



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

WOJCIECH RYŁKO, ZBIGNIEW PAUL

Główny koordynator Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski — A. BER

Koordynator regionu karpackiego — A. WÓJCIK

OBJAŚNIENIA

DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ

POLSKI

1 : 50 000

Arkusze Kalwaria Zebrzydowska (995)

(z 2 tab. i 4 tabl.)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA



Wykonano na zamówienie Ministra Środowiska
za środki finansowe wypłacone przez
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

WARSZAWA 2013

Autorzy: Wojciech RYŁKO, Zbigniew PAUL

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy,
Oddział Karpacki
ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków

Redakcja merytoryczna: Zofia KLIMCZAK

Akceptował do udostępniania
Dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego
prof. dr hab. Jerzy NAWROCKI

ISBN 978-83-7863-229-0

© Copyright by Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2013

Przygotowanie wersji cyfrowej: Stanisław OLCZAK, Ewa ŚLUSARCZYK-KRAWIEC, Sebastian GURAJ

SPIS TREŚCI

I. Wstęp	7
II. Ukształtowanie powierzchni terenu	10
III. Budowa geologiczna	14
A. Stratygrafia.	14

Zapadlisko przedkarpackie i podłoże

1. Kambr.	14
a. Kambr dolny	14
2. Devon	15
a. Devon dolny	15
3. Devon + karbon	16
a. Devon środkowy + górny + karbon dolny	16
4. Karbon	17
a. Karbon dolny + górny.	17
b. Karbon górny	17
5. Jura	18
a. Jura górna	18
Oksford	18
Oksford środkowy + górny	18
6. Paleogen	19
7. Neogen	19
a. Miocen	19
Miocen środkowy.	19
Baden.	19

Osady miocenu transgresywnego na Karpatach

1. Neogen	19
a. Miocen	19
Miocen środkowy	19
Baden.	19

Seria skolska

1. Kreda–neogen.	20
--------------------------	----

Seria podśląska i seria skolska (?)

1. Kreda	21
a. Kreda dolna	21
Walanżyn–hoteryw	21
Hoteryw–apt	21
Hoteryw–alb	22
b. Kreda dolna–górna	22
Alb–cenoman	22
Turon–mastrycht	22
2. Kreda–paleogen.	23
a. Kreda górna–paleocen	23
3. Paleogen	23
a. Paleocen	23
b. Paleocen–eocen	23
c. Eocen	24

Seria śląska

1. Kreda	24
a. Kreda dolna	24
Walanżyn–hoteryw	24
Hoteryw–apt	25
Hoteryw–alb	25
Alb	26
b. Kreda dolna–górna	27
Alb–cenoman	27
c. Kreda górna	27
Cenoman	27
Cenoman–mastrycht	28
Mastrycht	29
2. Kreda–paleogen.	29
a. Kreda górna–paleocen	29
3. Paleogen	29
a. Paleocen	29
b. Eocen	30
c. Eocen–oligocen	31
d. Oligocen.	31

Czwartorzęd	33
a. Plejstocen	33
Złodowacenia południowopolskie	33
Złodowacenia środkowopolskie	34
Złodowacenia północnopolskie	34
b. Czwartorzęd nierozdzielony	36
c. Holocen	37
B. Tektonika.	39
C. Rozwój budowy geologicznej	41
IV. Podsumowanie	44
L i t e r a t u r a	49

SPIS TABLIC

Tablica I — Szkic geomorfologiczny w skali 1:100 000

Tablica II — Szczegółowe metryczki otworów wiertniczych zamieszczonych na mapie geologicznej

Tablica III — Przekrój geologiczny A–B

Tablica IV — Szkic geologiczny odkryty z elementami tektoniki w skali 1:100 000

I. WSTĘP

Arkusze Kalwaria Zebrzydowska Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 (SMGP) ograniczają współrzędne geograficzne: 19°30'–19°45' długości geograficznej wschodniej i 49°40'–50°00' szerokości geograficznej północnej. Powierzchnia arkusza wynosi około 333 km². Administracyjnie obejmuje on wschodnią część miasta i gminy Wadowice, miasto i część gminy Kalwaria Zebrzydowska, gminę Brzeźnica oraz części gmin: Spytkowice, Czernichów, Liszki i Skawina (powiat krakowski); Lanckorona, Stryszów, Mucharz i Tomice (powiat wadowicki).

Prace kartograficzne były prowadzone przez W. Ryłkę i Z. Paula w latach 2003–2005, zgodnie z projektem badań geologicznych zatwierdzonym decyzją Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa (GKkok/AO/489-NY 16/98) z dnia 28.11. 1998 r.

Podstawową metodą wykonywanych prac kartograficznych były ciągi obserwacyjne średnio w ilości 6–10 na 1 km². Wykorzystano również zdjęcia lotnicze, satelitarne i radarowe. Przy rozpoznawaniu budowy geologicznej pomocne były wykorzystywane na obszarze Karpat od lat 50. badania geofizyczne: grawimetryczne, magnetyczne, sejsmiczne, a szczególnie magnetotelluryczne.

W celu ustalenia stratygrafii osadów Olszewska i Jugowiec-Nazarkiewicz (2006) wykonały badania około 200 próbek mikrofauny i nannoflory. Opracowanie petrograficzne płytek cienkich, głównie skał magmowych wykonał Skulich (2005, 2006) natomiast badania litologiczno-petrograficzne glin, piasków, żwirów, mułków i ilów wykonał Granoszewski (2006). Oznaczenia wieku bezwzględnego metodą radiowęglową (¹⁴C) torfów wykonała Pazdur (2006).

W ramach prac dokumentacyjnych wykonano 108 sond mechanicznych o średniej głębokości 6,0–9,0 m i łącznym metrażu 400 m. Wykonano także trzy otwory wiertnicze badawcze dla SMGP (kartograficzne): Marcyporęba K-1 (otw. 16) o głębokości 100,0 m, Ryczów K-2 (otw. 14) o głębokości 100,0 m i Barwałd K-3 (otw. 21) o głębokości 50,0 m. Wykorzystano także 18 głębokich (od 511,0 do 3176,3 m) otworów wiertniczych znajdujących się na obszarze arkusza: Spytkowice-101 (otw. 1), Spytkowice-7 (otw. 2), Spytkowice-106 (otw. 3), Spytkowice-105 (otw. 4), Spytkowice-200 (otw. 5),

Spytkowice-103 (otw. 6), Spytkowice-119 (otw. 7), Spytkowice-107 (otw. 8), Ryczów-3 (otw. 9), Ryczów-34 (otw. 10), Ryczów-37 (otw. 11), Chrzastowice-42 (otw. 12), Brzeznica-25 (otw. 13), Nowe Dwory-13 (otw.15), Wysoka-1 (otw. 17), Wysoka-2 (otw. 18), Wysoka-3 (otw. 19) i Leńcze IG-1 (otw. 20). Pięć z tych otworów (otw.: 3, 17-20) przebiło utwory fliszu karpackiego, utwory miocénskie i weszło w utwory platformowe podłoża Karpat.

Wykorzystane zostały również wyniki badań wykonanych dla opublikowanego arkusza Wadowice — Ogólnej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, w cięciu dla mapy w skali 1:100 000 wraz z objaśnieniami (Książkiewicz, 1951a, b) oraz wyniki badań wykonanych na sąsiednich arkuszach SMGP: Myślenice (Paul i in., 1996), Sucha Beskidzka (Książkiewicz, 1973, 1974) i Krzeszowice (Płonczyński, Łopusiński, 1992, 1993).

Pierwszy obraz kartograficzny tego terenu został przedstawiony przez Zaręcznego w Atlasie Geologicznym Galicji (Zaręczny, 1894). W okresie międzywojennym w latach 1926–1937 i tuż po drugiej wojnie światowej (w latach 1946–1949) omawiany obszar był badany przez Książkiewicza, czego wynikiem jest opublikowana w 1951 r. Ogólna Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, arkusz Wadowice.

W okresie powojennym opublikowano pierwszy kompleksowy obraz opracowywanego terenu — Szczegółową Mapę Geologiczną Polski (wydanie tymczasowe — bez utworów czwartorzędowych). W ramach tej edycji arkusz Kalwaria Zebrzydowska zestawili Szymakowska i Żytko (1966). W roku 1979 została wydana Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, arkusz Bielsko-Biała, wydanie A i B (Golonka i in., 1979a, b).

Badaniami utworów czwartorzędowych i geomorfologii tego obszaru zajmowali się m.in.: Alexandrowicz (1978), Bober (1981, 1984), Drużkowski i inni (1984), Gilewska i Starkel (1980), Klimaszewski (1936, 1946, 1948, 1961, 1967, 1972), Książkiewicz (1951a, b, 1973, 1974), Paul i inni (1996), Starkel (1960, 1972a, b, 1984, 1991a, b) oraz Środoń (1952a, b, 1968).

Surowcami mineralnymi zajmował się na obszarze arkusza m.in. Książkiewicz (1951a, b) opisujący syderyty, konkrecje manganowe, piaskowce budowlane i kamienie drogowe. Z kolei Kamieński i Rutkowski (1975), Bromowicz i inni (1976) oraz Rutkowski (1976, 1977, 1982) scharakteryzowali głównie surowce skalne. Według danych z Mapy Geośrodowiskowej Polski 1:50 000, arkusz Kalwaria Zebrzydowska (Bąk i in., 2003; Lis i in., 2004) na obszarze arkusza występują złoża kruszyw naturalnych oraz kamieni drogowych i budowlanych (np. Klecza Dolna, Gary). Ze względu na walory środowiska przyrodniczego i dużą liczbę centrów kultu religijnego oraz bliskość miasta Krakowa eksploatacja surowców mineralnych powinna być całkowicie zaniechana lub odbywać się tylko na skalę lokalną, a teren powinien stanowić bazę rekreacyjno-wypoczynkową dla mieszkańców.

Warunki hydrogeologiczne terenu zostały przedstawione przez Chowańca i Witka (1992) na Mapie Hydrogeologiczno-Sozologicznej Polski 1:50 000, arkusza Kalwaria Zebrzydowska. Dodatkowe wiadomości dotyczące problematyki hydrogeologicznej można znaleźć ponadto w Objasnieniach do Mapy Hydrogeologicznej Polski 1:200 000 (Chowaniec i in., 1984) oraz w pracach Niedzielskiego (1977, 1980).

Badania grawimetryczne na większą skalę są prowadzone na obszarze Karpat od lat 50. Wykonano wtedy regionalne zdjęcie grawimetryczne, na podstawie którego została opracowana Mapa grawimetryczna Polski 1:500 000 (Bronowska i in., 1972). W latach 1972–1982 wykonywano na obszarze Karpat półszczegółowe zdjęcie grawimetryczne o jednolitym standardzie i jednolitym systemie odniesienia. Efektem tych prac była dobra jakościowo mapa grawimetryczna (Reczek, 1983). Oprócz tego były prowadzone badania na określonych profilach oraz prace kompilacyjne i interpretacyjne (Fajklewicz, 1960). Wśród prac analitycznych szczególną wartość ma praca Bojdysa i Lembergera (1986). Autorzy ci w wyniku modelowań grawimetrycznych przedstawili syntetyczny zarys budowy geologicznej podłoża Karpat pomiędzy Cieszynem i Przemyślem.

Obszar Karpat jest pokryty zdjęciem magnetycznym regionalnym oraz częściowo półszczegółowym i szczegółowym. Na uwagę zasługuje zdjęcie areomagnetyczne (Wasiak, 1982). Istnieją również opracowania starsze, m.in. mapa anomalii regionalnych pionowej składowej Orkisz i innych (1965) i taka sama mapa Karaczuna i innych (1978).

Badania sejsmiczne prowadzone są w Karpatach systematycznie od wielu lat przy wykorzystaniu zarówno metody refleksyjnej, jak i refrakcyjnej. Badania sejsmiki refleksyjnej, z wyjątkiem wykonanych w latach ostatnich, ze względu na ich niewielki zasięg głębokościowy mają niewielkie zastosowanie w przypadku niniejszej pracy. Szczególne znaczenie posiada tu sejsmika refrakcyjna, której zadaniem było śledzenie granicy odbijającej związanej ze stropem podłoża skonsolidowanego. Z opracowań regionalnych wyróżnia się szkic morfologiczno-strukturalny Drwiły (1972) oraz próba odtworzenia morfologii skonsolidowanego podłoża na podstawie danych sejsmiki refrakcyjnej (Ślaczka, 1975), a także reinterpretacja badań refrakcyjnych na obszarze Karpat w jednolitym ujęciu obrazu falowego (Patyk, 1977). Niezwykle przydatne są również interpretacje głębokich sondowań sejsmicznych na międzynarodowych profilach III, V oraz regionalnym LT-3 i F (Guterch i in., 1978; Uchman, 1973).

Do rozpoznania budowy geologicznej podłoża Karpat, a szczególnie jego tektoniki szeroko wykorzystywano również kompleksową interpretację różnych metod geofizycznych i teledetekcyjnych (Doktor i in., 1986a, b, 1990; Ryłko, Tomasz, 1990, 1995a, b, c; Paul i in., 1988).

Z inicjatywy Państwowego Instytutu Geologicznego szczegółowe badania magnetotelluryczne prowadzono na obszarze polskich Karpat fliszowych w latach 1980–1991 (Święcicka-Pawliszyn, 1980;

Molek, Oraczewski, 1988; Molek, Klimkowski, 1991). Ich celem było uzupełnienie dotychczasowego stanu wiedzy o wglębnej budowie Karpat i ich podłoża, a przede wszystkim prześledzenie głębokości i charakteru zalegania horyzontu magnetotellurycznego związanego ze skonsolidowanym podłożem Karpat. W latach 1986–1990 wykonano 289 sondowań magnetotellurycznych na 20 profilach. Profile zlokalizowane były na ogół prostopadle do układu struktur fliszowych. Ich długość wahała się od 20 do 70 km, a odległości pomiędzy profilami wynosiły 4–6 km. Odległości pomiędzy punktami sondowań wahały się od 4 do 6 km. Na każdym sondowaniu prowadzono rejestrację pięciu składowych pola elektromagnetycznego: Ex, Ey, Hx, Hy, Hz. Efektem tych badań było m. in. skonstruowanie mapy głębokości zalegania wysokooporowego horyzontu magnetotellurycznego związanego ze skonsolidowanym podłożem Karpat w tym obszarze (Ryłko, Tomasz, 2001). Udało się również zarejestrować i śledzić rozprzestrzenienie warstwy niskooporowej, występującej w niektórych obszarach nad poziomem wysokooporowym.

W ostatnich latach wznowiono badania magnetotelluryczne na obszarze polskiej części Karpat. W 1997 r., z inicjatywy Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej opracowano projekt badań magnetotellurycznych w Karpatach (Gajewski, Pepel, 2000). Projektowane prace mają na celu dostarczenie niezbędnych informacji o wglębnej budowie Karpat i ich podłoża oraz rozwiązanie niektórych problemów związanych z poszukiwaniem węglowodorów. Dodatkowym zadaniem jest rozpoznanie struktury skorupy do strefy Moho. Zaprojektowano ogółem 27 profili. Prace rozpoczęto w 1998 r. i są kontynuowane. Wykonywane są one przy pomocy systemu pomiarowo–interpretacyjnego MT-1. W stosunku do prac prowadzonych wcześniej metoda ta bazuje na wyżej częstotliwościowym zakresie widma fal elektromagnetycznych. Rejestracja w zakresie wysokich częstotliwości oraz długie czasy rejestracji mają pozwolić na rozpoznanie zarówno struktur fliszowych, jak i sięgnąć do strefy Moho i poniżej. Wyniki dotychczas wykonanych prac znajdują się w fazie wstępnej interpretacji. Wskazują one na duże możliwości zastosowanej metody. Dostępne dane zostały uwzględnione przez autorów przy konstrukcji przekroju geologicznego.

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Podział obszaru arkusza na regiony geomorfologiczne, wchodzące w skład jednostek wyższego rzędu przedstawia [tabela 1](#).

