Szklarskiej Porębie i Karpaczu. Zamierzeniem autorów było poprowadzenie trasy przez mniej znane, a równie ciekawe rejony Pogórza Izerskiego, Gór Kaczawskich i Rudaw Janowickich. Trasa przebiega przez wyjątkowo malownicze przełomy Kwisy, Bobru i Kaczawy oraz obszar o niezwykle urozmaiconej budowie geologicznej. W większości poprowadzona jest terenem niezalesionym, co umożliwia podziwianie panoram na najwyższe partie Gór Izerskich, Karkonoszy, Gór Kaczawskich i Rudaw Janowickich. Dla turystów zainteresowanych geologią i historią górnictwa sudeckiego Geostrada Zachodniosudecka daje możliwość poznania słabo zagospodarowanego Sudeckiego Szlaku Cynowego między Czerniawą-Zdrojem, a Przecznicą oraz Sudeckiego Szlaku Uranowego w rejonie Kowar. □

Praca została sfinansowana przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (projekt badawczy 490/2008/Wn-06/FG-bp-tx/D na zamówienie Ministra Środowiska, realizowany od października 2008 r.).

Podziękowania dla Joanny Kołodziejczyk za graficzne opracowanie załączników.

Summary

Geotourist attractions of the Western Sudetic Geostrada

**Marek Łodziński, Wojciech Mayer,
Michał Stefaniuk, Tomasz Bartuś,
Wojciech Mastej**

The Western Sudetic Geostrada is a part of the research project „The Sudetic Geostrada – geological and landscape studies with inventarization of the objects of abiotic nature heritage” (Słomka *et al.*, 2009 this volume). The project aims to document the diversity of landforms and the complexity of geological structure in selected parts of the Western Sudety Mts., to popularize geotourism as branch of specialized tourism strictly connected with the Earth and environmental sciences, and to improve the tourist industry in the region.

The western sector of the Geostrada heads through the Western Sudety Mts. The trail encircles from the north the main ridges of the Izera and the Karkonosze mountains, and the Jelenia Góra Depression whereas its final part crosses the eastern and southern slopes of the Rudawy Janowickie range and meets the Central Sudetic Geostrada at the Kowary Pass. Generally, the trail avoids the main roads, large towns and popular tourist destinations, and leads along the secondary, scenic roads, which follow the low hill ranges and the

river valleys. This enables the visitors to admire various panoramic views of the Karkonosze and the Izera mountain ranges (Fig. 1) separated from the outlooks by deep Jelenia Góra Depression.

Similarly to other parts of the Sudety Mts., along the trail the visitor can meet a variety of rocks and geological structures of ages extending from the Recent to nearly 500 Ma ago (Grocholski (Ed.), 1969; Garbaczewski, 1987; Słomka *et al.*, 2006; Cwojdzński, Kozdrój, 2007). The Western Sudetic Geostrada is conducted mostly within the Karkonosze-Izera Massif, particularly within the metamorphic units which the envelope the Karkonosze granite intrusion (Fig. 2 and 3). The Karkonosze-Izera Massif is the largest structure in the Western Sudety Mts. (Mazur, Aleksandrowski, 2001) built of Neoproterozoic-Palaeozoic metamorphics arranged into a nappe stack in the Devonian and modified structurally in the Upper Carboniferous. Close to the Lower/Upper Carboniferous break the metamorphics have been intruded by granitic magma which formed the Karkonosze granite (Pin *et al.*, 1987; Duthou *et al.*, 1991; Mierzejewski *et al.*, 1994; Kennan *et al.*, 1999; Kroener *et al.*, 2001; Machowiak, Armstrong, 2007). The Karkonosze granite decisively influenced both the geological structure and the relief of the region (Fig. 3, cross-section I).

The Western Sudetic Geostrada leads mostly through a part of the Karkonosze-Izera Massif named the Izera-Kowary Unit

composed of various gneisses and chlorite-muscovite-biotite schists accompanied by granitic gneisses and leucogranites (Fig. 3; Achramowicz, Żelaźniewicz, 1998; Cwojdziański *et al.*, 2008). Intensive metamorphism and magmatism resulted in a wide contact zone of the Karkonosze granite in which diversified ore mineralization was deposited, related to the hydrothermal cell of the granite (see e.g., Karwowski, 1973; Kamiński, 1983; Mierzejewski, Oberc-Dziedzic, 1990; Mochnacka, 2000; Michniewicz, 2003). The ore mineralization has been the subject of exploration and exploitation since nearly a millenium and has left behind numerous historical mining camps where gold, silver, tin, copper, lead, iron, arsenic, cobalt, uranium and other ores were successfully worked (see Dziekoński, 1972). Recently, these sites are still recognizable in the field and provide additional attractions for visitors.

In details, the Western Sudetic Geostrada runs through the main geological structures of the area: the Izera Metamorphic Complex, the Kaczawa Metamorphic Complex, the Northern-sudetic Basin, the Inner-sudetic Basin and the Rudawy Janowickie Metamorphic Complex (Fig. 3; Krentz *et al.*, 2000; Kozdrój *et al.*, 2001; Cymerman (ed.), 2004).