Północno-zachodnią część obszaru arkusza pomiędzy granicą arkusza i Pogórzem Karpackim stanowi Brama Krakowska (Sawicki, 1911; Alexandrowicz, 1955). Jest to najsilniej zwężony odcinek rowu przedgórskiego między Garbem Tenczyńskim na północy i Spytkowicami w Karpatach. Leży

Podział geomorfologiczny obszaru arkusza
(na podstawie: Klimaszewskiego, 1946, 1972; Starkła, 1972a, b; Klimka i Starkła, 1972; Gilewskiej, 1986)

Prowincja	Podprowincja	Makroregion	Mezoregion	Region i mniejsze podjednostki
Wyżyny Śląsko-Małopolskie	Wyżyna Śląsko-Krakowska	Wyżyna Krakowska	Wyżyna Krakowska Południowa	Brama Krakowska
Kotliny Podkarpackie	Kotliny Podkarpackie Zachodnie	Kotlina Oświęcimska	Wysoczyzny Przykarpackie Zachodnie	
Karpaty	Karpaty Zachodnie	Karpaty Zewnętrzne	Pogórze Karpackie	Pogórze Wielickie Pogórze Wiśnickie Płaskowyż Draboża Obniżenie Głogoczowskie Wzgórza Lanckorońskie
Karpaty	Karpaty Zachodnie	Karpaty Zewnętrzne	Beskidy	Beskid Mały Grzbiet Choczański

ona na styku trzech wielkich jednostek morfostrukturalnych: Wyżyn Śląsko-Małopolskich, Karpat i Kotlin Podkarpackich. Zaznaczają się w jej rzeźbie stromościenne wzgórza zrębowe zbudowane z wapieni jurajskich i rów tektoniczny Wisły. Bramę Krakowską odwadnia Wisła, wijąc się między wzgórzami zrębowymi w odcinkach przełomów epigenetycznych (Staszic, 1815; Sawicki, 1909) lub też jak uważa Alexandrowicz (1955) w przełomie powstałym przez dwukrotne odpreparowanie (w neogenie i w plejstocenie) zasypanej formy przedtortońskiej o założeniach tektonicznych. Na południe od Bramy Krakowskiej znajduje się Pogórze Wielickie, składające się z płatów wyżynnych o zbliżonej wysokości (250–300 m n.p.m.). Stoki tej części Pogórza Wielickiego są pokryte miększymi pokrywami lessów, mułków lessopodobnych i osadów deluwialno-soliflukcyjnych. W obrębie południowej części Pogórza Wielickiego można wyróżnić szereg mniejszych jednostek, których rzeźba jest uwarunkowana ściśle zróżnicowaną budową geologiczną. W północnym ciągu wzniesień tej części Pogórza znajduje się Płaskowyż Draboża, którego północne stoki są bardzo podatne na ruchy osuwiskowe. W najbardziej na południe wysuniętej części obszaru arkusza usytuowane są Wzgórza Lanckorońskie. Płaskowyż Draboża od pasma Wzgórz Lanckorońskich oddziela równoleżnikowa strefa Obniżenia Głogoczowskiego.

Na szkicu geomorfologicznym (tabl. I) przedstawiono główne elementy geomorfologiczne omawianego obszaru.

Równiny sandrowe i wodnolodowcowe w ogólności występują na małym obszarze, na północ od Wołowic. Tworzą tam płaskie obniżenie na krawędzi doliny Wisły.

Na falistej wierzcholinie Pogórza występują fragmenty dwóch poziomów neogeńskich powierzchni zrównań zachowanych w postaci wyrównanych garbów i spłaszczeń, leżących na podobnej wysokości i prawdopodobnie należących do tzw. pogórskiego poziomu zrównania (Gilewska, Starkel, 1980; Starkel, 1972a, b, 1980). Poziom niższy o wysokości 220,0–250,0 m n. p. m. występuje jedynie fragmentarycznie, na północ od doliny Wisły, w rejonie Wołowic. W tym rejonie

powierzchnia zrównania uwidacznia się w obrębie paleogeńskich rumoszy, żwirów i glin zwietrzelinowych. Poziom wyższy zaznacza się, w środkowej części obszaru badań, na wysokości 350,0–420,0 m n.p. m., w postaci wyrównanych powierzchni wierzchowin w najwyższych partiach. Nie jest wykluczone, że jest to ten sam poziom co w części północnej, tylko tektonicznie podniesiony (Starkel, 1972a, b).

Dna dolin rozcinających obszar Pogórza są najczęściej akumulacyjne. Małe doliny rzeczne są płaskodenne (skrzynkowe) szerokie i ograniczone zboczami, w obrębie których brak wyraźnie zaznaczających się stopni tarasowych. Wyjątkowo na terenie Pogórza w początkowym biegu doliny te są dolinami wciosowymi (V-kształtnymi). U wylotu bocznych dolin usypane są często stożki napływowe.

Wisła na terenie arkusza płynie szeroką (do 4 km) doliną. Szerokość koryta zwiększa się w dół doliny. Na całej swej długości, jest ono regulowane wałami przeciwpowodziowymi.

Na obszarze arkusza największym dopływem Wisły jest Skawa. Korytu Wisły i Skawy towarzyszą tarasy akumulacyjne zalewowe (V–VI) i nadzalewowe (I–IV). Tarasy akumulacyjne zalewowe najniższe o wysokości przeważnie 0,5–3,0 m n.p. rzeki (VI), maksymalnie 7,0 m n.p. rzeki (V) tworzą dwa stopnie, niższy w postaci kamieńca i wyższy – łęgowy, w obrębie którego zachowały się w dolinie Wisły ślady dawnych koryt.

Tarasy akumulacyjne nadzalewowe niskie (tarasy rędzinne) o wysokości 10,0–12,0 m n.p. rzeki (IV) zajmują mniejsze powierzchnie w obrębie doliny Wisły i Skawy. Ich powierzchnia często wykorzystywana jest pod zabudowę, chociaż w czasie ekstremalnych wezbrań wód mogą być one lokalnie zalewane, zwłaszcza przez wody powodziowe bocznych dopływów. W części zachodniej, w dolinie Skawy występują w formie mniej lub bardziej wąskich listew tarasy akumulacyjne nadzalewowe średnie o wysokości 15,0–23,0 m n.p. rzeki (III) i 23,0–25,0 m n.p. rzeki (II). Ich powstanie należy wiązać ze środkowym plejstocenem. Również w dolinie Skawy zachowały się tarasy akumulacyjne wysokie z pokrywą żwirową, położone na wysokości 26,0 do 30,0 m n.p. rzeki (I). Ich powstanie należy wiązać z wczesnym plejstocenem.

W części północnej i lokalnie środkowej omawianego obszaru znajdują się pokrywy lessowe i pyłowe pochodzenia eolicznego, prawdopodobnie związane z wywiewaniem frakcji pyłowej z szerokich den dolin w zimnych piętrach plejstocenu i osadzaniem ich na spłaszczeniach i stokach. Drugą grupę form pochodzenia eolicznego reprezentują wydmy i równiny piasków przewianych, występujące na północ od Czernichowa. W rejonie tym równina piasków przewianych z pojedynczymi wałami wydmy występuje w bezpośrednim sąsiedztwie krawędzi jurajskiego zrębu góry Chełm. Miąższość piasków w tym rejonie dochodzi do 30 m. Obszar występowania piasków eolicznych i wydmy porośnięty jest zwartymi lasami sosnowymi.

W okolicy Spytkowic, Ryczowa, Chrzastowic i Marcyporeby występują gła z y n a r z u t o w e, najczęściej granitowe i kwarcytowe, świadczące o pobycie na tym terenie lądolodu skandynawskiego.

Na południe od Płaskowyżu Draboża, w obrębie Obniżenia Głogoczowskiego i Wzgórz Lanc-korońskich wśród grzbietów i garbów występują formy wąskie i szerokie — za-okrągłone, utworzone w wyniku powolnego przebiegu procesów denudacyjnych. Miejscami, mniej lub bardziej wyraźny załom oddziela zaokrągloną wierzchowinę od bardziej stromych stoków. Część grzbietów utworzona została w wyniku przeobrażenia powierzchni zrównań. W miejscach intensywnych procesów denudacyjnych występują grzbiety wąskie i zaokrąglone. W obrębie linii grzbietowych zaznaczają się w i e r z c h o ł k i oraz przełęcz. Na terenie omawianego arkusza można rozróżnić wierzchołki: s t o ż k o w e, k o p i a s t e i k o p u l a s t e.

W rejonie Spytkowic, Ryczowa, Zygodowic, Witanowic, Bacharowic a szczególnie w obrębie północnych stoków Płaskowyżu Draboża występują duże o s u w i s k a strukturalne, zajmujące znaczne powierzchnie. Rozpoczynają się one często wyraźnymi n i s z a m i, a j ę z o r a m i o s u w i s k o w y m i schodzą przeważnie do den dolin. Część z omawianych osuwisk jest założona na dużych strefach uskoku i może mieć związek z młodymi ruchami tektonicznymi.

W dolnych częściach słabo nachylonych stoków ($6-12^{\circ}$) występują p o k r y w y s o l i f l u k - c y j n o - d e l u w i a l n e, które w części pokrywają osady plejstocénskich tarasów rzecznych. Tworzą one podstokowe p o w i e r z c h n i e s p ł a s z c z e ń denudacyjno-akumulacyjne z pokrywą delu-wiów. Od wyższej części stoku oddziela je przeważnie wklęsły załom lub wklęsłe załamania (stoków) oddzielające różne powierzchnie gradacyjne. W obrębie s t o k ó w zaznaczają się także, związane z różną odpornością poszczególnych ogniw skalnych (szczególnie przy monoklinalnym zapadaniu warstw) wyraźne p r o g i t e k t o n i c z n e (strukturalne). Dodatkowo na kształtowanie się takich progów miały wpływ procesy kriogeniczne w plejstocenie.

Na terenie omawianego arkusza w rzeźbie zaznacza się duży k a m i e n i o ł o m usytuowany w rejonie Babicy. W okolicy Nowej Wsi, Czernichowa, Wołowic, Rokowa i Jaroszowic zlokalizowa-nych jest kilka p i a s k o w n i i p i a s k o w n i - ż w i r o w n i, w których eksploatowane są piaski oraz piaski i żwiry rzeczne. W dolinie Wisły charakterystycznymi formami antropogenicznymi są: zapora wodna w Łączanach, kanał Łączany-Skawina, n a s y p y d r o g o w e i k o l e j o w e oraz wały p r z e c i w p o w o d z i o w e. Podobne wały przeciwpowodziowe zlokalizowane są w dolinie Skawy. Wspomnieć należy również o lokalnym w y s y p i s k u o d p a d ó w k o m u n a l n y c h w rejonie Spytkowic.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

Na obszarze arkusza Kalwaria Zebrzydowska występują utwory platformowe podłoża Karpat i zapadliska przedkarpackiego, utwory zapadliska przedkarpackiego, Karpat fliszowych, miocenu transgresywnego na Karpatach oraz pokrywające je osady czwartorzędowe.

Podłożem zapadliska przedkarpackiego oraz Karpat fliszowych są platformowe utwory paleozoiczne i mezozoiczne. Utwory paleozoiczne reprezentują osady kambru dolnego (dolnokambryjska klastyczna formacja z Goczałkowic), dewonu dolnego (kompleks dolnodewońskich skał klastycznych), kompleks dewońsko-karbońskich skał węglanowych (dewon środkowy, górny i karbon dolny), kompleks karbońskich skał klastycznych (karbon dolny i górny) oraz kompleks górnokarbońskich utworów węglonośnych. Utwory mezozoiczne (wapień jury) stwierdzono w lokalnych odsłonięciach powierzchniowych w rejonie Czernichowa i Wołowic.

Utwory zapadliska przedkarpackiego reprezentowane są na powierzchni oraz pod nasuniętymi jednostkami orogenu karpackiego przez osady neogeńskie (miocenne). Osady neogeńskie leżą bezpośrednio na utworach mezozoicznych bądź paleozoicznych podłoża platformowego.

Utwory Karpat fliszowych reprezentują silnie zróżnicowane facjalnie serie Karpat Zewnętrznych. Są to: seria skolska, nierozdzielone serie podlaska i skolska (?) oraz seria ślaska. Stratygrafię utworów fliszowych opracowano na podstawie wyników obserwacji odsłonień naturalnych. Wiek osadów został udokumentowany badaniami mikropaleontologicznymi, głównie małych otworów oraz nannoplanktonu, wykonanych przez Olszewską i Jugowiec-Nazarkiewicz (2006). Wykorzystano również wcześniejsze opracowania mikrofaunistyczne z terenów sąsiednich arkuszy.

Osady miocenu transgresyjnego na Karpatach stwierdzono w rejonie Ryczowa, Marcyporęby, Bęczyna i Paszkówki. W rejonach tych zalegają one transgresyjnie na różnych ogniwach trzech serii Karpat fliszowych.

A. STRATYGRAFIA

Zapadlisko przedkarpackie i podłoże

Utwory platformowe podłoża zapadliska przedkarpackiego i Karpat fliszowych nie występują na powierzchni, stwierdzone je jedynie w otworach wiertniczych na obszarze arkusza (tabl. II).

1. K a m b r

a. K a m b r d o l n y

Zlepieńce i piaskowce z wkładkami mułowców (formacja z Goczałkowic). Jest to ogniwo piaskowców skolitusowych z Mogilan i ogniwo piaskowców bioturbacyjnych z Głogoczowa. Do tego kompleksu zaliczono osady zdefiniowane w randze formacji (Buła, 2000; Buła, Żaba, 2005). Osady te reprezentują młodszą dolnokambryjską jednostkę litostratygraficzną – formację z Goczałkowic, należącą do kambru dolnego subholmiowego i holmiowego, tworzącą czteroczłonową transgresywną sekwencję litologiczno-facjalną. Poszczególne odcinki tej sekwencji wyróżniono w randze ogniw. Są to (od dołu): piaskowce skolitusowe z Mogilan, piaskowce bioturbacyjne z Głogoczowa, mułowce z trylobitami z Pszczyny i iłowce z Jarząbkowic. Na obszarze badań w profilach otworów wietniczych stwierdzono jedynie obecność dwóch najstarszych ogniw.

Najniższa część profilu ogniwa piaskowców skolitusowych z Mogilan to zlepieńce, żwirowce i piaskowce różnoziarniste. Ku górze zmniejsza się średnica ziarn i kompleks zlepieńcowo-piaszczysty przechodzi stopniowo w kompleks piaskowców różnoziarnistych z podrzędnymi wkładkami zlepieńców i mułowców piaszczystych. Na obszarze arkusza osady tego kompleksu o miąższości 447 m stwierdzono w otworze 17 na głębokości 2073–2520 m.

Piaskowce bioturbacyjne z Głogoczowa to z piaskowce drobno-, rzadziej średnioziarniste, laminowane i przewarstwiane mułowcami piaszczystymi. Stwierdzono je w otworze 17 na głębokości 1731–2073 m; ich miąższość wynosi 342 m.

2. D e w o n

a. D e w o n d o l n y

Zlepieńce (żwirowce), piaskowce, mułowce i iłowce (kompleks dolnodewońskich skał klastycznych). Kompleks ten rozpoznany został (Buła, 2000; Buła, Żaba, 2005) głównie wzdłuż południowej (między Bielskiem-Białą–Krakowem) oraz wschodniej (między Siewierzem – Olkuszem) krawędzi bloku górnośląskiego. W niektórych wykonanych tu otworach nie stwierdzono obecności dolnodewońskich skał klastycznych, co wskazuje na brak ich ciągłości lateralnej. Kompleks ten reprezentują zlepieńce (żwirowce) kwarcowe i piaskowce różnoziarniste, przeważnie kwarcowe, z intraklastami skał. Towarzyszą im wkładki masywnych mułowców, rzadko iłowców. Ławice żwirowców spotykane są przede wszystkim w profilach dewonu dolnego, rozpoznanych wzdłuż południowej krawędzi bloku górnośląskiego. W jego części wschodniej w profilach dewonu dolnego dominują osady o drobniejszym uziarnieniu, głównie piaskowce kwarcowe przeławiczone mułowcami, rzadziej iłowcami.

Klastyczne utwory dewonu dolnego rozpoznane w bloku górnośląskim są określane jako „podstawowa seria klastyczna dewonu” (Kotas, 1982). Osady te, stwierdzone w wierceniach między Rajbrotom (na południowy wschód od Krakowa) a Cieszynem, Narkiewicz (2005) wyróżnił w randze formalnej jednostki litostratygraficznej – formacji żwirowców, piaskowców i mułowców z Andrychowa. Miąższość dolnodewońskich utworów klastycznych rozpoznanych w bloku górnośląskim zmienia się w granicach od kilku do około 150 m. Na obszarze badań utwory dewonu dolnego o miąższości 50 m stwierdzono w profilu otworu 17 na głębokości 1681–1731 m.

3. Dewon + karbon

a. Dewon środkowy + górny + karbon dolny

Dolomity, wapienie, margle i mułowce (kompleks dewońsko-karbońskich skał węglanowych). Tworzące kompleks dewońsko-karboński skały rozpoznano licznymi wierczeniami w południowej i wschodniej części bloku górnośląskiego (Buła, 2000; Buła, Żaba, 2005). Kompleks ten w dolnej części reprezentowany jest przez krypto- i mikrokryształiczne dolomity, zawierające wkładki wapieni, a podrzędnie margli i mułowców dolomitycznych, miejscami przepojonych anhydrytami. W górnej części dominują wapienie organodetrytyczne, organogeniczne, pelityczne i margliste, którym rzadko towarzyszą wkładki margli.

Omawiane utwory rozpoznane w bloku górnośląskim określane są ogólnie jako „seria (asocjacja) węglanowa dewonu i karbonu dolnego”. W ich profilu zostało wyróżnionych kilkanaście formalnych i nieformalnych jednostek litostratygraficznych przez różnych autorów (Narkiewicz, 1978, 2001, 2005; Kotas, 1982; Narkiewicz, Racki, 1987; Tomasz, Zając, 1996). Zagadnienia litostratygrafii serii węglanowej dewonu i karbonu dolnego w południowej i wschodniej części bloku górnośląskiego szerzej przedstawił Narkiewicz (2005).

Miąższość węglanowych utworów dewońsko-dolnokarbońskich jest silnie zróżnicowana od kilkudziesięciu do ponad 1500 m. Najmniejszą miąższość osady te osiągają w południowej części bloku górnośląskiego, wokół wyniesienia Bielska-Białej–Andrychowa, gdzie lokalnie dochodzi do ich całkowitego wyklinowania. Brak tych osadów w omawianej części bloku górnośląskiego może być też wynikiem śródwieżskich procesów erozyjnych (Narkiewicz, 2005). Na północ i wschód od wspomnianej struktury ich miąższość stopniowo wzrasta, do ponad 1500 m.

Na obszarze badań omawiane utwory stwierdzono w profilach otworów: 5 — na głębokości 2550–3176 m (miąższość 626 m), 17 — na głębokości 1061–1681 m (miąższość 620 m), 18 — na głębokości 1152–1650 m (miąższość 498 m) i 19 — na głębokości 1765–2755 m (miąższość 990 m). Z wyjątkiem otworu 17 pozostałe otwory nie przewierciły kompleksu dewońsko-karbońskich skał węglanowych. Ich stwierdzona miąższość wynosi od 498 do 990 m.

4. Karbon

a. Karbon dolny + górny

Mułowce piaszczyste, iłowce, piaskowce i wapienie z wkładkami węgla kamiennego (warstwy malinowieckie i warstwy zalaskie). Osady tego kompleksu karbońskich skał klastycznych w części wschodniej bloku górnośląskiego podścielają bezpośrednio górnokarbońskie utwory węglonośne. Utwory te są ujmowane w dwie równorzędne wiekowo jednostki litostratygraficzne – warstwy malinowickie i warstwy zalaskie, powiązane ze sobą wzajemnymi przejściami (Kotas, 1972 a, 1982; Buła, 2000, 2001; Buła, Krieger, 2004). Warstwy malinowickie i zalaskie zostały wyróżnione przez Kotasa (1982) jako „asocjacja fliszowa”.

Warstwy malinowickie, tworzące podłoże utworów węglonośnych są reprezentowane przez mułowce, przeważnie piaszczyste i iłowce, którym towarzyszą wkładki piaskowców drobnoziarnistych, sporadycznie wapieni marglistych. Utwory warstw zalaskich w porównaniu z utworami warstw malinowickich cechują się zwiększonym udziałem wkładek piaskowców i wapieni, głównie organodetrytycznych. Ponadto w profilu warstw zalaskich występują cienkie wkładki węgla humusowego i sapropelowego, a także łupków węglowych o charakterze humusowym lub sapropelowym.

Mięższność karbońskich skał klastycznych w części wschodniej bloku górnośląskiego stopniowo rośnie od południa i południowego wschodu w kierunku na zachód i południowy zachód od około 200 do ponad 1500 m. Na obszarze badań omawiane osady stwierdzono w otworze 5 na głębokości 1650–2550 m (mięższność 900 m).

b. Karbon górny

Piaskowce i mułowce z wkładkami łupków i węgla kamiennego (kompleks górnokarbońskich utworów węglonośnych). Kompleks ten jest reprezentowany przez serię paraliczną, górnośląską serię piaskowcową, serię mułowcową i krakowską serię piaskowcową (Buła, 2000; Buła, Żaba, 2005).

Seria paraliczna, według wcześniejszych podziałów — warstwy brzeżne, obejmuje w całości paraliczne utwory węglonośne. Wyróżnia się ona występowaniem obok osadów lądowych (w tym pokładów węgla) również osadów morskich i brakicznych, tworzących w jej profilu charakterystyczne poziomy o dużym lateralnym rozprzestrzenieniu. Serię paraliczną tworzą utwory klastyczne (zlepieńce, piaskowce, mułowce i iłowce) i fitogeniczne (łupki węglowe i węgiel kamienny). Udział skał grubookruchowych (głównie piaskowców, rzadko zlepieńców) w jej profilu wynosi 20–50%, a łupków węglowych i węgla 3–4%. Mięższność serii paralicznej w zachodniej części Górnośląskiego

Zagłębia Węglowego (GZW) szacowana jest na około 4000 m, w kierunku południowo-wschodnim redukuje się ona do około 200 m.

Górnośląska seria piaskowcowa reprezentowana jest przez osady gruboklastyczne (piaskowce, zlepieńce), którym towarzyszą wkładki skał ilasto-mułowcowych i nieliczne, przeważnie o znacznej miąższości, pokłady węgla kamiennego. Procentowy udział skał grubookruchowych w budowie serii wynosi 30–90%, przeważnie przekracza 50%. Udział utworów fitogenicznych wynosi 6–9%, w niektórych przypadkach przekracza 10 %. Maksymalna miąższość górnośląskiej serii piaskowcowej w części zachodniej i północno-zachodniej GZW sięga 1200 m, w kierunku południowo-wschodnim osady tej serii wyklinowują się.

W profilu serii mułowcowej dominują osady mułowcowo-iłowcowe, którym miejscami towarzyszą ławice piaskowców i liczne, przeważnie cienkie pokłady węgla kamiennego. W centralnej części GZW seria mułowcowa osiąga maksymalną miąższość około 1800 m, w kierunku południowo-wschodnim redukuje się do kilkudziesięciu metrów.

Krakowska seria piaskowcowa kończy sedymentację limnicznych utworów węglonośnych GZW. Od niżejleżącej serii mułowcowej różni się kontrastowo wykształceniem litologicznym. W profilu serii zdecydowaną przewagę mają utwory gruboklastyczne: piaskowce i zlepieńce, których udział przekracza 70%. Nieliczne pokłady węgla kamiennego osiągają zazwyczaj dużą miąższość, nawet do 6–7 m. Utwory krakowskiej serii piaskowcowej występują w centralnej, wschodniej i południowo-wschodniej części GZW. Maksymalna miąższość serii szacowana jest na około 1650 m.

Na obszarze badań kompleks górnośląskich utworów węglonośnych reprezentuje nierozdzielona seria mułowcowa i krakowska seria piaskowcowa. Osady te stwierdzono w profilach prawie wszystkich głębokich otworów wiertniczych. Ich największą miąższość, wynoszącą 1523 m zanotowano w otworze 5, najmniejszą — 65 m — w otworze 19.

5. Jura

a. Jura górna

Oksford

Oksford środkowy + górny

Wapienie skaliste i wapienie ławicowe z krzemieniami. Skały te są najstarszymi utworami odsłaniającymi się na powierzchni. Występują w odsłonięciach w Czernichowie i na górze Krzemienik w Wołowicach. Litologicznie są to wapienie skaliste oraz zazębiające się z nimi wapienie ławicowe (Dżułyński, 1953; Alexandrowicz, 1960). W wapieniach, a szczególnie w ich facji ławicowej, obserwuje się krzemienie. Wapienie jurajskie ulegały miejscami procesom dolomitizacji, sylikacji i pirytyzacji. Miąższość wapieni wynosi około 200 m.

6. Paleogen

Rumosze skalne, żwiry i gliny zwietrzelinowe. Na nierównych powierzchniach wapieni jurajskich leżą fragmenty rozległych pokryw zwietrzelinowych. Występują one w okolicach Wołowic — Krzemiennika. Są to czerwone gliny pochodzące z chemicznego wietrzenia wapieni, zawierające krzemienie jurajskie (Gradziński, 1962). Utwory te powstały z rozmycia osadów kredowych (Alexandrowicz, 1969). Miąższość kompleksu jest zmienna i zawiera się w przedziale 0–40 m.

7. Neogen

a. Miocen

Miocen środkowy

Baden

Iły i iły piaszczyste oraz piaski i piaskowce — warstwy skawińskie. Osady te stwierdzono na powierzchni w lokalnych odsłonięciach między Spytkowicami na zachodzie a Bęczynem na wschodzie. Wykształcone są one w postaci iłów i iłów piaszczystych oraz mułowców z wkładkami drobnoziarnistych piasków, lokalnie z wkładkami gruboziarnistych piasków i grubookruchowych żwirów. W obrębie tych osadów Olszewska (Olszewska, Jugowiec-Nazarkiewicz, 2006) stwierdziła m. in.: *Ammonia beccarii* (Linne), *Valvulineria companata* (d'Orbigny), *Globigeryna bulboides* (d'Orbigny), *Praeorbulina circularis* (Blow) i *Globorotalia bykovae* (Aisenstadt). Miąższość warstw skawińskich na omawianym obszarze wynosi około 150 m.

Osady miocenu transgresywnego na Karpatach

1. Neogen

a. Miocen

Miocen środkowy

Baden

Iły z wkładkami zlepieńców, piaskowców i żwirów oraz fragmentami skał fliizowych. Utwory te stwierdzono w rejonie Ryczowa, Marcyporęby, Bęczyna i Paszkówki. Iły są szare, zapiaszczone, z pojedynczymi okruchami dobrze obtoczonego kwarcu. Żwiry są złożone z otoczków szarego kwarcu oraz twardych piaskowców, najczęściej typu Igockiego i godulskiego. Szczegółowe opisy tych warstw, m. in. z obszaru badań, znajdują się w pracy Doktora (1983). Autor ten określa te warstwy jako paraautochtoniczną molasę bacharowicką, powstałą w strefie brzegowej morza miocenijskiego, wkraczającego na Karpaty. Miąższość kompleksu wynosi około 90 m.

Seria skolska

1. Kreda–neogen

Iłowce i mułowce z blokami skał fliszowych i krystalicznych (olistostromy i melanże tektoniczne). Utwory te wyróżniono u czoła Karpat Zewnętrznych w rejonie Ryczowa, Zygodowic i Tłuczna.

Przy opracowywaniu arkusza autorzy przyjęli, że paleogeńsko-wczesnomiocenński „flisz zewnętrzny” pojawiający się w wystąpieniach przy brzegu Karpat między Andrychowem a Radziszowem (Książkiewicz, 1951a, b) zaliczany następnie do serii (płaszczowiny) podśląskiej (Książkiewicz 1972; Golonka i in., 1979) jest w istocie odosobnionym, zachodnim przedłużeniem serii (płaszczowiny) skolskiej (Koszarski, 1985; Żytko i in., 1989; Wójcik i in., 1996; Żytko, Malata, 2001; Żytko, 2001). Kryterium litologicznym przemawiającym za tego typu nowym przyporządkowaniem profilu „fliszu zewnętrznego” jest obecność piaszczystego fliszu w eocenie środkowym (warstwy z Przybradza i piaskowce ciężkowickie, przechodzące obocznie w łupki pstre) oraz gruboławicowe piaskowce typu kliwskiego w warstwach menilitowych oligocenu. Wskazuje na to również wczesnomiocenński wiek warstw krośnieńskich, udokumentowany korelacyjnym poziomem tufitów z Radziszowa (Koszarski, 1985; Wieser, 1985) i Roczyn (Nowak, 1966) znanym także z serii skolskiej.

Ilasto-mułowcowe utwory „fliszu zewnętrznego” serii skolskiej stanowią, w ujęciu autorów, matrix (tło) dla tkwiących w jego obrębie bloków skał różnego wieku. Skały te były w tradycyjnym ujęciu elementami wyróżnianego tu dotychczas profilu serii podśląskiej. Zdaniem autorów, szereg kompleksów skalnych wyróżnianych jako „flisz zewnętrzny” i tzw. seria (płaszczowina) podśląska zewnętrzna są pozostałością po szerokiej, zróżnicowanej facjalnie (przewaga facji szelfowych i skłonowych) strefie północnego brzegu Karpat, zaburzonej i zmelanżowanej, wciągniętej częściowo pod nasunięcie Karpat i widocznej, również dalej na południu, w strefach okiennych. Na obszarze arkusza jest to zespół okien tektonicznych widoczny między płaszczowiną śląską górną (Pogórza Lanckorońskiego) a łuską Stroń–Pasiek. W szerszym planie Karpat Zewnętrznych (również poza terenem badań) wspomniany zespół okien tektonicznych reprezentuje tzw. strefę lanckorońsko-żegoćską (Książkiewicz, 1972). Tym samym utwory, w istocie tych samych facji, północnego brzegu Karpat w wyniku późniejszej ewolucji tektonicznej (podziału tektonicznego) włączane do różnych brzegowych jednostek tektoniczno-facjalnych Karpat (na obszarze arkusza seria skolska i seria podśląska zewnętrzna) zostały zdeformowane, zmelanżowane, a następnie wciągnięte w kanał subdukcyjny i miejscami mieszane z utworami miocenu przedgórze, o czym świadczy miocenński wiek próbek pobranych z chaotycznego kompleksu „fliszu zewnętrznego”.

Na chaotyczny charakter całej strefy fliszu zewnętrznego zwrócił też uwagę Jankowski (Jankowski, 2000). Inaczej mówiąc mamy tutaj do czynienia z fragmentem pryzmy akrecyjnej Karpat

Zewnętrznych. Zdaniem Krzywca (Krzywiec, 1997), który opisał pryzmę Karpat Zewnętrznych w rejonie centralnej części zapadliska przedkarpackiego, pryzmę akrecyjną Karpat Zewnętrznych stanowi klin osadów deponowanych od kredy dolnej (jury górnej?) do miocenu dolnego wraz ze zdeformowanymi, stopniowo wciągniętymi w jej struktury osadami przedpola. Opis podobnych zjawisk w innych częściach Karpat znajdujemy w pracach Jankowskiego (Jankowski, 2004, 2007).

Mięszczość tego kompleksu jest bardzo trudna do określenia, przypuszczalnie nie przekracza jednak 500 m.

Seria podśląska i seria skolska (?)

Na obszarze arkusza Kalwaria Zebrzydowska na powierzchni występują utwory serii skolskiej, podśląskiej i śląskiej. Istnieje tu duża trudność w wyznaczeniu typowego profilu serii podśląskiej i serii skolskiej, w związku z tym zaproponowano profil łączący obie te serie, podobnie jak na arkuszu Myślenice (Paul i in., 1996).

1. Kreda

a. Kreda dolna

Walanżyn–hoteryw

Łupki z wkładkami piaskowców cienkoławicowych i syderytów (łupki cieszyńskie górne) — warstwy cieszyńskie. Do warstw cieszyńskich zaliczono czarne, rozpadające się liściasto łupki z podrzędnymi wkładkami piaskowców oraz ławicami cienkopłytych syderytów. Piaskowce są drobnoziarniste, wapniste, cienkoławicowe, zbite, skorupowe z licznymi żyłami kalcytu. Stwierdzono także zlepieńcowate odmiany piaskowców, złożone przeważnie z kwarcu oraz wapieni i węgla kamiennego. Występują one w rejonie Wróblówek, Zagrodnik i Tłuczania. Mięszczość łupków cieszyńskich górnych w profilu omawianej serii wynosi około 100. Wiek warstw został określony na podstawie badań mikrofaunistycznych na walanżyn–hoteryw (Książkiewicz, 1951a, b; Książkiewicz, Liszkowa, 1979).

Hoteryw–apt

Piaskowce z wkładkami łupków i zlepieńców — warstwy grodziskie. Są to piaskowce wapniste, gruboziarniste, średnio- i gruboławicowe, leżące na górnych łupkach cieszyńskich. Piaskowce te zawierają kwarc i skalenie, rzadko rozsiały różowy kwarc, miejscami okruchy łupków chlorytowych i serycytowych oraz otoczaki wapieni. W piaskowcach gruboławicowych występują często zlepieńce, w których pojawiają się również ułamki węgla kamiennego. Równolegle występują też piaskowce cienkoławicowe, mniej zwięzłe, rozsypliwe ze strzałką kalcytową. Piaskowce przedzielają łupki barwy czarnej, popielatej, miejscami plamiste, margliste, rozpadające się liściasto.

Piaskowce mają żelaziste spoiwo. Po zwiertzeniu, rumosze piaskowcowe mają barwę rdzawą. Wśród zlepieńców, ku górze profilu pojawiają się drobnoziarniste piaskowce cienkoławicowe, silnie wapniste. Stwierdzono je w rejonie Zygodowic, Ryczowa, Zadziela, Zagórza i Podlasu oraz w oknach tektonicznych strefy lanckorońskiej. Miąższość piaskowców warstw grodziskich w rejonie badań wynosi około 100 m. Wiek badanych osadów określono na wczesny apt.

Hoteryw–alb

Łupki czarne z wkładkami piaskowców i syderytów oraz łupki z egzotykami — warstwy wierzowskie. Warstwy wierzowskie w profilu usytuowane są nad warstwami grodziskimi lub gdy ich brak, nad łupkami cieszyńskimi górnymi. Łupki z egzotykami (miąższość około 200 m) występują między Zygodowicami a Witanowicami oraz w rejonie Barwałdu, natomiast łupki czarne bez egzotyków (miąższość około 50 m) obserwuje się w Tłuczaniu.

Górna część łupków wierzowskich składa się z serii naprzemianległych łupków czarnych, twardych, krzemionkowych, przedzielonych ciemnymi piaskowcami krzemionkowymi, twardymi, smużystymi, często o przekątnym uwarstwieniu. W próbce pobranej w Zygodowicach Olszewska (Olszewska, Jugowiec-Nazarkiewicz, 2006) stwierdziła mikroszczątki organiczne otwornic: *Rhizammina indivisa* Brady, *Psammosphaera laevigata* (White), *Glomospira variabilis* (Kübler et Zwingli), *Thalmannammina neocomiensis* Geroch, *Trochammina vocontiana* Moullade, *Gavelinella barremiana* (Bettendaedt) oraz elementy gąbek. Wiek badanych osadów określono na apt.

b. Kreda dolna–górną

Alb–cenoman

Gezy i spongiolity z wkładkami margli i łupków — warstwy gezowe. Jest to poziom leżący nad zredukowanymi warstwami wierzowskimi. Są to głównie gezy składające się z kwarcu i igieł gąbek krzemionkowych. Gezy są przewarstwione szarymi, zielonkawymi lub czarnymi łupkami. W obrębie łupków występują cienkie warstewki spongiolitów i margli krzemionkowych. Stwierdzono je w odsłonięciach powierzchniowych w rejonie Zygodowic i Witanowic. Warstwy gezowe na obszarze arkusza są głównie wieku albsko-cenomańskiego. Miąższość warstw gezowych dochodzi do 150 m.