From a great number of interesting geosites distributed along the Western Sudetic Geostrada 16 most attractive geosites were selected, marked OGT 1 – OGT 16 (Tab. 1). The first site is the outlook terrace located at the edge of huge open-pit of the Turów lignite mine in Bogatynia-Turoszów (OGT 1; Fig. 4). The mine works two Miocene lignite seams enclosed within the clastic formation deposited in a tectonic depression over the metamorphics of the Izera Metamorphic Complex (Ciuk, 1951; Czeczott, 1970; Hummel, 1970; Juchniewicz, 1970; Nosek, 1970; Kozłowski, Szpila, 1974; Narębski, 1974; Heflik, Matl, 1976; Kanasiewicz, 1987). At the mine administration building the interesting and well-organized, geological, mining and environmental exhibition can be visited but the permission from mine authorities is necessary. Carbonified trunk of Tertiary tree from the Turów lignite open-pit exhibited at the front of the Mining Museum (Fig. 5). In the eastern peripheries of Bogatynia town the trail runs across one of numerous Neogene basaltoid extrusions (Szymkowiak, Panasiuk, 1985) best-exposed in an abandoned quarry Bartek in Markocice (southeastern suburb of Bogatynia) (Fig. 6).

Towards Leśna town the Geostrada leads through picturesque, partly forested hills among which more pronounced heights appear. These are relics of Tertiary basaltoid volcanoes. A perfect example is the abiotic nature monument Perkun Cone at the Ciasnota Hill with an excellent example of columnar joint system arranged in a rose-like pattern (OGT 2; Fig. 7). In Leśna town the Kwisa River water gap commences. There are also two reservoirs with dams and small hydropower stations: Leśna (OGT 3) and Złotniki (OGT 4; Fig. 8) (Bena, Paczos, 2009), which are still operating, perfect monuments of technical culture (Fig. 9, 10). The tourist attractiveness of the Kwisa River water gap is provided by scenic views, interesting outcrops of the Izera gneisses (Fig. 11) and historical monuments: the Czocha Castle (open for visitors) (Fig. 12), the Rajsko castle (ruined but under reconstruction) and the Gibbet Tower in Złotniki Lubańskie.

In the western sector of the Western Sudetic Geostrada the trail approaches the Stara Kamienica Range – a low mountain ridge built of gneisses and schists of the Izera-Kowary Unit. Here, "The Sudetic Tin Trail" is proposed as and offshot the Geostrada. The trail leads from Nove Mesto upon Smrk in Czech Republic where tin-polymetallic ore had been mined in the XVI–XVIIth centuries and again, in the XXth century. Then, the trail crosses the Polish-Czech state border and passes by Czerniawa-Zdrój, Orłowice, Krobica, then runs at the foothills of the Stara Kamienica Range, through Kotlina and Gierczyn, and terminates in Przecznicza. The low-grade, disseminated tin-polymetallic ore mineralization is hosted in chlorite-biotite-muscovite schists with common garnets (see Jaskólski, 1948; Jaskólski, Mochnacka, 1958; Jaskólski, 1967a; Madziarz, Sztuk, 2006; Chojnacki, 2008). Important stops along the proposed thematic trail will be (from west to east): (i) the chlorite-mica schists quarry in Orłowiec, commonly explored by collectioners who look for large garnet crystals, (ii) the area of historical tin mines Johann Sigismund and Johannes (see Dziekoński, 1972) where numerous relics of old mining operations are still visible together with fragments of adit. Recently, the project is under way to reconstruct a fragment of old drainage adit Leopold (Fig. 13) and to prepare the underground tourist trail. Up the northern slopes of the Kamienica Range, in Kotlina village, close to the ruins of youth center there is an another, abandoned quarry of highly silicified, chlorite-mica schists with numerous deformational structures and quartz veins (Fig. 14). At the quarry walls the carved names of tourists and dates of visits are still visible, originating from 1920–30-ties (Fig. 15). From the vicinity of the quarry a spectacular panorama can be admired of the Izera Mts. foreland and the Stara Kamienica Range. Further to the east, the trail enters the areas of another historical tin mines: Hundsrückén, Gierczyn and Drei Brüder. The latter has been selected as the OGT 5 (Fig. 16). The thematic trail terminates in Przecznicza, where relics of historical cobalt mine from XVIII–XIXth centuries can be seen.

The central part of the Western Sudetic Geostrada runs through the scenic Bóbr River valley and vicinity. The trail crosses low hills built of meso- and epi-metamorphic rocks of the Karkonosze-Izera Massif, and its unmetamorphosed, Permian-Mesozoic cover (Fig. 3). The most interesting geosites are: (i) the Bóbr River water gap between Jelenia Góra and Siedlęcín with numerous gneiss tors and klippens, and with the Blue Lake reservoir (OGT 6; Fig. 17, 18a, 18b), (ii) the Wrzeszczyn water gap and the Pilchowice reservoir with the dam and hydroelectric power station located in a water gap incised in the Izera gneisses with common pegmatite veins (OGT 7; Fig. 19, 20), (iii) the Wild Waterfall (OGT 8; Fig. 21), (iv) scenic, geologically diversified vicinity of Wleń town where Lower Palaeozoic submarine pillow lavas are exposed at the foot of the Wleń Castle ruins (OGT 9; Fig. 22) and (v) the abiotic nature monument Porwaki at the slopes of the Gniazdo Hill (OGT 10; Fig. 23) located close to Wleń-Klecza local road. Apart from geosites and scenic views, the Bóbr River valley offers numerous, historical and technical monuments (Fig. 24).