Turon–mastrycht

Margle pstrę węglowieckie stwierdzono w rejonie Kaniowa i Zygodowic na północy oraz w oknach tektonicznych strefy lanckorońskiej na południu. Są to przeważnie margle, podrzędnie łupki margliste, seledynowe i szarzielone, miejscami czerwone i żółte. Pocięte są one żyłkami kalcytu. Ich miąższość ze względu na zły stan odsłonieć jest trudna do ustalenia; może wynosić około 10–80 m.

Lokalnie w rejonie Jastrzębiej Górnej występują głównie margle zielone, przewarstwiane miękkimi ciemnymi łupkami oraz marglami barwy czerwonej.

Wiek margli pstrych węglowieckich na tym obszarze został określony na senon (Książkiewicz 1967; Książkiewicz, Liszkowa, 1979). W próbce osadów pobranych w rejonie Witanowic Jugowiec-Nazarkiewicz (Olszewska, Jugowiec-Nazarkiewicz, 2006) stwierdziła dolnokampański nanoplankton wapienny: *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, *Biscutum constans* (Górka) Black, *Chiastozygus litterarius* (Górka) Manivit, *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette et Martini, *Cribrosphaerella ehrenbergii* (Arkhangelsky) Deflandre, *Eiffellithus eximius* (Stover) Perch-Nielsen, *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky) Gartner, *Prediscosphaera stoveri* (Perch-Nielsen) Shafik et Stradner, *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre) Perch-Nielsen i *Watznaueria barnesae* (Black) Perch-Nielsen.

2. Kreda–paleogen

a. Kreda górna–paleocen

Piaskowce bryozoowo-litotamniowe (piaskowce z Szydłowca). Utwory te stwierdzono na południe od Wadowic, w Gorzeniu Dolnym (Książkiewicz, 1951a, b). Jest to seria piaskowców cienkoławicowych, zbitych, niebieskawo-szarych, bardzo twardych, przegradzana cienkimi wtrąceniami piaskowców zlepieńcowatych, zawierających skamieniałości (mszywioly, glony, otwornice). Piaskowce są wapniste. Podrzednie występują łupki szare, szarozielonkawe, dość twarde, margliste. Wśród tych utworów sporadycznie spotyka się gruboławicowe drobnookruchowe zlepienie. Miąższość omawianych osadów wynosi około 250 m.

3. Paleogen

a. Paleocen

Łupki i piaskowce cienkoławicowe (piaskowce z Gorzenia). Utwory te stwierdzono na południe od Wadowic, w Gorzeniu Dolnym (Książkiewicz, 1951a, b). Są to łupki ilaste szaro-zielonawe, w obrębie których stwierdzono cienkoławicowe droбноziarniste piaskowce glaukonitowe. Miąższość warstw wynosi około 150 m.

b. Paleocen–eocen

Łupki ilaste czerwone i zielone, miejscami z aglomeratami tufowymi i egzotykami — łupki pstre. Stwierdzono je w rejonie Spytkowic, Wróblówek, Tłuczania, Witanowic i Bacharowic. Wyróżnione łupki pstre są warstwowane, o rozpadzie liściastym. Książkiewicz (1951a, b) wydzielił w Bachowicach („Las Bachowicki”) w obrębie łupków pstrych tzw. serię egzotyczną Bachowic — łupki pstre i aglomeraty tufowe z egzotykami (miąższość około 30 m)

szeroko opisaną w pracy z 1951 r. (Książkiewicz, 1951b). Cytowany autor wyróżnił wśród skał egzotycznych skały krystaliczne (granity porfirowe, dioryty, bazalty, czerwone tufy porfirytowe, gnejsy biotytowe, melafiry) oraz skały osadowe (czerwone piaskowce kwarcytowe triasu dolnego, wapienie triasu środkowego, piaskowce zlepieńcowate, czerwone i białe wapienie krynowide z fauną jurajską, zlepieńce oraz czerwone i zielone wapienie kredowe). Miąższość kompleksu łupkowego jest trudna do jednoznacznego określenia, przypuszczalnie nie przekracza 120 m.

c. E o c e n

P i a s k o w c e z w k ł a d k a m i z l e p i e ń c ó w i ł u p k i (p i a s k o w c e c i ęż k o w i c k i e). Utwory te stwierdzono w północno-zachodniej części terenu badań. Są to piaskowce gruboławicowe, drobnoziarniste, o nieregularnym frakcjonalnym uwarstwieniu. W piaskowcach tych występują soczewy zlepieńców złożonych z otoczków kwarcu, szarych okruchów skał metamorficznych i sporadycznie wapieni. Piaskowce i zlepieńce są przewarstwione mułowcami i zielonkawymi łupkami, zazwyczaj silnie zapiaszczonymi. Piaskowce ciężkowickie miejscami mają znaczną wapniistość i wykazują wtedy tendencję do kulistego wietrzenia. Miąższość tego poziomu wynosi około 70 m. W piaskowcach tych stwierdzono faunę złożoną głównie z dużych otwornic, m.in.: *Nummulites planulatus* Lamarck i *Nummulites aquitanicus* Benoist.

M a r g l e p s t r e. Utwory te stwierdzono w Witanowicach. Są to białe lub jasnozielone margle, dość twarde, dobrze uwarstwione, mniej lub bardziej plamiste, nieraz skrzemieniałe. W próbce osadów pobranej z rejonu Witanowic Olszewska (Olszewska, Jugowiec-Nazarkiewicz, 2006) wyróżniła mikroszczątki organiczne otwornic: *Psammosiphonella cylindrica* (Glaessner), *Reophax pilulifer* Brady, *Reophax elongatus* (Grzybowski), *Ammolagena clavata* (Jones et Parker), *Reticulophragmium amplexans* (Grzybowski), *Bolivinopsis spectabilis* (Grzybowski), *Adercotryma agterbergi* Gradstein et Kaminski, *Haplophragmoides walteri* (Grzybowski), *Eponides umbonatus* (Grzybowski), *Nuttalides truempyi* (Nuttall), *Gyroidinoides girardana* (Reuss), *Nonionella robusta* Guppy, *Acarinina bullbrooki* (Bolli) i *Globigerina eocaena* (Gumbel) oraz radiolarie. Wiek zespołu określono na eocen środkowy. Miąższość margli pstrych nie przekracza 50 m.

Seria śląska

1. K r e d a

a. K r e d a d o l n a

Walanżyn–hoteryw

Łupki z wkładkami piaskowców cienkoławicowych i syderytów (łupki cieszyńskie górne) — warstwy cieszyńskie. Do warstw cieszyńskich zaliczono

czarne, rozpadające się liściasto łupki z podrzędnymi wkładkami piaskowców oraz ławicami cienkopłytych syderytów. Piaskowce są drobnoziarniste, wapniste, cienkoławicowe, zbite, skorupowe, z licznymi żyłami kalcytu.

Ku górze profilu warstw cieszyńskich pojawiają się ławice piaskowców ciemnoniebieskich o grubszym ziarnie. Zwiertzałe piaskowce są pokryte rdzawą skorupą. Wyżej pojawiają się też piaskowce zlepieńcowate. Piaskowce te są podobne do piaskowców warstw grodziskich i prawdopodobnie łupki cieszyńskie górne mieszają się w omawianym rejonie z elementami właściwymi warstwom grodziskim (Książkiewicz, 1951a,b). Ich wiek został określony na podstawie badań mikrofaunistycznych na walanżyn–hoteryw (Książkiewicz, 1951a, b; Książkiewicz, Liszkowa, 1979). Miąższość łupków cieszyńskich górnych serii śląskiej występujących w okolicach Witanowic, Jaroszowic, Gorzenia i Lanckorony wynosi od 90 do 130 m.

Hoteryw–apt

Piaskowce z wkładkami łupków i zlepieńców — warstwy grodziskie. Są to piaskowce wapniste, gruboziarniste, średnio- i gruboławicowe, leżące na górnych łupkach cieszyńskich. Piaskowce te zawierają kwarc, skalenie, rzadko rozsiany różowy kwarc, miejscami okruchy łupków chlorytowych i serycytowych oraz otoczaki wapieni. W piaskowcach gruboławicowych występują często zlepieńce, w których pojawiają się również ułamki węgla kamiennego. Równolegle występują też piaskowce cienkoławicowe, mniej zwięzłe, rozsypliwe, ze strzałką kalcytową. Piaskowce przedzielają łupki barwy czarnej, popielatej, plamiste, margliste, rozpadające się liściasto. Piaskowce mają żelaziste spoiwo. Po zwiertzeniu, rumosze piaskowcowe mają barwę rdzawą. Osady te stwierdzono je w rejonie Witanowic i Lanckorony. W niektórych ławicach w rejonie Lanckorony występują niebieskawe rogowce, a wyżej również wkładki margli.

W próbkach osadów pobranych w rejonie Witanowic Olszewska (Olszewska, Jugowiec-Nazarkiewicz, 2006) stwierdziła mikroszczątki organiczne otwornic: *Protomarssonella kummi* (Zedler), *Protomarssonella hechti* (Dieni et Massari), *Falsogaudryinella tealbyensis* (Bettentaedt), *Verneuilinoides schizea* (Cushman.), *Trocholina infragranulata* (Noth), *Epistomina ornata* (Roemer), *Epistomina caracolla* (Roemer), *Lenticulina nodosa* (Reuss), *Conorotalites aptiensis* (Bettentaedt), *Spirillina infima* (Schacko), *Paalzowella feifeli* (Paalzow), *Vaginulinopsis kochii* (Reuss), *Tristix actuangula* (Reuss) oraz mszywioly, małże, ślimaki, małżoraczki i kolce jeżowców. Wiek badanych osadów określono na wczesny apt. Miąższość warstw grodziskich w rejonie badań wynosi około 100 m.

Hoteryw–alb

Łupki czarne z wkładkami piaskowców i syderytów — warstwy wierzowskie. Warstwy wierzowskie w profilu serii występują nad warstwami grodziskimi lub, gdy ich

brak, nad łupkami cieszyńskimi górnymi. Stwierdzono je w pasie odsłoneń między Kleczą a Lanckoroną. Są to łupki ilaste czarne lub ciemnoszare, bezwapniste lub słabowapniste, krzemionkowe, rozpadające się liściasto, wyjątkowo płytkowo, na powierzchni pokryte pyłem muskowitowym. Poprzegradzane są bardzo rzadkimi wtrąceniami cienkoławicowych piaskowców barwy czarnej. Piaskowce są zazwyczaj płytowe, smużyste, o spoiwie ilastym. Częstsze pojawianie się piaskowców jest zapowiedzią górnej granicy warstw wierzowskich. Występują tu też cienkoławicowe, drobno- i średnioziarniste piaskowce krzemionkowe, nieco wapniste, po zwietrzeniu rdzawe. W łupkach występują ławice syderytów. W okolicy Lanckorony wśród czarnych łupków Książkiewicz (1951a, b) stwierdził również margle o tutkowej powierzchni. Górna część warstw wierzowskich składa się z serii naprzemianległych łupków czarnych, twardych, przedzielonych ciemnymi piaskowcami twardymi, smużystymi, często o przekątnym uwarstwieniu. W próbce łupków pobranej w Zygodowicach Olszewska (Olszewska, Jugowiec-Nazarkiewicz, 2006) stwierdziła mikroszczątki organiczne otwornic: *Rhizamina indivisa* Brady, *Psammosphaera laevigata* (White), *Glomospira variabilis* (Kübler et Zwingli), *Thalmannammina neocomiensis* Geroch, *Trochammina vocontiana* Moullade i *Gavelinella barremiana* (Bettendaedt) oraz elementy gąbek. Wiek badanych osadów określono na apt. Miąższość warstw wierzowskich tej serii szacować można na 50–200 m.

Alb

Piaskowce i łupki, miejscami z wkładkami piaskowców gruboławicowych (warstwy lgockie dolne i środkowe) — warstwy lgockie. Są to piaskowce gruboziarniste, głównie gruboławicowe i łupki o miąższości 150–200 m. Piaskowce są niezbyt twarde, o spoiwie ilastym, zawierające oprócz kwarcu drobne ziarna skaleni. W ich dolnej części występują zlepionce kwarcowe. Ławice piaskowców rozdzielają cienkie wkładki łupków ilastych z cienkimi przewarstwieniami drobnoziarnistych piaskowców o spoiwie krzemionkowym. Łupki przeważnie są czarne lub ciemnoszare, łupiące się równo w duże grube płytki. Utwory te stwierdzono między Babicą a Leńczami oraz między Kleczą i Lanckoroną.

Łupki i piaskowce (warstwy lgockie środkowe) — warstwy lgockie. W warstwach tych przeważają piaskowce drobnoziarniste, cienkoławicowe, rzadziej średnioławicowe, miejscami zlewne, o spoiwie ilastym lub krzemionkowym, barwy niebieskoszarej, ciemnoszarej lub czarnej. Prawie we wszystkich zaznacza się smużystość w postaci naprzemianległych warstewek ciemnych i jasnych. Ułożone są one równolegle lub przekątnie. Piaskowce te wietrzejąc pokrywają się brunatnym i żółtym nalotem, tworzą kanciasty, pryzmatyczny gruz. Łupki są twarde, barwy czarnej lub ciemnoszarej, przesycone krzemionką, łupiące się równo w dość grube płyty. Na ich powierzchni występują miejscami fukoidy. Stosunek łupków do piaskowców wynosi 1:1, przy czym ku dołowi

prpfilu ulega on zmianie na korzyść piaskowców. Miąższość warstw lgockich środkowych wynosi od 60 do 120 m. Stwierdzono je w profilu serii śląskiej w rejonie Kleczy, Barwałdu oraz w pasie odsłonięć między Kalwarią Zebrzydowską a Lanckoroną.

b. Kreda dolna–górna

Alb–cenoman

Piaskowce, rogowce i łupki (rogowce mikuszowickie, warstwy lgockie górne) — warstwy lgockie. Jest to kompleks piaskowców, łupków i rogowców. Rogowce tkwią w środku ławic piaskowców w postaci jednej lub kilku wstęg. W typowym wykształceniu występują jako rogowce niebieskie, zbudowane ze spikul gąbek, podrzędnie z radiolarii. Po zwietrzeniu stają się one kremowe. Rogowce przedzielone są łupkami zielonymi i czarnymi oraz plamistymi. Grubość poszczególnych ławic wynosi od kilku do 5 cm. Występują tu również drobnoziarniste, niebieskawe piaskowce z fukoidami. Piaskowce i rogowce rozdzielone są grubymi, często marglistymi łupkami ilastymi. Ich wychodnie stwierdzono w rejonie Rokowa, Radockiej Góry oraz w Barwałdzie, Kalwarii Zebrzydowskiej i Lanckoronie. Miąższość serii jest zmienna i wynosi od 30 do 150 m. W próbce pobranej z łupków w kamieniołomie Łysa Góra w Babicy Olszewska (Olszewska, Jugowiec-Nazarkiewicz, 2006) wyróżniła mikroszczałki organiczne otwornic: *Rhizammina* sp., *Gyroldina* cf. *soldanii* (d’Orbigny), *Eponides greatwalleyensis* Trujillo, *Ammodiscus* sp., *Bulimina* sp., *Hedbergella planispira* (Tappan), *Hedbergella delrioensis* (Carsey) i *Globigerinelloides eaglefordensis* (Moreman) oraz inne takie jak elementy gąbek i przyzmy inoceramów. Wiek tego zespołu określono na cenoman.

c. Kreda górna

Cenoman

Spongiolity, margle krzemionkowe, łupki ilaste czerwone i zielone oraz jaspisy — warstwy jaspisowe. Utwory te leżą w profilu serii śląskiej bezpośrednio na rogowcach mikuszowickich. Jest to kilkunastometrowej miąższości pakiet cienkoławicowych skał. W dolnej części tego pakietu występują montmoryllonit i łupki manganonośne z kulistymi konkrecjami utworzonymi z minerałów zawierających mangan. Powyżej łupków występują radiolaryty zielone i szare oraz spongiolity, margle krzemionkowe i jaspisy. Warstwy jaspisowe występujące na omawianym obszarze zostały szczegółowo opisane przez Burtan i Turnau-Morawską (1978). Poziom ten zaznacza się wąskimi smugami wydzielonymi między Kalwarią Zebrzydowską a Lanckoroną oraz w rejonie Wysokiej.

Łupki ilaste czerwone i zielone oraz margle — łupki pstre. Występują one w profilu serii śląskiej przeważnie w nadkładzie serii z radiolarytami, jako łupki pstre. Są to łupki ilaste i margle, głównie czerwone i zielone, miejscami ciemnoszare, ceglaste lub wiśniowe. Wychodnie omawianych osadów znajdują się między Kleczą–Wysoką–Stanisławem i Leńczami. Ich miąższość wynosi od 20 do 100 m.