The accumulation of interesting geosites occurs in the Kaczawa Mts., between Chrośnica and Wojcieszów. These

sites are related to the Palaeozoic volcanism of the Kaczawa Metamorphic Complex and the Northern-sudetic Basin (see e.g., Narębski, 1964; Narębski *et al.*, 1986; Baranowski *et al.*, 1987, 1990; Kryza, Muszyński, 1992, 2003; Kryza, 1993; Kryza *et al.*, 1994). For example, in Okole Mount near Lubiechowa the Lower Palaeozoic pillow lavas are exposed (OGT 11; Fig. 25). However, the top-class geosite in this region seems to be the abandoned melaphyre quarry in Lubiechowa with common agates (OGT 12; Fig. 26, 27) (Mastalerz, Raczyński, 1993; Awdankiewicz, 2003; Pękala *et al.*, 2003). Another interesting, intermittently active quarry exists between Dziwiszów and Podgórkę, near the Kapella Pass (582 m a.s.l.) where epimetamorphic rocks of the Radzimowice Unit are exposed (OGT 13; Fig. 28). In the neighbourhood of Wojcieszów village the most intensive karst processes in this part of the Sudety Mts. occur in large lenses of Cambrian crystalline limestones. The Szczelina Wojcieszowska Cave is the deepest and the second longest cave in the whole Sudety Mts. In Wojcieszów there exist numerous crystalline limestone quarries from which one, located at the Miłek Hill was selected as the geosite OGT 14 (Fig. 29).

The final part of the Western Sudetic Geostrada leads along the eastern part of the Karkonosze-Izera Massif (Fig. 2 and 3). In a small, elongated Czarnów Schist Formation (Teisseyre, 1973) belonging to the Izera-Kowary Unit there are numerous, small polymetallic deposits, which had been mined in a number of camps. These mining operations left behind numerous dumps, adits and relics of shafts, particularly in the vicinity of Miedzianka and Ciechanowice (see Dziekoński, 1972; Zagożdżon, Zagożdżon, 2007, 2009; Madziarz, 2009) with interesting mineral assemblages (Fig. 30; see Zimnoch, 1978; Mochacka, 1982; Pieczka *et al.*, 1988; Mochacka, 2000; Ciesielczuk, Bzowski, 2003; Ciesielczuk *et al.*, 2004;

Siuda, Kruszewski, 2006; Siuda, Gołębiowska, 2008; Siuda *et al.*, 2006).

At the northern slope of the Wielka Kopa Hill the metamorphic rocks of the Leszczyniec Unit are exposed, from which the most interesting for geotourism are pyrite-bearing schists in Wieściszowice (Jaskólski, 1964, 1967b). The old, underground and open-pit pyrite mines Nadzieja, Szczęście, Nowe Szczęście and Gustaw, located within the Rudawy Landscape Park are connected with the educational trail „The Green Trail through the Coloured Lakes”, which was selected as the OGT 15. The lakes are old open-pit workings filled with iron-stained, red (Purple Lake) (Fig. 31), green (Green Lake) (Fig. 32) and blue (periodic Blue Lake) waters.

The interesting part of the Western Sudetic Geostrada is the area of Kowary town. This is a historical mining district where magnetite ores have been mined since the Medieval ages and where uranium ores had been exploited in the XXth century. Magnetite and accompanied, uranium-polymetallic mineralization are hosted in the Izera-Kowary Unit, in the so-called Kowary Ore Formation (Zimnoch, 1961, 1967). This is a complex of gneisses, mica schists, amphibolites, marbles, skarns and hornfelses dipping at high angle under the adjacent Karkonosze granite (Fig. 3, cross-section I). In Kowary-Podgórze there are remnants of so-called Industrial Plant R-1 (Fig. 33), which was the official name of uranium mining and processing enterprise. There are numerous adits, collapsed shafts and old dumps left after this intensive mining operations run in the 1950–60-ties. Some adits have been developed as underground tourist trails: the Kowary Mines (old adits No. 18 and 19, then radon sanatorium, recently under development) and very well-developed Jelenia Struga tourist complex with underground trail in No. 9 adit (OGT 16; Fig. 34–36).

Literatura (References)

- Achramowicz, S., Żelaźniewicz, A., 1998. Północna część bloku karkonosko-izerskiego: zapis dwóch orogenez. *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 11: 9–13.
- Awdankiewicz, M., 2003. Petrogenesis of the Permian intermediate volcanic suite of the North-Sudetic Basin, SW Poland: fractionation, replenishment and assimilation in crustal magma chambers. *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 23: 12–14.
- Banaś, M., 1967. Złoże rudy arsenowej w Czarnowie. *Przegl. Geol.*, 5: 239.
- Banaś, M., 1969. Wstępne dane o mineralach uranu strefy Kopańca. *Sprawozdania z Posiedzeń PAN*.
- Banaś, M., Kucha, H., 1978. Złoże toru i niobu w pegmatytach obszaru Bogatyni. *Zeszyty Naukowe AGH Geologia*, 105–165.
- Baranowski, Z., Haydukiewicz, A., Kryza, R., Lorenc, S., Muszyński, A., Urbanek, Z., 1987. Rozwój struktury wschodniej części Gór Kaczawskich na podstawie dotychczasowego rozpoznania stratygrafii, warunków sedimentacji i wulkanizmu. [W:] *Przewodnik 58 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, Kraków, 61–73.
- Baranowski, Z., Haydukiewicz, A., Kryza, R., Lorenc, S., Solecki, A., Urbanek, Z., 1990. Outline of the geology of the Góry Kaczawskie (Sudetes, Poland): *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 179: 223–257.
- Bena, W., Paczos, A., 2009. *Z biegiem Kwisy. Przyroda i człowiek*. Wydawnictwo Turystyczne Plan, 188 pp.
- Biel, A., 2009. Uproszczona mapa strukturalna Sudetów. Archiwum PIB, Oddział Dolnośląski.
- Chojnacki, F., 2008. Historia górnictwa w Górach Izerskich. *Izery – Czasopismo Społeczności Lokalnej*, 1: 3–4.
- Ciesielczuk, J., Bzowski, Z., 2003. Secondary (Cu,Zn) – oxyminerals from the Miedzianka copper deposit in Rudawy Janowickie, Sudetes Mts. Preliminary report. *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 23: 54–56.
- Ciesielczuk, J., Szełęg, E., Kuźniarski, M., Bylina, P., 2004. Preliminary data of erythrite from Ciechanowice (Miedzianka Deposit, Sudetes Mts.). *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 24: 123–126.
- Ciuk, E., 1951. *Węgiel brunatny i ropy ogniotrwale kopalni „Turów” w Turaszowie*. Wydawnictwo Zakł. Graf. i Wydawnictwo „Dom Słowa Polskiego”. Warszawa, 23 pp.
- Cwojdzkiński, S., Kozdrój, W., 2007. *Sudety – przewodnik geoturystyczny wzdłuż trasy drogowej Nysa-Złoty Stok-Kłodzko-Walbrzych-Jelenia Góra*. Wydawnictwo Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 113 pp.
- Cwojdzkiński, S., Nieć, M., Bossowski, A., Michniewicz, M., Mikulski, S., Mydlowski, A., Oszczepalski, S., Pacuła, J., Sroga, C., Stachowiak, A., Wojciechowski, A., 2008. *Ocena perspektyw występowania złóż rud metali w Sudetach i na bloku przedsudeckim w nawiązaniu do aktualnych modeli geotektonicznych*. Oprac. arch. CAG Warszawa, Wrocław.
- Cymerman, Z. (red.), 2004. Mapa tektoniczna Sudetów i bloku przedsudeckiego. Warszawa, Państwowy Instytut Geologiczny.
- Czczott, A., 1970. O wieku trzeciorzędowej flory Turowa k. Bogatyni (Górne Łużyce). *Kwart. Geol.*, 14(4): 778–795.
- Duthou, J.L., Couturie, J.P., Mierzejewski, M.P., Pin, C., 1991. Next dating of granite sample from the Karkonosze Mountains using Rb-Sr total rocks isochrone method. *Przegl. Geol.*, 36: 75–79.
- Dziekoński, T., 1972. *Wydobywanie i metalurgia kruszców na Dolnym Śląsku od XIII do połowy XX wieku*. Zakład Narodowy im. Ossolińskich. Wydawnictwo PAN, Wrocław, 420 pp.
- Fedak, J., Lindner, M., 1966. Metalogeneza Sudetów. *Biul. Inst. Geol.*, 1–315.