Łupki i piaskowce (warstwy godulskie dolne) — warstwy godulskie. Warstwy te stwierdzono w profilu serii śląskiej w Zbywaczowej nad Skawą. Jest to pakiet łupków i piaskowców. Łupki są zielonkawe, zielonkawo-szare lub szare. Są one ilaste, wyjątkowo nieco margliste, niezbyt twarde. Rozpadają się liściasto. Piaskowce są drobnoziarniste, zbite, barwy zielonkawej od glaukonitu, głównie o spoiwie krzemionkowym, lokalnie wapniste. Ławice piaskowców mają miąższość od kilku centymetrów do około 1,5 m. W pobliżu górnej granicy tej serii pojawiają się zlepnieńce kwarcowe, łatwo rozsypujące się. W obrębie tego kompleksu stwierdzono około 3-metrowe ławice łupków pstrych, krzemionkowych. W próbce tych osadów Olszewska (Olszewska, Jugowiec-Nazarkiewicz, 2006) stwierdziła występowanie następujących form: *Pseudoclavulina subparisiensis* (Grzybowski), *Hormosina gigantea* Geroch, *Uvigerinammia jankoi* Majzon, *Textularia foeda* Reuss, *Reussella szajnochae* (Grzybowski), *Stensioeina exculpta* (Reuss), *Pleurostomella wadowicensis* (Grzybowski), *Globotruncana arca* (Cushman), *Contusotruncana fornicata* (Plummer), *Archaeoglobigerina bosquensis* Pessagno, *Heterohelix reussi* (Cushman) i *Hedbergella bornholmensis* Douglas et Rankin. Wiek badanych osadów określono na senon (santon). Miąższość warstw godulskich dolnych wynosi przeciętnie około 400–600 m.

Piaskowce gruboławicowe (warstwy godulskie środkowe) — warstwy godulskie. Warstwy te występują w rejonie Góry Jaroszowickiej. Są to piaskowce gruboławicowe, glaukonitowe, mikowe, o spoiwie ilastym lub wapnistym. Piaskowce te są przeważnie drobnoziarniste. Podrzędnie występują też łupki. Są one zazwyczaj zielonoszare, miękkie, rozpadające się liściasto, miejscami piaszczyste. Stwierdzono w nich również detrysus roślinny, blaszki miki oraz wkładki piaskowców cienkoławicowych, glaukonitowych, o powierzchniach pokrytych dużą ilością blaszek muskowitu. Miąższość tego poziomu wynosi około 500 m w paśmie Lanckorońskim, ale zwykle wynosi znacznie mniej (50–250 m).

Piaskowce i łupki (warstwy godulskie górne) — warstwy godulskie. Warstwy te występują w szczytowej części Góry Jaroszowickiej. Seria ta składa się z piaskowców cienkoławicowych, miejscami skorupowych i z łupków szarzielonych, lokalnie czarnych i ciemnoszarych. Miąższość opisywanego kompleksu jest zmienna, dochodzi do około 600 m.

Mastrycht

Piaskowce i zlepieńce z wkładkami łupków ilastych czerwonych i zielonych oraz piaskowce i zlepieńce (warstwy istebniańskie dolne) — warstwy istebniańskie. Występują w centralnej części obszaru arkusza między doliną Sawy na zachodzie, a rejonem Izdebnika na wschodzie oraz w rejonie Chobotu i Góry Jaroszewickiej, na południowym zachodzie. Przeważają tu piaskowce gruboławicowe, średnioziarniste, przeławicone ilasto-piaszczystymi łupkami czarnymi z detrytusem roślinnym oraz soczewkami zlepieńców, złożonych ze skał magmowych i osadowych. Piaskowce po zwietrzeniu mają barwy rdzawe. Występują one w ławicach o miąższości 2 i więcej metrów. Piaskowce zawierają głównie kwarc, liczne zwietrzałe skalenie, okruchy skał krystalicznych i mają ilaste spoiwo; muskowit i glaukonit występują podrzędnie. Piaskowce są popielate, po zwietrzeniu przyjmują barwy jaśniejsze, z licznymi rdzawymi plamami. Zlepieńce występują w niewielkich ilościach w postaci ławic zbudowanych z otoczków kwarcu, skaleni, litytów, gnejsów i łupków krystalicznych.

Łupki w warstwach istebniańskich dolnych odgrywają podrzędną rolę. Są one ilaste, dość grubo łupiące się, barwy jasnoszarej, ciemnoszarej lub prawie czarnej. Tworzą wśród piaskowców i zlepieńców wkładki o grubości od kilku centymetrów do powyżej 1 m. Grubsze pakiety łupków zawierają wkładki cienkoławicowych, drobnoziarnistych piaskowców. W rejonie Zielonej i Stanisława stwierdzono również cienkie wkładki łupków pstrych. Miąższość warstw istebniańskich dolnych wynosi około 450–500 m.

2. Kreda–paleogen

a. Kreda górna–paleocen

Łupki z wkładkami piaskowców cienkoławicowych (łupki istebniańskie dolne) — warstwy istebniańskie. Są to głównie łupki o spoiwie żelazistym barwy czarnej z syderytami i soczewkami łupków pstrych (Książkiewicz, 1951a, b). Stwierdzono je w odsłonięciach powierzchniowych w rejonie Barwałdu Górnego i w Brodach. Miąższość warstw jest zmienna, średnio wynosi około 50 m.

3. Paleogen

a. Paleocen

Piaskowce gruboławicowe i zlepieńce (warstwy istebniańskie górne) — warstwy istebniańskie. Warstwy te stwierdzono w rejonie Brodów i Sobkówki. Są to gruboławicowe piaskowce gruboziarniste ze zlepieńcami w formie soczewek złożonych z różnorodnych

skał magmowych. Piaskowce mają spoiwo ilasto-piaszczyste. Niewielkie przewarstwienia stanowią łupki ilasto-piaszczyste, grubołupiące się, barwy ciemnoszarej, brunatnej lub brudnozielonej. Rozprzestrzenienie osadów warstw istebniańskich górnych na obszarze arkusza Kalwaria Zebrzydowska jest niewielkie. Ich wiek na sąsiednich arkuszach został określony na paleocen dolny (Książkiewicz, 1974). Miąższość warstw wynosi około 600 m.

Łupki z wkładkami piaskowców cienkoławicowych i syderytów (łupki istebniańskie górne) — warstwy istebniańskie. W profilu serii śląskiej występują jedynie w Kalwarii Zebrzydowskiej. Są to łupki czarne, silnie zapiaszczone, z cienkimi ławicami piaskowców drobnoziarnistych i mułowców. Miąższość kompleksu łupków istebniańskich górnych w obrębie warstw istebniańskich tej serii wynosi około 150 m.

b. Eocen

Piaskowce gruboławicowe z wkładkami zlepieńców (piaskowce ciężkowickie). Są to piaskowce gruboławicowe, drobnoziarniste, o nieregularnym frakcyjnym uwarstwieniu. W piaskowcach tych występują soczewy zlepieńców złożonych z otoczków kwarcu, szarych okruchów skał metamorficznych i sporadycznie wapieni. Piaskowce ciężkowickie miejscami mają znaczną wapnistość i wykazują wtedy tendencję do kulistego wietrzenia. Miąższość tego poziomu wynosi około 70 m. W piaskowcach tych stwierdzono faunę złożoną głównie z dużych otwornic, m in.: *Nummulites planulatus* Lamarck i *Nummulites aquitanicus* Benoit.

Łupki ilaste czerwone i zielone — łupki pstre. Utwory te stwierdzano w profilu serii śląskiej w południowej części terenu badań. Są to głównie łupki ilaste barwy czerwonej lub wiśniowej, zielonej i niebieskiej, miejscami szaropopielatej. Najczęściej obserwuje się naprzemianległość łupków czerwonych i zielonych. Wśród łupków spotyka się zielone, cienkoławicowe piaskowce glaukonitowe, występujące jako pojedyncze, rzadko rozrzucone ławice. Najczęściej są to ławice piaskowców o miąższości do 10 cm, twarde, krzemionkowe, szkliste rozpadające się często na kostki i pryzmy. Łupki pstre zawierają według Olszewskiej (Olszewska, Jugowiec-Nazarkiewicz, 2006) w najwyższej części zespoły środkowoeoceńskiej fauny z *Reticulophragmium amplexans* (Grzybowski). W wyższej części łupków pstrych występują zespoły form z dość liczным gatunkiem *Reophax pilulifer* Brady oraz *Reticulophragmium amplexans* (Grzybowski). Występują tu także zespoły dolnoeoceńskiej fauny zawierające glomospiry z gatunków: *Glomospira charoides* (Jones et Parker), *Trochamminoides coronatus* (Brady) i *Reophax pilulifer* Brady. Miąższość łupków pstrych wynosi: w pasie południowym Lanckorońskim przeciętnie 250 m, w pasie północnym — 150 m.

Piaskowce cienkoławicowe i łupki — warstwy hieroglifowe. Utwory te stwierdzono w rejonie Lanckorony. Są to cienkoławicowe, drobnoziarniste piaskowce, miejscami

glaukonitowe, hieroglifowe, o spoiwie krzemionkowym. Zaznacza się w nich słaba laminacja, która dodatkowo jest podkreślona obecnością białych skaleni. Powierzchnia zwietrzałej skały jest silnie barwiona związkami żelaza na kolor rdzawy. Piaskowce rozdzielają łupki ilaste barwy zielonej ze smugami łupków barwy czarnej. Zdarzają się też wkładki zielonych margli. W łupkach szarozielonych Olszewska (Olszewska, Jugowiec-Nazarkiewicz, 2006) stwierdziła faunę z *Reticulophragmium amplectens* (Grzybowski). Miąższość warstw hieroglifowych jest zmienna, wynosi około 200 m.

c. Eocen–oligocen

Margle globigerynowe zostały stwierdzone jedynie w okolicach Lanckorony. Są to margle o pokroju łupkowym, ilaste, barwy brunatnobiałej i bladozielonej, z rzadkimi wtrąceniami glaukonitowych i muskowitowych piaskowców w ławicach 7–15 centymetrowych. Miąższość margli globigerynowych wynosi około 8 m. Zawierają one mikrofaunę górnioeocęską. Przyjmuję się, że w obrębie tego ogniwa przebiega granica eocen–oligocen.

d. Oligocen

Rogowce, margle i łupki oraz łupki menilitowe — warstwy menilitowe. Utwory te stwierdzono w południowej części terenu badań. Warstwy menilitowe zaczynają się przeważnie poziomem z rogowcami, przewarstwowanym łupkami bitumicznymi (miąższość około 15 m). Rogowce są czarne lub czarno-brązowe, wstęgowane. Występują w ławicach o miąższości od kilku do kilkunastu centymetrów. Zdarzają się też w nich wkładki ciemnych (czarnych) kwarcytów i margli czekoladowych. Wkładki rogowców mają zmienną miąższość. Ku górze profilu przechodzą one w łupki menilitowe, wykształcone jako blaszkowo rozpadające się łupki o brunatnej lub czekoladowej barwie, na ogół cienko łupiące się. Zawierają one często łuski ryb. Nielicznie występują też wkładki piaskowców z glaukonitem i muskowitem o kilkucentymetrowej grubości. Łupki menilitowe z kolei przechodzą ku stropowi w ciemne łupki wapniste, zastępowane następnie grubołuźliwymi łupkami marglistymi o jasnych barwach. Miąższość warstw menilitowych omawianej serii dochodzi do około 100 m.

Piaskowce i łupki — warstwy krośnieńskie. Utwory te są najmłodszym ogniwem profilu serii śląskiej na omawianym obszarze; stwierdzono je w najbardziej południowej części obszaru arkusza. Wykształcone są one jako wapniste i muskowitowe piaskowce średnio- i cienkoławicowe, płytowe i skorupowe. W dolnej części warstw krośnieńskich występują gruboławicowe piaskowce o miąższości 2–3, a nawet 4 m. Piaskowce te są twarde i słabo muskowitowe, miejscami przechodzą w zlepienie. We wszystkich ławicach piaskowców powszechny jest detrytus roślinny. Ku górze profilu warstw zwiększa się ilość łupków a miąższość ławic piaskowców maleje. W spagu warstw krośnieńskich występują dolomity żelaziste. Miąższość warstw krośnieńskich ze względu na liczne złuskiwania jest trudna do ustalenia, wynosi zapewne więcej niż 1000 m.

W próbkach osadów pobranych w rejonie Lanckorona–Syberia Olszewska (Olszewska, Jugowiec-Nazarkiewicz, 2006) stwierdziła mikroszczątki organiczne otwornic: *Hyperammina* sp., *Rhabdammina linearis* Brady, *Virgulinella chalkophila* Hagn, *Fursenkoina* sp. i *Globigerina* sp. oraz zęby ryb. Wiek osadów określono na oligocen. Natomiast Jugowiec-Nazarkiewicz (Olszewska, Jugowiec-Nazarkiewicz, 2006) stwierdziła następujący zespół nanoplanktonu wapiennego: *Braarudosphaera bigelowii* (Graan et Braarud) Deflandre, *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, *Cyclicargolithus abisectus* (Muller) Wise, *Cyclicargolithus floridanus* (Roth et Hay) Bukry, *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler et Wade) Bukry et Percival, *Ericsonia formosa* (Kamptner) Haq, *Helicosphaera recta* Haq, *Helicosphaera perch-nielseniae* Haq i *Reticulofenestra umbilica* (Levin) Martini et Ritzkowski. Wiek badanych osadów określono na oligocen, poziom NP 24.

*

* *

Na obszarze badań oprócz skał osadowych spotyka się również skały magmowe (porfiry i granity) oraz metamorficzne (gnejsy) — w postaci egzotyków.

Na południowy wschód od Lanckorony, po południowej stronie grzbietu ciągnącego się w stronę Jastrzębiej (na wschodzie) znajduje się małe wzniesienie zbudowane z porfirytów. Stanowisko to zostało szczegółowo opisane przez Książkiewicza, (1951a, b) a rodzaj skał jako porfiryt kwarcowo-biotytowy został określony już w 1936 r. przez Gawła (Gaweł, Książkiewicz, 1936). Jest to skała droбноziarnista, w stanie świeżym szaro-zielona, bardzo twarda; dzieli się na wielościanny. Według Gawła (Gaweł, Książkiewicz, 1936) skała składa się głównie z plagioklazu, albitu, ortoklazu, kwarcytu oraz biotytu. Książkiewicz (1951a, b) stwierdził, że o ile skały te nie są wielkimi porwakami wciśniętymi w warstwy gezowe serii podśląskiej, to ich „wylew” nastąpił po utworzeniu się serii gezowej, a więc po kredzie dolnej. Drugim typem skał, które wymienia Książkiewicz (1951a, b) są tzw. tufy porfirowe, które badacz ten opisuje z rejonu Bugaja, niestety autorom opracowania nie udało się ich tam znaleźć.

Granity (tzw. granit bugajski) stwierdzono w dnie i brzegu małego potoku w Bugaju. Ich szczegółowe opisy znajdujemy w pracy Książkiewicza (1951a, b). Makroskopowo granit bugajski jest skałą średnio- i grubokrystaliczną, zwykle typu granitów porfirowych, zawiera bowiem większe kryształy skaleni. Jego barwa jest szara lub czerwonawa, zależnie od rodzaju skaleni. Między obiema odmianami skaleni istnieją przejścia, obie występują bowiem obok siebie. Szczegółowe badania mineralogiczno-petrograficzne granitów wykonali Śmietanka i Michalik (2004). W ujęciu Książkiewicza (1951a, b) bloki granitowe leżą w pobliżu kontaktu łupków wierzowskich i eoceńskich łupków pstrych oraz warstw menilitowych i krośnieńskich oligocenu. Kontakt ten jest tektoniczny, co sugeruje uznanie tego bloku za porwak tektoniczny. Zdaniem autorów opracowania bloki granitowe leżą

w pobliżu kontaktu łupków wierzowskich serii śląskiej oraz pstrych margli węglowieckich, wieku turon–mastrycht, serii podśląskiej i skolskiej (?) występujących tu w małym oknie tektonicznym. Tym samym granity znajdują się w strefie kontaktu tektonicznego tych dwóch serii. Podkreślić również należy, że margle węglowieckie wykazują tu cechy melanżu tektonicznego.

Gnejsy spotykane na obszarze arkusza zostały szczegółowo opisane przez Książkiewicza (1951a, b). Cytowany badacz wyróżnił je na wschód od Lanckorony, w przysiółku Jastrzębia. W jego ujęciu są to tzw. biotytowe gnejsy iniekcyjne.

Czwartorzęd

Utwory czwartorzędowe leżą na powierzchni erozyjnej różnej genezy i wieku. Ich miąższość jest zmienna i wynosi najczęściej od kilku do kilkudziesięciu metrów. Na mapie utwory te zostały zaznaczone tam, gdzie ich miąższość przekraczała 2,5–3,0 m.

a. Plejstocen

Zlodowacenia południowopolskie

Do osadów z okresu zlodowaceń południowopolskich zaliczono gliny zwałowe oraz żwiry i piaski rzeczne i rzeczno-lodowcowe najwyższych tarasów nadzalewowych. Są to najstarsze osady czwartorzędowe stwierdzone na obszarze omawianego arkusza.

Z pobytem lądolodu na tym obszarze związane są g l i n y z w a ł o w e. Są to gliny barwy brunatno-popielatej o pionowych spękaniach, wapniste, bardziej lub mniej piaszczyste, z różnej wielkości żwirami, głazami i blokami skalnymi. W ich obrębie stwierdzono czerwone, różowe i siwe granity, czerwone kwarcyty, gnejsy, pojedyncze wapienie oraz otoczaki rogowców. Gliny zwałowe występują w rejonie Zygodowic. Leżą one w tej części obszaru arkusza na wysokości około 280 m n.p. m.

Maksymalny zasięg lądolodu zlodowaceń południowopolskich na omawianym obszarze jest trudny do jednoznacznego określenia ze względu na to, że wielu z opisywanych stanowisk głazów eratycznych nie udało się odnaleźć w trakcie badań terenowych. Dudziak (1961) podaje, że lądolód sięgnął do Harbutowic. Starkel (1979, 1980a–c) maksymalny zasięg zlodowacenia znaczy na południe od Sułkowic i Myślenic, przy czym lądolód według niego miał się wcisnąć łobem doliną Raby pod Myślenicami i dalej na południe (arkusz Osielec). W czasie badań najdalej na południe położony głaz narzutowy został znaleziony w rejonie Izdebnika.

Ż w i r y i p i a s k i r z e c z n e i r z e c z n o - l o d o w c o w e t a r a s ó w n a d z a l e w o - w y c h 2 6 , 0 – 3 0 , 0 m n . p . r z e k i. Najbardziej na południe położone stanowisko tych osadów stwierdzono w rejonie Zbywaczowej w dolinie Skawy, gdzie na wysokości około 280 m n.p.m. odsłaniają się piaski i żwiry. Liczne odsłonięcia omawianych osadów znajdują się w płytkich

wcięciach erozyjnych na północ od Zarzyc Wielkich, w Bęczynie, w Tłuczaniu, Marcyporębie, Kosowej, Nowych Dworach, Półwi, Spytkowicach i Witanowicach.

Największe powierzchniowo wychodnie osadów tych tarasów, tworzące wąskie listwy, stwierdzono w dolinie Skawy. Występują tutaj warstwowane żwiry i piaski, zawierające pojedyncze otoczaki różowych granitów. Miąższość omawianych osadów nie przekracza 10 m.

Złodowacenia środkowopolskie

P i a s k i w o d n o l o d o w c o w e występują w formie pokryw w rejonie położonym na północ od Wołowic. Są to piaski przeważnie średnio- i drobnoziarniste, miejscami z niewielką domieszką gruboziarnistych. Wskaźnik obtoczenia ziarn kwarcu zmienia się w granicach od 0,17 do 0,28. W zespole minerałów ciężkich najczęściej występują granaty (19,6–48,6%), staurolit (13,5– 0,8%), andaluzyt (4,1–11,0%), amfibole (2,9–9,8%), turmaliny (2,8–8,0%) i cyrkon (0,7–4,9%) (Płonczyński, Łopusiński, 1993). Obserwowano w obrębie tych piasków nieliczne warstwowania przekątne, częściej poziome, lub też brak warstwowania. Miąższość piasków wodnolodowcowych zmienia się od kilku do 30 m.

P i a s k i i ż w i r y r z e c z n e i r z e c z n o - l o d o w c o w e tarasów nadzalewowych 23,0–25,0 m n. p. rzeki. W dolinie Brzeziny w Spytkowicach oraz w dolinie Skawy w rejonie Rokowa odsłaniają się piaski i żwiry o średniej średnicy otoczek 10–20 cm. Przeważnie jednak osady tych tarasów odsłaniają się tylko we wcięciach dróg, gdyż przykryte są przez miększe pokrywy lessów.

Złodowacenia północnopolskie

Mułki (pyły) rzeczno-peryglacjalne tarasów nadzalewowych 15,0–23,0 m n. p. rzeki. Tarasy te, zwane lessowymi, położone są po południowej stronie doliny Wisły, na wysokości 230,0 – 238,0 m n. p. m., tj. około 15,0–23,0 m n. p. Wisły. Szerokość tarasów w rejonie Spytkowic sięga około 1 km. Tarasy tworzą gleby lessowate, brunatne, lessy brunatne oraz lessy żółto-szare z wtrąceniami piasków i żwirów drobnookruchowych.

L e s s y i m u ł k i l e s s o p o d o b n e. Znaczną powierzchnię omawianego obszaru zajmują utwory pyłowate. Szczególnie miększe są one w północnej części obszaru arkusza (tabl. III). Utwory te są zróżnicowane pod względem składu chemicznego i właściwości fizycznych. W północnej części obszaru, na południe od doliny Wisły są to mułki lessopodobne i lessy. Są one porowate, barwy żółtej, słabowapniste, miejscami wykazujące pionowe spękania. Natomiast w południowej części obszaru są to mułki lessopodobne bardziej ilaste, bezwapniste, zawierające więcej frakcji iłowej. Może to być tzw. karpacka odmiana lessu (Gerlach, 1991). Miąższość tych osadów jest różna i wynosi od 3 do ponad 15 m. W wierceniach i sondach można wyróżnić dwa lub trzy poziomy w obrębie utworów pyłowatych. W górnej części są to pyły i mułki pyłowate barwy żółtej i jasnożółtej. Od głębokości 3,0–4,0 m występuje wśród nich wyraźne przewarstwienie glinami barwy żółto-rdzawej i popielatej.

Poniżej głębokości 5,0–6,0 m są to mułki pyłowate barwy jasnoszarej i popielatej. W profilach wierceń od głębokości 10,0 m pojawiają się mułki pyłowate barwy stalowo-szarej i zielonkawej. Ta wyraźna dwu- lub trójdzielność wskazywać może na różne warunki sedimentacji omawianych osadów oraz na fakt, że ich sedimentacja mogła się odbywać w różnych okresach klimatycznych.

W trakcie prac ziemnych w Rokowie została odsłonięta górna część profilu utworów pyłowatych o miąższości nie przekraczającej 10 m. Na głębokości 2,6–3,0 m w obrębie mułków pyłowatych barwy żółtej występuje słabo zachowany kopalny poziom glebowy barwy brunatno-popielatej, w której dolnej części znajdują się żelaziste izokonkreje. Od głębokości 3,4–4,0 m mułki mają barwę rdzawą, a w ich spągu na głębokości 4,0 m stwierdzono 5-centymetrowej miąższości poziom orsztyniczacji. Poniżej występują gliny barwy popielatej. Wiek gleb nie został oznaczony, wydaje się że mogą to być gleby interstadialne.

Najmniejszą miąższość lessy i mułki lessopodobne mają na grzbietach i spłaszczeniach wierzchowinowych, a rośnie ona w dół stoku. Wydaje się, że w akumulacji tych utworów, szczególnie ich dolnej części duży udział miała soliflukcja, w wyniku której materiał zwietrzelinowy i materiał pochodzenia eolicznego był przemieszczany w dół stoku.

Piaski i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych 10,0–12,0 m n.p. rzeki. Utwory te występują na północ od doliny Wisły, między Czernichowem i Wołowicami, na wysokości 225,0–230,0 m n.p.m. Tarasy te powstały z redepozycji materiału piaszczystego aluwiiów i stożków napływowych, złożonych u wylotów bocznych, okresowych potoków (Klimek, 1987). Tarasy zbudowane są głównie z piasków średnioziarnistych oraz żwirów. Piaski te w końcu plejstocenu były materiałem do tworzenia wydym (Klimek, 1987) stąd często dobre obtoczenie ziarn kwarcu (0,20–0,26). Najczęściej występujące w tych osadach minerały ciężkie to: granaty (32,5–51,4%), staurolit (19,6–21,0%), andaluzyt (4,0–13,5%), amfibole (5,6–8,0%) i cyrkon (2,4–7,7%) (Płonczyński, Łopusiński, 1993). Wiek tarasów został określony na zlodowacenia północnopolskie (Klimek, 1987).

Piaski rzeczno-peryglacjalne. W dolinie Wisły, w pasie ciągnącym się od Skawiny po Wielkie Drogi występuje szeroka strefa zajęta przez piaski barwy żółtej, pozbawione grubszego materiału. Leżą one wprost na łąkach, łąkach piaszczystych oraz piaskach i piaskowcach badeńskich, warstw skawińskich. Książkiewicz (Książkiewicz, 1951b) piaski te uznał za piaski fluwioglacjalne z okresu zlodowacenia krakowskiego (południowopolskiego). Piaski budujące spłaszczenie tarasowe leżące około 15 m nad korytem Wisły, z głębokości około 3,5 m, były datowane (w: Rutkowski, 1993). Otrzymany wynik: 20 ± 4 ka BP (GdTL-250)¹ pozwala przyjąć, że tarasy te zostały utworzone w okresie ostatniego zlodowacenia. Mogą to być również starsze osady czwartorzędowe, redeponowane

¹Numer laboratoryjny próbek.

z wyższych poziomów w czasie ostatniego zlodowacenia. W obrębie warstwowanych piasków zaobserwowano liczne zaburzenia związane ze strefą peryglacjalną, takie jak kliny mrozowe, już wcześniej opisywane przez Starkla (1967) i Rutkowskiego (1993).

Z wykonanych w rejonie Wielkich Dróg badań i sondowań wynika, że w wielu miejscach miąższość piasków rzeczno-peryglacjalnych przekracza 17 m.

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Na obszarze arkusza Kalwaria Zebrzydowska występują osady, których wiek trudno jest jednoznacznie ustalić, lub nie jest możliwe ich rozdzielenie kartograficzne. Do tej grupy należą iły, gliny i rumosze skalne z głazami (pakiety osuniętego fliszu) koluwalne. Są to na ogół starsze osuwiska, w obrębie których występują znacznie młodsze ich generacje. Liczne formy tego typu stwierdzono w północnej części obszaru badań między Zelczyną na wschodzie i Spytkowicami na zachodzie.

Piaski eoliczne w wydmach i piaski eoliczne stwierdzono w rejonie położonym na północ od Czernichowa. Mają one w tym rejonie kształt nieregularnych pagórków lub wydłużonych wałów. Zbudowane są one przeważnie z piasków średnio- i drobnoziarnistych (Płonczyński, Łopusiński, 1993).

Mułki lessopodobne oraz iły, gliny, piaski i gliny z rumoszami skalnymi deluwialne, zwietrzelinowe, koluwalne (soliflukcyjne) i eoliczne. Osady te wykazują bardzo duże zróżnicowanie litologiczne. Włączono do nich osady występujące w dolnych częściach stoków, wkraczające w wielu miejscach na aluwia rzeczne. Granice oddzielające je od osadów występujących w wyższej części stoków są często umowne; najczęściej prowadzono je na załomie wklęsłym w dolnej części stoków. Osady te stanowią głównie gliny warstwowane barwy żółtej i popielatej, miejscami przewarstwione piaskami, w dolnej części lokalnie zawierające drobne rumosze skalne, przemieszane najprawdopodobniej w wyniku soliflukcji. W tej części profilu tych osadów nie zaznacza się jakiegokolwiek warstwowanie, które można zauważyć w górnej części, gdzie dominują gliny. Górna część profilu reprezentuje osady powstałe głównie w wyniku spłukiwania i zmywania. Procesy spłukiwania obserwuje się wiosną w czasie roztopów oraz po dużych opadach, na terenach zajętych przez grunty orne. W czasie jednorazowego takiego zdarzenia została osadzona warstwa gliny o miąższości od 1 do 25 cm. W południowej części obszaru arkusza w składzie omawianych osadów obserwuje się coraz większy udział rumoszków skalnych, głównie piaskowcowych. Miąższość osadów wynosi od 3–5 do kilkunastu metrów.

c. Holocen

Iły i gliny oraz gliny z rumoszami skalnymi i głazami (pakiety osuniętego fliszu) koluwalne. Problematyka związana z ruchami osuwiskowymi Karpat ma dość bogatą literaturę. W rejonie badań zajmowali się nimi m.in. Drużkowski inni (1984). Jednak samo rozpoznanie osuwisk w wielu obszarach Karpat jest bardzo słabe. Dotyczy to również obszaru omawianego arkusza. Największa liczba osuwisk występuje w brzeżnej części Karpat, a największe powierzchnie zajmują one między Leńczami a Lgotą oraz w dolinie Skawy w rejonie Witanowic-Rokowa. Osuwiska powstały w wyniku grawitacyjnego przemieszczenia się pokryw i utworów podłoża w dół stoku. W koluwiach osuwiskowych duży udział mają gliny, ily i rumosze skalne piaskowcowo-mułowcowe, pochodzące z niszczenia skał podłoża lub starszych osuwisk. Miąższość koluwiów jest zmienna, zależna od głębokości oraz wielkości osuwisk i wynosi od kilku do kilkunastu i więcej metrów. Największe osuwiska powstały w strefie brzeżnej nasunięcia karpackiego na utwory zapadliśka przedkarpackiego. Prawdopodobnie miąższość koluwiów w tych strefach przekracza 8–10 m, co ocenić można po głębokości rozcięć erozyjnych, występujących w dolnych częściach stoków, w obrębie jeziorów osuwiskowych. W utworach koluwalnych materiał jest bardzo zróżnicowany i ułożony bezładnie.

Piaski i żwiry oraz mułki i ily (mady) rzeczne tarasów zalewowych 3,5–7,0 m n.p.rzeki. Utwory te wyróżniono głównie w dolinach Wisły, Skawy i Cedronu oraz w ich większych dopływach. W czasie katastrofalnych wezbrań tarasy te są zalewane. W budowie tarasów zalewowych biorą udział żwiry oraz różnoziarniste piaski, w stropie nadbudowane przez mułki i ily o miąższości 1,5–3,0 m. Żwiry występujące w dolnej części są prawdopodobnie starsze, osadzone w okresie ostatniego zlodowacenia. Tarasy zalewowe w dolinie Wisły mają złożoną budowę, trudną do jednoznacznej interpretacji (Rutkowski, 1984a, b). Główną rolę w ich powierzchniowej budowie odgrywają osady facji powodziowej wykształcone jako mady, których sedymentacja rozpoczęła się na początku holocenu. Podścielają je piaski i żwiry o przekątnym lub poziomym warstwowaniu. Miąższość holocenijskich osadów tarasowych w dolinie Wisły wynosi od 2,0 do 6,0–10,0 m. Mady budujące tarasy zalewowe w dolinie Wisły są barwy szarej lub żółto-szarej. Na ogół są to mułki o dużej zawartości frakcji piaskowej i niewielkiej zawartości frakcji ilowej. Podobnie wykształcone są mady w dolnych odcinkach bocznych dolin. Rutkowski (1992, 1993) podaje dla spągu mad w dolinie Wisły następujące daty: 9390 ± 180 lat BP (H. 1499-1031) i 9640 ± 70 lat BP (Gd 1886). Wynika z nich, że sedymentacja mad budujących tarasy zalewowe trwała od początku holocenu. W poziomie tych tarasów rozwinięte są starorzecza.

Iły i mułki jeziorne (starorzeczy). Na obszarze tarasów zalewowych Wisły znajdują się różnowiekowe starorzecza, wypełnione bardzo plastycznymi osadami ilasto-mułkowymi,

laminowanymi. Osady te w stanie świeżym są przeważnie barwy szarej, często z przeławiczeniami czarnych mułków o miąższości od kilku do kilkunastu centymetrów, wzbogaconych w materię organiczną. Zawierają one miejscami szczątki roślin, pnie drzew (w rejonie Wołowic) oraz warstewki torfów (w rejonie Chrzastowic). Miąższość tych osadów stwierdzona płytkimi sondami wynosi od 0,5 do 2,0–3,0 m. W starszych starorzeczach utwory te są przykryte przez młodsze mady, których miąższość dochodzi do 5,0 m (Rutkowski, 1992, 1993).

W dolinie Wisły wyróżniono kilka systemów meandrów rzecznych (Rutkowski, 1989a, b) różniących się wiekiem oraz promieniem łuku krzywizny. Rutkowski wyróżnił w dolinie Wisły meandry najstarsze o małych promieniach łuków (110–310 m) i małej szerokości koryt — czynne (ich wiek to co najmniej 6700 ± 130 lat BP do 2080 ± 70 lat BP) i meandry młodsze, mające znacznie większe promienie łuków i szerokości koryt, co wiąże ze wzrostem przepływów spowodowanym antropogenicznym wylesieniem. Część z meandrów była czynna jeszcze w XVII i XVIII w. Koryto Wisły w efekcie regulacji z początkiem XIX w. zostało wyprostowane a meandry ścięte.

Żwiry, piaski, gliny i iły rzeczne tarasów zalewowych 0,5–3,0 m n.p. rzeki. Są to stosunkowo wąskie, najniższe stopnie tarasowe, towarzyszące korytom rzek oraz kamieńce rzeczne. W dolinie Wisły oraz Skawy wzdłuż koryta występują niewielkie fragmenty kamieńca o wysokości 0,5–3,0 m, zachowanego w postaci łań przykorytowych i miejscami środkowych. Budują go głównie żwiry z domieszką piasków, przykryte niewielką (0,5–1,0 m) warstwą glin, które dość często wyklinowują się. Powierzchnia tarasów jest nierówna, posiada nabrzmienia i obniżenia oraz ślady starych koryt. W dolinie Skawy powierzchnia tych tarasów jest porośnięta przez zarośla wiklinowe.