- Fronia, R., Pietrzak, P., Dutkiewicz, D., Jończy, D., 1999. Góry Kaczawskie, mapa turystyczna, skala 1:40 000. Wydawnictwo Turystyczne PLAN.
- Fronia, R., Pietrzak, P., Dutkiewicz, D., 2000. Wleń i okolice, Park Krajozrazowy Doliny Bobru, skala 1:40 000. Wydawnictwo Turystyczne PLAN.
- Fronia, R., Papaj, M., 2008/2009. Sudety, mapa atrakcji turystycznych, skala 1:200 000. Wydanie III. Wydawnictwo Turystyczne PLAN.
- Garbaczewski, Z., 1987. *Główny Szlak Sudecki im. Mieczysława Orłowicza*. Wydawnictwo PTTK „Kraj”, Warszawa–Kraków, 223 pp.
- Gawlikowska, E., 2000. *Ochrona georóżnorodności na Dolnym Śląsku z mapą chronionych obszarów i obiektów przyrody nieożywionej 1:300 000*. Wydawnictwo PIG, Warszawa, 72 pp.
- Gołębiowska, B., Pieczka, A., Franus, W., 2006a. Olivenite-adamite solid solution from oxidation zone in Rędziny (West Sudetes, Poland). *Mineralogia Polonica*, 37: 101–111.
- Gołębiowska, B., Pieczka, A., Parafiniuk, J., 2005. Minerals of the bismuthinite-aikinite series from Rędziny (Western Sudetes). *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 26: 165–168.
- Gołębiowska, B., Pieczka, A., Parafiniuk, J., 2006b. Cu(Ag)-Pb-Bi(Sb) sulphosalts from Rędziny (Western Sudetes, Poland). *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 28: 78–80.
- Grocholski, W. (red.), 1969. *Przewodnik geologiczny po Sudetach*. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa, 536 pp.
- Heflik, W., Matl, K., 1976. Zwietrzelina bazaltowa w odkrywcę węgla brunatnego Turów w niecce żytańskiej (Sudety Zachodnie). *Zeszyty Naukowe AGH Geologia*, 2(1): 19–30.
- Holeczek, J., Janeczek, J., 1991. Pseudomalachite from Radzimowice and some comments on its occurrence in Miedzianka (Sudetes Mts.). *Mineralogia Polonica*, 22(1): 17–26.
- Hummel, A., 1970. Rodzaj Cercidiphyllum z Turowa. *Kwart. Geol.*, 14(4): 804–808.
- Jaskólski, S., 1948. Złoże cynowe w Gerbichach na Dolnym Śląsku. *Biul. Inst. Geol.*, 42: 1–22.
- Jaskólski, S., 1964. Złoże łupków pirytonośnych w Wieściszowicach na Dolnym Śląsku i próba wyświetlenia jego genezy. *Rocznik PTG*, 34: 29–60.
- Jaskólski, S., 1967a. Złoże cyny w Gierczynie. *Przeł. Geol.*, 5: 238.
- Jaskólski, S., 1967b. Złoże łupków pirytonośnych w Wieściszowicach. *Przeł. Geol.*, 5: 238.
- Jaskólski, S., 1967c. Polimetaliczna mineralizacja w granitognejsach Randoniowa. *Przeł. Geol.*, 5: 238–239.
- Jaskólski, S., Mochacka, K., 1958. Złoże cyny w Gierczynie w Górach Izerskich i próba wyświetlenia jego genezy. *Archiwum Mineralogiczne*, 22: 17–106.
- Jęczmyk, M., Juskowiakowa, M., 1989. Geologia i charakterystyka geochemiczna skał krystalicznych obszaru Bogatyni (Sudety Zachodnie). *Biul. Inst. Geol.*, 360: 5–38.
- Jończy, D., Wojtasik, T., Fronia, R., Pietrzak, P., 2005. Góry Izerskie, mapa turystyczna, skala 1:40 000. Wydanie III. Wydawnictwo Turystyczne PLAN.
- Juchniewicz, K., 1970. Nowe dane o florze kopalnej Turowa na podstawie analizy nablónkowej. *Kwart. Geol.*, 14(4): 812–816.
- Kaczmarek, A., 1959a. *Uranonośność Sudetów – Góry Izerskie*. Materiały archiwalne Zakładów R-1.
- Kaczmarek, L., 1959b. *Uranonośność Sudetów – granit i jego wschodnia osłona*. Materiały archiwalne Zakładów R-1.
- Kamiński, R., 1983. Mineralizacja tlenkowo-siarczkowa w strefie kontaktowej granitu karkonoskiego z metamorfikiem izerskim na północ od Szklarskiej Poręby. *Kwart. Geol.*, 27: 883–884.
- Kanasiewicz, J., 1987. Poziom syderytowo-kaolinowy w osadach mioceńskich niecki żytańskiej. *Przeł. Geol.*, 35(8–9): 473–475.
- Karwowski, L., 1973. Strefa grejzenowa Mładz-Kamień-Pobiedna na Pogórze Izerskim. *Acta Geol. Pol.*, 23: 325–339.
- Kasiński, J.R., 1999. Model sedymentacyjny utworów trzeciorzędowej asocjacji brunatnowęglowej w niecce żytańskiej – założenia metodyczne i możliwości zastosowań. Materiały z konferencji: *Optymalizacja wydobycia kopalni przy wykorzystaniu technik informatycznych*. Bogatynia 27–29.10.1999. Agencja Wydawnictwa i Reklamy Silesia. Katowice, 19–28.
- Kasiński, J.R., Panasiuk, M., 1987. Geneza i ewolucja strukturalna Niecki Żytańskiej. *Biul. Inst. Geol.*, 357: 1–31.
- Kennan, P.S., Dziedzic, H., Lorenc, M.W., Mierzejewski, M.P., 1999. Review of Rb-Sr isotope patterns in the Carboniferous granitoids of the Sudetes in SW Poland. *Geol. Sudetica*, 32(1): 49–53.
- Kondracki, J., 2009. *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwo PWN, Warszawa, 468 pp.
- Kozdrój, W., Krentz, O., Opletal, M., 2001. *Comments on the Geological Map Lausitz-Jizera-Karkonosze (without Cenozoic sediments) 1:100 000*. Warszawa. 64 pp.
- Kozłowski, K., Szpila, K., 1974. Skały podłoża kaolinu z kopalni Turów II. *Kwart. Geol.*, 18(2): 358–369.
- Krentz, O., Walter, H., Brause, H., Hoth, K., Kozdrój, W., Cymerman, Z., Opletal, M., Mrázová, Š., 2000. Mapa Geologiczna Lausitz-Jizera-Karkonosze 1:100 000 (bez osadów kenozoicznych). Freiberg, Warszawa, Praha.
- Kroener, A., Jaeckel, E., Hegner, E., Opletal, M., 2001. Single zircon ages and whole-rock Nd isotopic systematics of early Paleozoic granitoid gneisses from Czech and Polish Sudetes (Jizerske hory, Krkonose Mountains and Orlice-Sneznik Complex). *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, 90: 304–324.
- Kryza, R., 1993. Basic metavolcanic rocks of the central Kaczawa Mts (Sudetes): A petrological study. *Prace Geol.-Mineral.*, 39: 1–139.
- Kryza, R., Muszyński, A., 1992. Pre-Variscan volcanic-sedimentary succession of the central southern Góry Kaczawskie, SW Poland: outline geology. *Ann. Soc. Geol. Polon.*, 62: 117–140.
- Kryza, R., Muszyński, A., Furnes, H., 1994. Early Paleozoic volcanism in the Western Sudetes (Poland): A correlation between the western parts of the Świerzawa and Bolków units of the Kaczawa Mts. *Zbl. Geol. Palaont.*, Teil I, 1992, 9/10: 1039–1052.
- Kryza, R., Muszyński, A., 2003. Kompleks metamorficzny Gór Kaczawskich – fragment wartyjskiej pryzmy akrecyjnej. [W:] Ciężkowski W., Wojewoda J., Żelaźniewicz A., (red.): *Sudety Zachodnie: od wendy do czwartorzędz*, Wydawnictwo WIND, Wrocław, 95–105.
- Kural, K., 1967. Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów 1:25 000, arkusz: Leśna. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Machowiak, K., Armstrong, R., 2007. SHRIMP U-Pb zircon age from the Karkonosze granite. *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 31: 193–196.
- Madziar, M., 2009. Kopalnie „Czarnów”, „Miedzianka” i „Stara Góra” w poszukiwaniach okruszczenia uranowego oraz rud metali w latach 40 i 50. XX w. [W:] Zagożdżon, P.P., Madziar, M. (red.): *Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa kultury*, 2: 166–193.
- Madziar, M., Sztuk, H., 2006. Eksploatacja rud cyny w Górach Izerskich: historia, czy perspektywa dla regionu? *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej*, 117, seria *Studia i Materiały*, 32: 193–202.
- Maneck, A., 1962. Mineralizacja miedzią występująca w rejonie Bukowej Góry koło Radzimowic (Dolny Śląsk). *Spraw. z Pos. Kom. Nauk. PAN Oddz. w Krakowie*, 5(2): 460–461.
- Maneck, A., 1963. Intruzje lamprofirów w okolicy Radzimowic na Dolnym Śląsku. *Spraw. z Pos. Kom. Nauk. PAN Oddz. w Krakowie*, 7(2): 538–539.
- Maneck, A., 1965. Studium mineralogiczno-petrograficzne polimetalicznych żył okolic Wojcieszowa (Dolny Śląsk). *Prace Mineralogiczne*, 2: 1–71.
- Maneck, A., Młodożeniec, W., 1959. Kobaltożone żyły złoże „Stara Góra” na Dolnym Śląsku. *Przeł. Geol.*, 7(10): 466–467.
- Maneck, A., Młodożeniec, W., 1960. Wyniki dotychczasowych badań polimetalicznego złoże Stara Góra. *Rudy i Met. Nież.*, 9: 380–383.
- Mastalerz, K., Raczyński, P., 1993. Litostratygrafia i ewolucja basenu północnosudeckiego w karbonie i permie. [W:] Mastalerz K. (red.): *Baseny sedymentacyjne. Procesy, osady, architektura. Przewodnik, wycieczki, referaty, posterki. II Krajowe Spotkanie Sedymentologów*. Wrocław, 4–7 września 1993. Instytut Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego, 90–96.
- Mazur, S., Aleksandrowski, P., 2001. The Tepla(?) / Saxothuringian suture in the Karkonosze-Izera Massif, Western Sudetes, Central European variscides. *International Journal Earth Sciences*, 90: 341–360.
- Mazur, S., Aleksandrowski, P., Kryza, R., Oberc-Dziedzic, T., 2006. The Variscan orogen in Poland. *Kwart. Geol.*, 50(1): 89–118.
- Mazur, S., Aleksandrowski, P., Turniak, K., Awdankiewicz, M., 2007. Geology, tectonic evolution and Late Palaeozoic magmatism of Sudetes – an overview. *AM Monograph*, 1: 59–88.
- Michniewicz, M., 1991. Charakterystyka cynonośnych stref rudnych pasma łupkowego Starej Kamienicy między Czerniawą, a Krobicą (Góry Izerskie). *Biul. Inst. Geol.*, 367: 19–48.
- Michniewicz, M., 2003. Złoże rud metali w Bloku Karkonosko-Izerskim. [W:] Ciężkowski W., Wojewoda J., Żelaźniewicz A. (red.): *Sudety Za-*