W dolinie Wisły ważnym składnikiem iłów rzecznych są zanieczyszczenia antropogeniczne w postaci rumoszu węgla kamiennego, węglowodorów pochodzących ze ścieków przemysłowych oraz metale ciężkie (Helios-Rybicka, 1983, 1984; Rutkowski, 1989a, b).

Namuły dennych. Płaskie dna małych dolin zalewanych w okresie wezbrań i powodzi wypełniają namuły. Są to stosunkowo młode utwory aluwialne o zmiennej miąższości, na które składają się gliny, gliny ilaste barwy żółto-popielatej i popielatej, mułki oraz piaski. U wylotu mniejszych dolin oraz cieków, wśród drobnoziarnistych osadów występują również wkładki żwirów, a wśród nich otoczaki piaskowcowe.

Torfy występują na niewielkim obszarze w dolinie Wisły, w Wołowicach. Są to głównie torfy barwy czarnej i brunatnej z dużymi wkładkami mułków i glin. Stwierdzono w nich również obecność pni drzew. Torfy mają niewielką miąższość od 0,5 do 2,0 m.

B. TEKTONIKA

Na obszarze arkusza Kalwaria Zebrzydowska występuje kilka regionalnych jednostek tektonicznych. Są to: blok górnośląski wraz z pokrywą platformową, zapadlisko górnośląskie, monoklina śląsko-krakowska, zapadlisko przedkarpackie i Karpaty fliszowe.

Prowadzone w ostatnich kilkunastu latach badania skał prekambryjskich i paleozoicznych stwierdzonych wierceniami w podłożu Karpat Zewnętrznych i zapadliska przedkarpackiego, których wyniki zawarto w pracach publikowanych (Buła, 2000; Buła, Żaba, 2005) i archiwalnych, wskazują na istnienie w podłożu dwóch regionalnych jednostek. Są to bloki skorupowe (określane też jako masywy lub terrany) — górnośląski i małopolski. Różnią się one ogólnym charakterem budowy prekambryjskiego fundamentu, a występujące na nich w formie pokrywy osadowej utwory paleozoiczne a zwłaszcza dolnopaleozoiczne, wykazują odmienny rozwój paleogeograficzno-facjalny i paleotektoniczny. Bloki te oddziela wąska strefa uskokowa Kraków–Lubliniec o charakterze przesuwczym i wieloetapowej aktywności tektonicznej, przejawiającej się w okresie od prekambriu po perm (Buła, 1994, 2000; Żaba, 1999; Buła i in., 1997a,b; Buła, Żaba, 2005). Na obszarze objętym pracami kartograficznymi położona jest tylko wschodnia część bloku górnośląskiego.

Na obszarze między Cieszyńem i Krakowem (w tym na obszarze badań) podłoże prekambryjskie bloku górnośląskiego przykryte jest klastycznymi utworami dolnego kambru (Buła i in., 2008) i lokalnie (poza terenem badań) środkowego kambru. Wraz z fragmentarycznie rozpoznanymi (poza terenem badań) klastyczno-węglanowymi utworami ordowiku tworzą one dolne piętro jego pokrywy platformowej. Środkowe piętro tej pokrywy tworzą utwory dewonu (klastyczny old red, wyżej węglany) i karbonu. Dewońsko-karbońskie piętro platformy tworzy na bloku górnośląskim rozległe zapadlisko górnośląskie. Stwierdzone na obszarze badań utwory dewońsko-karbońskie reprezentują wschodnią część tego zapadliska.

Kolejnym elementem strukturalnym, regionalną jednostką tektoniczną, stwierdzonym na obszarze badań jest monoklina śląsko-krakowska. Jest ona zbudowana z różnych ogniw triasu (poza terenem badań) i jury. Monoklina leży strukturalnie (na obszarze badań) na utworach dewońsko-karbońskich zapadliska górnośląskiego, na południu chowa się pod utworami zapadliska przedkarpackiego i Karpat. Do monokliny należą wychodnie skał mezozoicznych (wapienie jury) występujące w północnej części obszaru, w lokalnych odsłonięciach powierzchniowych w rejonie Czernichowa i Wołowic.

Zrębowo-blokowa budowa monokliny śląsko-krakowskiej i jej południowe zaplecze jest wynikiem kilkakrotnej przebudowy tej strefy wskutek nałożenia się szeregu orogenezy, od kaledońskiej po młodoalpejską. Podłoże tej części Karpat jest pocięte szeregiem dyslokacji podłużnych (o kierunku NW–SE) i poprzecznych (o kierunku SW–NE) względem elementów paleozoicznych. Dyslokacje te zaznaczają się wyraźnie w utworach jurajskich, w mniejszym stopniu w utworach młodszych od jury.

Są to przypuszczalnie uskoki powstałe w orogenezie hercyńskiej, odmłodzone w czasie ruchów alpejskich, będące efektem nasuwania się mas fliszowych.

Kolejnym elementem tektonicznym na obszarze arkusza jest zapadlisko przedkarpackie. Utwory zapadliska przedkarpackiego reprezentowane są na powierzchni oraz pod nasuniętymi jednostkami orogenu karpackiego przez osady mioceneskie (badenu) warstw skawińskich. Leżą one bezpośrednio na utworach mezozoicznych monokliny śląsko-krakowskiej, bądź paleozoicznych zapadliska górnośląskiego.

Na pozostałym obszarze występują fliszowe jednostki (płaszczowiny) Karpat należące do grupy średniej (Książkiewicz, 1972). Są to płaszczowiny: skolska, nierozdzielone płaszczowiny podśląska i skolska (?) oraz śląska.

Płaszczowina skolska (jednostka skolska) występuje, na małym obszarze, w brzeżnej części Karpat, w rejonie Tłuczania, Ryczowa i Zygodowic.

Płaszczowina podśląska (jednostka podśląska) i **płaszczowina skolska (?)** (jednostka skolska) występują w kilku rejonach, w pasie zewnętrznym są to okolice Woźnik, Lgoty i Sosnowic, w części bardziej południowej występują w półoknach tektonicznych Witanowic i Babic. W części południowej obszaru arkusza utwory tych płaszczowin występują w przyścięciowych oknach tektonicznych między Jaroszowcami (na zachodzie) a Lanckoroną (na wschodzie). W tym rejonie są one częścią pasa wystąpień płaszczowiny podśląskiej ciągnącej się od Cieszyna po Brzesko, zwanej strefą lanckorońsko-żegocińską (Książkiewicz, 1972). Płaszczowina ta jest reprezentowana przez utwory kredy i paleogenu o podobnym wykształceniu litologicznym jak w płaszczowinie śląskiej.

Płaszczowinę śląską (jednostkę śląską) na obszarze arkusza Kalwaria Zebrzydowska można podzielić na: płaszczowinę śląską dolną (Pogórza Radziszowskiego) i płaszczowinę śląską górną (Pogórza Lanckorońskiego) (tabl. IV). Płaszczowina Pogórza Radziszowskiego rozciąga się od rejonu Podolan do Bacharowic. Najbardziej północnym elementem tej płaszczowiny jest w części wschodniej małe siodło Polanki–Haller zbudowane z warstw grodziskich w jądrze oraz warstw wierzowskich w skrzydłach. Bardziej południowym elementem płaszczowiny śląskiej jest łuska Wierzbanówki zbudowana z warstw istebniańskich dolnych. Na element ten od południa nasunęły się warstwy krośnieńskie łuski Radziszowa. Na południe od niej znajduje się złuskowane siodło Leńcz. Na południe od siodła Leńcz występuje, na krótkim odcinku, najbardziej zachodni fragment północnego skrzydła szerokopromiennego łuku Podolan–Głogoczowa (Paul i in., 1996), którego południowe skrzydło przykryte jest nasuniętymi utworami płaszczowiny śląskiej górnej (Pogórza Lanckorońskiego).

Brzeżnym elementem płaszczowiny Pogórza Lanckorońskiego jest łuska Trawnej Góry–Stanisława–Zarzyc Wielkich. Na południe od niej występuje szerokopromienny łuk Wysokiej–Zebrzydowic–Brodów zbudowany z warstw lgockich, godulskich i istebniańskich. Jego jądro tworzą

górnokredowo-paleoceńskie warstwy istebniańskie, odsłaniające się między Wysoką i Brodami. Najbardziej południowym elementem tektonicznym płaszczowiny śląskiej górnej (Pogórza Lanckorońskiego) jest łuska Stroń–Pasieki zbudowana z warstw menilitowych i krośnieńskich, zapadających w kierunku południowym.

Istotną rolę w budowie geologicznej omawianego rejonu Karpat odgrywają dyslokacje poprzeczne lub wręcz duże strefy uskokowe. We wschodniej części obszaru arkusza uskoki posiadają dominujący kierunek NE–SW, jest to uskok Kalwaria Zebrzydowska–Zebrzydowice–Gałkówka z zespołem uskoków kulisowych w rejonie Kalwarii Zebrzydowskiej i uskok Zarzyce Wielkie–Chorzyna. Strefy tych uskoków powodują, w części północnej, zaburzenia budowy płaszczowiny śląskiej dolnej (Pogórza Radziszowskiego) natomiast w części południowej powodują komplikacje budowy geologicznej płaszczowiny śląskiej górnej (Pogórza Lanckorońskiego). W centralnej części obszaru arkusza uskoki mają dominujący kierunek N–S, natomiast w zachodniej części dominuje kierunek NW–SE. Można tu wyróżnić trzy główne strefy uskokowe. Są to, idąc od zachodu: strefa Wadowice–Mucharz, Tomice–Klecza Górna–Łękawica oraz Zygodowice–Klecza Dolna–Zagórze. System tych uskoków należy do wielkiej strefy uskokowej doliny Skawy (Książkiewicz, 1951a, b; 1972). Zespół opisanych stref uskokowych powoduje w obrębie obszaru arkusza, na odcinku Wysoka–Klecza Górna–Barwałd, obcięcie od zachodu wszystkich elementów tektonicznych płaszczowiny śląskiej górnej (Pogórza Lanckorońskiego) jak również zmiany w przebiegu łuski Stroń–Pasieki.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Na obszarze objętym pracami kartograficznymi położona jest tylko wschodnia część bloku górnosląskiego. Badania litologiczne, petrograficzne i radiometryczne skał fundamentu prekambryjskiego tej części bloku górnosląskiego, pozwalają na wyróżnienie w jego obrębie czterech zróżnicowanych genetycznie i wiekowo kompleksów litologiczno-stratygraficznych (Buła, Habryn, 2008). Są to: najstarszy, kompleks archaiczno-wczesnoproterozoicznych skał krystalicznych, następnie kompleks neoproterozoicznych skał krystalicznych, wyżej leżący kompleks ediakarskich (wendyjskich) skał anchimetamorficznych oraz najmłodszy kompleks ediakarskich zlepieńców polimiktycznych. Wszystkie wymienione kompleksy litologiczno-stratygraficzne występują przypuszczalnie na terenie badań, w podłożu kambru dolnego. Na obszarze arkusza kompleks ediakarskich (wendyjskich) skał anchimetamorficznych przykryty jest paleozoiczną pokrywą osadową szczegółowo opisaną w pracy Buły i Habryna (2008). Pokrywę tę na obszarze arkusza reprezentują: osady kambru dolnego, dewonu dolnego, nierozdzielone utwory dewonu środkowego, górnego i karbonu dolnego, nierozdzielone utwory karbonu dolnego i górnego oraz osady karbonu górnego (tab. 2).

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Tabela 2

Stratygrafia				Utwory (opis litologiczny)	Procesy geologiczne									
System	Oddział	Piętro	Podpiętro											
C	P	I	e	j	z	o	r	z	ę	d	H o l o c e n	Torfy — ${}_t Q_h$ Namuły den dolinnych — ${}_n^f Q_h$ Żwiry, piaski, gliny i ility rzeczne tarasów zalewowych 0,5–3,0 m n.p.rzeki — ${}_{\text{żpg}}^f Q_h^{(2)}$ İly i mułki jeziorne (starorzeczy) — ${}_{\text{im}}^{\text{li}} Q_h$ Piaski i żwiry oraz mułki i ility (mady) rzeczne tarasów zalewowych 3,5–7,0 m n.p.rzeki — ${}_{\text{pżma}}^f Q_h^{(1)}$ İly i gliny oraz gliny z rumoszami skalnymi i głazami (pakiety osuniętego fliszu) koluwalne — ${}_i^k Q_h$	Akumulacja organiczna bagienna Akumulacja mineralna i organiczna Akumulacja rzeczna w dnach dolin. Erozja wlewna rzek i potoków — rozcinanie pokryw akumulacyjnych Powstanie tarasów zalewowych. Akumulacja mineralna i organiczna w starorzeczach Grawitacyjne ruchy masowe (osuwiskowe), akumulacja osadów koluwalnych	
												Mułki lessopodobne oraz ility, gliny, piaski i gliny z rumoszami skalnymi deluwialne, zwietrzelinowe, koluwalne (soliflukcyjne) i eoliczne — ${}_{\text{ml}} Q$ Piaski eoliczne w wydmach i piaski eoliczne — ${}_p^e Q^{(w)}$ İly, gliny i rumosze skalne z głazami (pakiety osuniętego fliszu) koluwalne — ${}_{\text{ig}}^k Q$	Wypełnianie zagłębień bezodpływowych. Wytrącanie się węglanu wapnia Grawitacyjne ruchy masowe (osuwiskowe) – akumulacja osadów koluwalnych Spełzywanie i splukiwanie materiału ze stoków, akumulacja osadów soliflukcyjnych i deluwialnych w dolnych partiach stoków Akumulacja eoliczna. Powstawanie wydym Wietrzenie w klimacie zimnym, akumulacja materiału eolicznego i deluwialnego	
												Piaski rzeczno-peryglaćjalne — ${}_{\text{p}}^{\text{f-pg}} Q_p$	Akumulacja rzeczna w warunkach peryglaćjalnych	
												Złodowacenia północnopolskie	Piaski i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych 10,0–12,0 m n.p. rzeki — ${}_{\text{pż}}^f Q_p^{(1)}$ Lessy i mułki lessopodobne — ${}_{\text{lm}}^l Q_p^4$ Mułki (pyły) rzeczno-peryglaćjalne tarasów nadzalewowych 15,0–23,0 m n. p. rzeki — ${}_{\text{m}}^{\text{f-pg}} Q_p^{(1)}$	Akumulacja rzeczna, powstanie tarasów rzecznych Akumulacja eoliczna pokryw pyłowych Erozja i akumulacja rzeczna w warunkach peryglaćjalnych, powstanie tarasów rzecznych
												Interglaćjał eemski	Denudacja i erozja rzeczna Pogłębianie den dolin	
												Złodowacenia środkowopolskie	Piaski i żwiry rzeczne i rzeczno-lodowcowe tarasów nadzalewowych 23,0–25,0 m n.p. rzeki — ${}_{\text{pż}}^{\text{ff-g}} Q_p^{(1)}$ Piaski wodnolodowcowe — ${}_{\text{p}}^{\text{fg}} Q_p^3$	Akumulacja rzeczna i lodowcowa, powstanie tarasów rzecznych Akumulacja przez wody lodowcowe
												Interglaćjał wielki	Denudacja i erozja rzeczna. Pogłębianie den dolin	
												Złodowacenia południowopolskie	Żwiry i piaski rzeczne i rzeczno-lodowcowe tarasów nadzalewowych 26,0 – 30,0 m n.p. rzeki — ${}_{\text{żp}}^{\text{f-fg}} Q_p^{(1)}$ Gliny zwałowe — ${}_{\text{gzw}}^g Q_p^2$	Akumulacja rzeczna, lodowcowa i przez wody lodowcowe, powstanie poziomów tarasowych Nasunięcie lądolodu na cały obszar, akumulacja lodowcowa
												Interglaćjał augustowski	Denudacja i erozja rzeczna Pogłębianie den dolin	
												Złodowacenia najstarsze	Akumulacja rzeczna Denudacja i erozja rzeczna w warunkach peryglaćjalnych	
												Plejstocen dolny	Powstanie przydolinnego poziomu zrównania	