- chodnie: od wendy do czwartorzędu, Wydawnictwo WIND, Wrocław, 155–168.
- Michniewicz, M., Bobiński, W., Siemiątkowski, J., 2006. Mineralizacja cynowa w środkowej części Pasma Starej Kamienicy. *Prace PIG*, 185: 1–136.
- Mierzejewski, M., Oberc-Dziedzic, T., 1990. The Izera-Karkonosze Block and its tectonic development (Sudetes, Poland). *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 179.
- Mierzejewski, M.P., Pin, C., Duthou, J.L., Couturie, J.P., 1994. Sr-Nd isotopic study of the Karkonosze granite. [W:] Kryza, R. (red.): *Igneous activity and metamorphic evolution of the Sudetes area*. Abstracts. Un. Wroc. Inst. Nauk Geol. Wrocław.
- Mikulski, S.Z., 2005. Geological, mineralogical and geochemical characteristics of the Radzimowice Au-As-Cu deposit from the Kaczawa Mountains (Western Sudetes, Poland) – an example of the transition of porphyry and epithermal style. *Miner. Deposita*, 39(8): 904–920.
- Mikulski, S.Z., 2007. The late Variscan gold mineralization in the Kaczawa Mountains, Western Sudetes. *Polish Geological Institute Special Papers*, 22: 1–162.
- Mochnacka, K., 1966. Minerale kruszcowe złoża polimetalicznego w Kowarach (Dolny Śląsk). *Prace Mineralogiczne*, 4.
- Mochnacka, K., 1967. Geologia polimetalicznego złoża w Kowarach (Dolny Śląsk). *Pr. Geol. Kom. Nauk Geol. PAN Oddz. w Krakowie*, 40.
- Mochnacka, K., 1971. Okruszczowanie w Kowarach (Dolny Śląsk). *Przeł. Geol.*, 11.
- Mochnacka, K., 1975. Mineralizacja skał metamorficznych części Pogórza Izerskiego. *Prace Geologiczne PAN*, 89: 7–85.
- Mochnacka, K., 1982. Polymetallic mineralization of Eastern Metamorphic Cover of the Karkonosze Massif and its relation with geologic evolution of region. *Biul. Inst. Geol.*, 35/341: 273–289.
- Mochnacka, K., 2000. Prawidłowości wykształcenia mineralizacji kruszczowej w metamorficznej osłonie granitu Karkonoszy – próba powiązania ze środowiskiem geotektonicznym. *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 16: 223–258.
- Mochnacka, M., Banaś, M., 2000. Occurrence and genetic relationships of uranium and thorium mineralization in the Karkonosze-Izera Block (the Sudety Mts., SW Poland). *Ann. Soc. Geol. Polon.*, 70: 137–150.
- Narębski, W., 1964. Petrochemia law puklistych i niektóre ogólne problemy petrogenety spilitów. *Prace Muzeum Ziemi*, 7: 69–206.
- Narębski, W., 1974. Mineralogia i geneza konkrecji sferosyderytowych północno-wschodniej części niecki żytańskiej. *Prace Muzeum Ziemi. Prace mineralogiczne, petrograficzne i geologiczne*, 22: 65–77.
- Narębski, W., Dostal, J., Dupuy, C., 1986. Geochemical characteristics of Lower Paleozoic spilite-keratophyre series in the Western Sudetes (Poland): petrogenetic and tectonic implications. *N. Jb. Miner. Abh.*, 155(3): 243–258.
- Nosek, M., 1970. Trzecieorzędowa formacja brunatnowęgłowa w zachodniej części niecki północnosudeckiej. *Kwart. Geol.*, 14(4): 772–777.
- Oberc, J., 1972. *Budowa geologiczna Polski. Tom 4. Tektonika część 2. Sudety i obszary przyległe*. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa, 307 pp.
- Oberc-Dziedzic, T., 2007. Early Palaeozoic Izera (Rumburk) granites from West Sudetes, Poland. *AM Monograph*, 1: 101–110.
- Parafiniuk, J., 2003. Secondary bismuth and tellurium minerals from Rędziny (SW Poland). *Mineralogia Polonica*, 34(2): 3–14.
- Parafiniuk, J., Domańska, J., 2002. Bismuth minerals from Rędziny (Rudawy Janowickie, SW Poland). *Mineralogia Polonica*, 33(2): 3–14.
- Pękala, M., Wójtowicz, A., Michalik, M., 2003. Post-eruptive history of Lower Permian volcanic rocks (trachybasalt from Lubiechowa; the North-Sudetic basin). *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 23: 145–147.
- Pieczka, A., Gołębiowska, B., Franus, W., 1998. Yukonite, a rare Ca-Fe arsenate, from Rędziny (Sudetes, Poland). *Eur. J. Mineral.*, 10: 1367–1370.
- Pieczka, A., Gołębiowska, B., Parafiniuk, J., 2006. The stannite-group minerals from Rędziny (Lower Silesia, Poland). *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 28: 175–177.
- Pieczka, A., Pieczonka, J., Piestrzyński, A., 1988. Minerals of the weathering zone of Miedzianka Polymetallic Deposit, Rudawy Janowickie (Lower Silesia, Poland). *Mineralogia Polonica*, 19(1): 75–98.
- Piesterzyński, A., Mochnacka, K., Mayer, W., Kucha, H., 1992. Native gold (electrum), Fe-Co-Ni arsenides and sulphoarsenides in the mica schists from Przecznicza, the Kamienica Range, SW Poland. *Mineralogia Polonica*, 23: 27–42.
- Pin, C., Mierzejewski, M.P., Duthou, J.L., 1987. Isochronous age Rb/Sr of Karkonosze granite from the quarry Szklarska Poręba Huta and significance of initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ in this granite. *Przeł. Geol.*, 10: 512–517.
- Schakel, E., Lorenz, H., 2009. Eine Zinn- und Kobaltführende Fahlbändlagerstätte zwischen Gierczyn (Giehren) und Przecznicza (Querbach) im Góry Izerskie (Isergebirge) in Polen. *Aufschluss*, 60: 163–185.
- Siuda, R., 2001. New sulphate minerals from the Stara Góra oxidised zone, Radzimowice, Kaczawskie Mts. *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 18: 186–188.
- Siuda, R., 2002. Titanium mineralization of the Stara Góra deposit (Kaczawskie Mountains, Poland) and its crystallization conditions. *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 20: 195–197.
- Siuda, R., 2003. Nonconsolidated, hypergenic oxyhydroxides of iron from Stara Góra – mineralogy and geochemistry. *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 22: 197–199.
- Siuda, R., 2004. Iron arsenates from the Stara Góra deposit at Radzimowice in Kaczawskie Mountains, Poland – a preliminary report. *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 24: 345–348.
- Siuda, R., Gal-Solymos, K., Kruszewski, L., 2006. Agardite-(La)–duftite and scorodite–kottigitite-like mineral paragenesis from supergenic zone of the Miedzianka deposit (Rudawy Janowickie Mts., Poland) – preliminary report. *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 29: 192–195.
- Siuda, R., Gołębiowska, B., 2008. Mottramite, a Cu-Pb vanadate, from the Miedzianka-Ciechanowice polymetallic deposit (Rudawy Janowickie Mts, Poland). *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 32: 141.
- Siuda, R., Kruszewski, L., 2006. New data on bayldonite, cornwallite, olivenite and philipsburgite from Miedzianka (Rudawy Janowickie Mts., Sudetes, Poland). *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 28: 202–204.
- Siuda, R., Kruszewski, L., Borzęcki, R., 2008. Uranospinite from the abandoned Podgórze uranium mine in Kowary (The Karkonosze Mts, Poland). *Mineralogical Society of Poland – Special Papers*, 32: 142.
- Słomka, T., Kicińska-Świdarska, A., Doktor, M., Joniec, A., 2006. *Katalog obiektów geoturystycznych w Polsce*. Kraków, 1–260.
- Słomka, T., Bartus, T., Mastaj, W., Łodziński, M., Mayer, W., Stefaniuk, M., Doktor, M., Koźma, J., Cwojdzński, S., 2009. Koncepcja projektu: „Geostrada Sudecka – studium geologiczno-krajobrazowe z inwentaryzacją obiektów dziedzictwa przyrody nieożywionej”. *Geoturystyka, ibidem*.
- Speczik, S., Wiszniewska, J., 1984. Some comments about stratiform tin deposits in the Stara Kamienica Chain (Southern Poland). *Miner. Deposita*, 19: 171–175.
- Staffa, M., 1982. *Wędrówka przez Sudety Zachodnie /2/*. Wydawnictwo PTTK „Kraj”, Warszawa–Kraków, 47 pp.
- Staffa, M. (red.), 1989. *Słownik geografii turystycznej Sudetów. Tom 1. Góry Izerskie*. Wydawnictwo PTTK „KRAJ”, Warszawa, 123 pp.
- Staffa, M. (red.), 1998. *Słownik geografii turystycznej Sudetów. Tom 5. Rudawy Janowickie*. Wydawnictwo I-BIS, Wrocław, 315 pp.
- Staffa, M. (red.), 1999. *Słownik geografii turystycznej Sudetów. Tom 4. Kotlina Jeleniogórska*. Wydawnictwo I-BIS, Wrocław, 519 pp.
- Staffa, M. (red.), 2000. *Słownik geografii turystycznej Sudetów. Tom 6. Góry Kaczawskie*. Wydawnictwo I-BIS, Wrocław, 361 pp.
- Staffa, M. (red.), 2003. *Słownik geografii turystycznej Sudetów. Tom 2. Pogórze Izerskie (2 zeszyty)*. Wydawnictwo I-BIS, Wrocław, 1006 pp.
- Szałamacha, M., Szałamacha, J., 1974. Geologiczna i petrograficzna charakterystyka łupków zmineralizowanych kasytertem na przykładzie kamieniołomu w Krobicy. *Biul. Inst. Geol.*, 279: 59–89.
- Szałamacha, J., 1957. Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów 1:25 000, arkusz: Kowary. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Szałamacha, J., 1957. Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów 1:25 000, arkusz: Siedlęcin. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Szymkowiak, A., Panasiuk, M., 1985. Charakterystyka petrograficzna i geochemiczna law bazaltoidowych rejonu Bogatyni. *Kwart. Geol.*, 29(3/4): 727–754.
- Teisseyre, J., 1973. Skały metamorficzne Rudaw Janowickich i Grzbietu Lasockiego. *Geol. Sudetica*, 8: 7–111.
- Wiszniewska, J., 1983. Geneza okruszczowania łupków izerskich pasma kamienieckiego. *Archiwum Mineralogiczne*, 40: 115–187.
- Zagożdżon, K., Zagożdżon, P., 1997. Kontakt masywu Karkonoszy z osłoną metamorficzną w sztolni w Kowarach Górnych. *Przeł. Geol.*, 45(4): 414–418.

- Zagożdżon, K., Zagożdżon, P., 1998. Wybrane sztolnie Sudetów w aspekcie możliwości ich udostępnienia. *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej*, 85, seria *Studia i Materiały*, 27: 139–147.
- Zagożdżon, K., Zagożdżon, P., 2007. Sztolnia po eksploatacji wapieni krystalicznych koło Janowic Wielkich. *Miesięcznik WUG*, 4: 71–72.
- Zagożdżon, P.P., Zagożdżon, K., 2009. Wyniki wstępnych badań geologicznych w sztolni w Ciechanowicach koło Miedzianki. [W:] Zagożdżon, P.P., Madziarz, M. (red.): *Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa kultury*, 2: 345–356.
- Zimnoch, E., 1961. Seria magnetytowa Kowar. *Biul. Inst. Geol.*, 171: 7–91.
- Zimnoch, E., 1967. Zmetamorfizowane złoża rud żelaza w Sudetach na tle innych złóż tego typu. *Geol. Sudetica*, 3: 251–296.
- Zimnoch, E., 1978. Ore mineralization of the Miedzianka deposit in the Sudetes. *Biul. Inst. Geol.*, 308: 91–134.
- Żelaźniewicz, A., Nowak, I., Achramowicz, S., Czapliński W., 2003. Północna część bloku karkonsko-izerskiego: pasywna krawędź terranu saksoturyńskiego. [W:] Ciężkowski W, Wojewoda J., Żelaźniewicz A. (red.): *Sudety Zachodnie: od wendy do czwartorzędu*. Wydawnictwo WIND, Wrocław, 17–32.