N e o g e n	Pliocen				Rozcięcie pogórskiego poziomu zrównania Powstanie pogórskiego poziomu zrównania
	Miocen	Miocen środkowy	Baden	Iły z wkładkami zlepieńców, piaskowców i żwirów oraz fragmentami skał fliszowych — ${}_iM_2$ [mK]* Iły i iły piaszczyste oraz piaski i piaskowce — warstwy skawińskie — ${}_{iip}M_2$ [zp]	Akumulacja morska, subsydencja zapadliska przedkarpackiego. Erozja utworów fliszowych, akumulacja serii olistostromowych u czoła nasuwających się Karpat Akumulacja morska
P a l e o g e n	Oligocen			Piaskowce i łupki – warstwy krośnieńskie — ${}_{pc}Ol$ [ś] Łupki menilitowe – warstwy menilitowe — ${}_{imn}Ol$ [g] Rogowce, margle i łupki — warstwy menilitowe — ${}_{re}Ol$ [ś]	Akumulacja utworów fliszowych w basenie karpackim
	Eocen–oligocen			Margle globigerynowe — ${}_{me}E-Ol$ [ś]	
	E o c e n			Piaskowce cienkoławicowe i łupki — warstwy hieroglify — ${}_{pc}E$ [ś] Łupki ilaste czerwone i zielone — łupki pstre — ${}_{ti}E$ [ś] Margle pstre — ${}_{mep}E$ [pś+sk] Piaskowce gruboławicowe i cienkoławicowe z wkładkami zlepieńców oraz łupki (piaskowce ciężkowickie) — ${}_{pc}E$ [ś] Piaskowce z wkładkami zlepieńców i łupki (piaskowce ciężkowickie) — ${}_{pc}E$ [pś+sk]	
	Paleocen–eocen			Łupki ilaste czerwone i zielone, miejscami z aglomeratami tufowymi i egzotykami — łupki pstre — ${}_{ti}Pc-E$ [pś+sk]	
	P a l e o c e n			Rumosze skalne, żwiry i gliny zwietrzelinowe — ${}_{ru}Pg$ [pK]	Warunki lądowe, intensywne wietrzenie, erozja krasowa w klimacie gorącym Wypiętrzenie, erozja
K r e d a	Kreda–paleogen			Łupki z wkładkami piaskowców cienkoławicowych i syderytów (łupki istebniańskie górne) – warstwy istebniańskie — ${}_iPc$ [ś] Piaskowce gruboławicowe i zlepienie (warstwy istebniańskie górne) – warstwy istebniańskie — ${}_{pc}Pc$ [ś] Łupki i piaskowce cienkoławicowe (piaskowce z Gorzenia) — ${}_iPc$ [pś+sk]	Akumulacja utworów fliszowych w basenie karpackim
	Kreda górna–paleocen			Ilowce i mułowce z blokami skał fliszowych i krystalicznych (olistostromy i melanże tektoniczne) — ${}_{ic}Cr-Ng$ [sk]	
	Kreda górna			Łupki z wkładkami piaskowców cienkoławicowych (łupki istebniańskie dolne) — warstwy istebniańskie — ${}_iCr_3-Pc$ [ś] Piaskowce bryozoowo-litotamniowe (piaskowce z Szydłowca) — ${}_{pc}Cr_3-Pc$ [pś+sk]	
	Kreda górna	Mastrycht		Piaskowce i zlepienie (warstwy istebniańskie dolne) — warstwy istebniańskie — ${}_{pc}Cr_m$ [ś] Piaskowce i zlepienie z wkładkami łupków ilastych czerwonych i zielonych (warstwy istebniańskie dolne) — warstwy istebniańskie — ${}_{pczc}Cr_m$ [ś]	Akumulacja utworów fliszowych w basenie karpackim
K r e d a	Kreda górna	Cenoman–mastrycht		Piaskowce i łupki (warstwy godulskie górne) — warstwy godulskie — ${}_{pcł}Cr_{c-m}$ [ś] Piaskowce gruboławicowe (warstwy godulskie środkowe) — warstwy godulskie — ${}_{pc}Cr_{c-m}$ [ś] Łupki i piaskowce (warstwy godulskie dolne) — warstwy godulskie — ${}_{tpc}Cr_{c-m}$ [ś] Łupki ilaste czerwone i zielone oraz łupki i margle — łupki pstre — ${}_{ti}Cr_{c-m}$ [ś]	

K r e d a	Kreda górna	Turon–mastrycht		Margle pstre węglowieckie — $_{mepe}Cr_{t-m}$ [pś+sk]	Akumulacja utworów fliszowych w basenie karpackim
		Cenoman		Spongiolity, margle krzemionkowe, łupki ilaste czerwone i zielone oraz łupki i jaspisy — warstwy jaspisowe — $_{sp}Cr_c$ [ś]	
	Kreda dolna–górna	Alb–cenoman		Piaskowce, rogowce i łupki (rogowce mikuszowickie, warstwy lgockie górne) — warstwy lgockie — $_{pc}Cr_{al-c}$ [ś] Gezy i spongiolity z wkładkami margli i łupków — warstwy gezowe — $_{ge}Cr_{al-c}$ [pś+sk]	
		Alb		Łupki i piaskowce (warstwy lgockie środkowe) — warstwy lgockie — $_lCr_{al}$ [ś] Piaskowce i łupki, miejscami z wkładkami piaskowców gruboławicowych (warstwy lgockie dolne i środkowe) — warstwy lgockie — $_{pcl}Cr_{al}$ [ś]	
	Kreda dolna	Hoteryw–alb		Łupki czarne z wkładkami piaskowców i syderytów — warstwy wierzowskie — $_{tpc}Cr_{h-al}$ [pś+sk]; $_lCr_{h-al}$ [ś] Łupki z egzotykami — warstwy wierzowskie — $_lCr_{h-al}$ [pś+sk]	
		Hoteryw–apt		Piaskowce z wkładkami łupków i zlepieńców — warstwy grodziskie — $_{pc}Cr_{h-ap}$ [pś+sk]; $_{pcl}Cr_{h-ap}$ [ś]	
		Hoteryw–walanżyn		Łupki z wkładkami piaskowców cienkoławicowych i syderytów (łupki cieszyńskie górne) — warstwy cieszyńskie — $_lCr_{v-h}$ [pś+sk, ś]	
J u r a	Jura górna	Oksford	Oksford środkowy + górny	Wapienie skaliste i wapienie ławicowe z krzemieniami — $_{wsk}J_{o2+3}$ [pK]	Sedymentacja węglanowa w warunkach otwartego morza, w zbiorniku o głębokości 100–150 m
K a r b o n	Karbon górny			Piaskowce i mułowce z wkładkami łupków i węgla kamiennego — $_{pc}C_3$ [pK]	Akumulacja utworów limnicznych Subsydencja
	Karbon dolny+górny			Mułowce piaszczyste, iłowce, piaskowce i wapienie z wkładkami węgla kamiennego (warstwy malinowickie i warstwy zalaskie) — $_{mc}C_{1+3}$ [pK]	Akumulacja utworów limnicznych i fitogenicznych Akumulacja osadów morskich i brakicznych Erozja Akumulacja asocjacji fliszowej
D e w o n + k a r b o n	Dewon środkowy + górny + karbon dolny			Dolomity, wapienie, margle i mułowce — $_{do}D_{2+3} + C_1$ [pK]	Akumulacja węglanowa (wapienie i dolomity)
D e w o n	Dewon dolny			Zlepieńce (żwirowce), piaskowce, mułowce i iłowce — $_{zc}D_1$ [pK]	Sedymentacja morska Subsydencja
K a m b r	Kambr dolny			Zlepieńce i piaskowce z wkładkami mułowców (formacja z Goczałkowic) — $_{zc}Cm_1$ [pK]	Erozja Wypiętrzenie Transgresja morska Subsydencja

*[mK] — osady miocenu transgresywnego na Karpatach, [zp] — zapadlisko przedkarpackie, [ś] — seria śląska, [pś] — seria podśląska, [sk] — seria skolska, [pK] — podłoże Karpat

Historia powstawania utworów platformowych odłaniających się na powierzchni terenu rozpoczęła się w jurze. Osadziły się tu różne wapienie (skaliste, ławicowe) w późniejszym czasie utworzył się łąd, który był zalewany niekiedy transgresjami morskimi, na co wskazuje skład egzotyków tworzących skałki, znajdujące się teraz w melanzach tektonicznych w obrębie Karpat. Krasowe nierówności w wapieniach jurajskich wypełniają rumosze skalne, żwiry i gliny, powstałe w paleogenie.

Utwory paleozoiczno-mezozoicznego podłoża platformowego, wymienione powyżej, przykryte są przez osady neogeńskie (mioceńskie). W miocenie, na przedgórzu, w rowie przedgórskim nasuwających się Karpat osadziły się zlepieńce, piaskowce, piaski, żwiry i iły. Problematyce rozwoju badań utworów miocenu w Karpatach Zachodnich poświęcona jest bogata literatura, a ich zbiorcze opracowanie, dotyczące również terenu badań, znajdujemy w pracy Moryca (2005).

Na obszarze arkusza występują prawie wszystkie osady fliszowej części polskich Karpat. Najstarszymi utworami fliszowymi są łupki cieszyńskie górne wieku walanżyn–hoteryw. Nad nimi zalega sekwencja utworów kredy dolnej: piaskowce grodzkie, łupkowe warstwy wierzowskie i łupkowo-piaskowcowe warstwy lgockie. Możliwe, że utwory te stanowiły prawie jednolite podłoże dla zróżnicowanych osadów kredy górnej. Sądząc z litologii osadów w turonie nastąpił wyraźny podział na przynajmniej dwa rejony sedymentacji: magurski (poza obszarem badań) i śląski (obszar badań). Do rejonu magurskiego należały wtedy także obszary, w których sedymentowały utwory zaliczane do później powstałych serii dukielskiej i grybowskiej (poza terenem badań), a do rejonu śląskiego także utwory serii podśląskiej. Podział w basenie sedymentacyjnym nastąpił w turonie, po osadzeniu się margli pstrych powstałych z mułów hemipelagicznych przyniesionych przez rozcieńczone prądy zawieszinowe. Margle pstre turońskie występują zarówno w płaszczowinie podśląskiej, jak też lokalnie, poza obszarem badań, w płaszczowinie magurskiej. W kredzie górnej pod koniec turonu nastąpiło zasadnicze rozdzielenie basenów śląskiego i magurskiego wskutek wypiętrzenia kordyliery śląskiej. Warunki sedymentacji po obu jej stronach od górnej kredy po górny eocen były zróżnicowane. Wraz z wypiętrzeniem kordyliery śląskiej w kredzie górnej, spokojna w miarę dotychczasowa sedymentacja fliszowa w basenie śląskim nabrała dynamizmu i utwory cienkoławicowego fliszu w górnej części warstw godulskich zostały zastąpione sedymentacją piaskowców i zlepieńców, mających najczęściej cechy fluksoturbidytów. W efekcie wzmożonej aktywności sedymentacji piaskowcowej w kredzie górnej i paleocenie powstało kilka znaczących sekwencji sedymentacyjnych, reprezentowanych przez kompleksy piaskowcowe lub piaskowcowo-zlepińcowe warstw godulskich oraz warstw istebniańskich dolnych i górnych. Ich materiał pochodził z niszczenia kordyliery śląskiej, a zwłaszcza jej aktywnego północnego brzegu. Nasilenie spływów grawitacyjnych osiągnęło apogeum pod koniec kredy górnej podczas sedymentacji piaskowców warstw istebniańskich dolnych, których miąższość może przekraczać 1000 m.

Rola kordyliery śląskiej tak istotna w kredzie górnej, paleocenie i starszym eocenie zmalała w eocenie górnym. Po obu jej stronach nastąpiło stopniowe uspokojenie i znaczne ujednolicenie sedymentacji. Początkowo tworzył się cienkoławicowy flisz, reprezentujący warstwy hieroglifowe. Później sedymentacja stała się jeszcze spokojniejsza i zdeponowane wówczas w basenie śląskim, ponad warstwami hieroglifowymi, zielone łupki i margle globigerinowe mają swoje odpowiedniki w poszczególnych płaszczowinach grupy średniej (Książkiewicz, 1972). W konsekwencji zaniku kordyliery śląskiej nastąpiło połączenie basenu śląskiego z obszarem depozycji osadów serii przedmagurskiej (poza obszarem badań). W oligocenie rozwijała się sedymentacja serii menilitowo-krośnieńskiej. Sedymentacja tej serii w basenie Karpat fliszowych wykazuje na poszczególnych obszarach miejscami duże zróżnicowanie. Z jednej strony w serii tej obserwuje się diachronizm warstw menilitowych, z drugiej zaś różnorodność ogniw warstw menilitowych, zwłaszcza w jednostkach wewnętrznych. Powyżej warstw menilitowych osadziły się warstwy krośnieńskie. Sedymentacja tych warstw została przerwana na przełomie oligocenu i miocenu podczas ruchów orogenezy pirenejkiej. Powstał wtedy kompleks chaotyczny (typu „bloki w matrix”)olistostromy i melanże tektoniczne.

W miocenie środkowym (badanie) w rowie przedgórskim nasuwających się Karpat osadziły się ropy, piaski, piaskowce, zlepieńce i żwiry. W tym czasie w obrębie wypiętrzających się i fałdowanych Karpat powstały doliny większych rzek.

W pliocenie nastąpiło w obrębie Karpat początkowo zrównanie śródgórskie, następnie nastąpiło jego rozcięcie. Kolejnym etapem było powstanie zrównania pogórskiego, które także zostało porożcinane.

W plejstocenie Karpaty objęła era zlodowaceń. W czasie zlodowaceń najstarszych miała miejsce akumulacja rzeczna, wietrzenie i erozja w warunkach peryglacjalnych. W czasie interglacjału augustowskiego zachodziła denudacja i erozja rzeczna oraz pogłębianie den dolin. Zlodowacenia południowopolskie zaznaczyły się osadzeniem glin zwałowych oraz żwirów i piasków rzeczno-lodowcowych. Następowaly tu procesy akumulacji rzecznej, rozwinęły się poziomy tarasowe, miała miejsce denudacja i erozja rzeczna w warunkach peryglacjalnych. W czasie interglacjału wielkiego głównymi procesami były denudacja i erozja rzeczna oraz pogłębianie się dolin rzecznych. Zlodowacenia środkowopolskie pozostawiły na tym obszarze piaski wodnolodowcowe oraz piaski i żwiry rzeczne i rzeczno-lodowcowe tarasów nadzalewowych o wysokości 23,0–25,0 m n.p. rzeki. W interglacjale eemskim pogłębiały się dna dolin, miała miejsce denudacja i erozja rzeczna. Podczas zlodowaceń północnopolskich osadzały się mułki (pyły) rzeczno-peryglacjalne tarasów nadzalewowych 15,0–23,0 m n.p. rzeki, lessy i mułki lessopodobne oraz piaski i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych 10,0–12,0 m n. p. rzeki. W schyłkowym okresie plejstocenu powstały piaski rzeczno-peryglacjalne. W czwartorzędzie powstawały także utwory, których geneza nie jest jasno sprecyzowana lub ich powstawanie trwało przez kilka pięter łącznie. Są to ropy, gliny, rumosze skalne, pakiety fliszu

koluwiiów osuwiskowych, piaski eoliczne i piaski eoliczne w wydmach. Osadzały się również mułki lessopodobne oraz ropy, gliny, piaski i gliny z rumoszami skalnymi deluwialne, zwietrzelinowe, koluwalne (soliflukcyjne) i eoliczne. Występowao również wietrzenie w klimacie zimnym połączone z akumulacją materiału eolicznego i deluwialnego. Miało miejsce zjawisko spęływania i spływiania materiału ze stoków. Następowaa akumulacja osadów soliflukcyjnych i deluwialnych w dolnych partiach stoków. Obecne były grawitacyjne ruchy masowe (osuwiska) połączone z akumulacją osadów koluwalnych.

W holocenie osadzały się na stokach ropy i gliny oraz gliny z rumoszami skalnymi i pakietami fliszu w koluwiach osuwiskowych. W dolinach rzecznych powstawały piaski i żwiry oraz mułki i ropy (mady) rzeczne tworząc tarasy zalewowe o wysokości 3,5–7,0 m n.p. rzeki. Osadzały się też ropy i mułki stwierdzone w starorzeczach oraz żwiry, piaski, gliny i ropy w obrębie tarasów zalewowych o wysokości 0,5–3,0 m n.p. rzeki. W dnach den dolinnych osadziły się namuły i torfy. Dużą rolę w tym okresie odgrywały grawitacyjne ruchy masowe (osuwiskowe) połączone z akumulacją osadów koluwalnych. Erozja wgłębna rzek rozcinała pokrywę nadzalewowe, w dalszym ciągu trwała akumulacja rzeczna w dnach dolin.

IV. PODSUMOWANIE

Arkusze Kalwaria Zebrzydowska zawiera kompleksowe opracowanie utworów zapadliska przedkarpackiego i podłoża platformowego, łącznie z utworami Karpat fliszowych oraz utworów czwartorzędowych. Wykonane badania dostarczyły wielu nowych danych, które pozwoliły na lepsze poznanie budowy geologicznej brzeżnej części Karpat oraz zapadliska przedkarpackiego.

Rozpoziomowano osady czwartorzędowe występujące w dolinach Wisły, Skawy i Cedronu oraz udokumentowano utwory akumulacji holoceniskiej w dnach dolin Pogórza Wielickiego. Wyznaczono zasięg osuwisk. Zbadano i rozpoziomowano osady rzeczne, z których są zbudowane najwyższe tarasy w dolinach Wisły, Skawy i Cedronu. Udokumentowano niezbadane dotychczas gliny zwałowe w okolicach Zygodowic oraz utwory wodnolodowcowe w okolicach Zelczyny. Silne zakrycie terenu (bardzo słaba jakość odsłoneń) i brak reperów stratygraficznych nie pozwoliło na szczegółowe rozpoziomowanie miąższach osadów lessowych i lessopodobnych. W większości jest to tzw. karpacka odmiana lessów (Gerlach, 1991). Z niektórych stanowisk osadów czwartorzędowych zostały pobrane próbki do szczegółowych badań laboratoryjnych.

W obrębie obszaru objętego arkuszem autorzy przeanalizowali dane z wykonanych dotychczas otworów wiertniczych oraz wykonanych w trakcie badań otworów kartograficznych i sond mechanicznych. Pozwoliło to na ustalenie granic jednostek oraz szczegółowych profili osadów zapadliska przedkarpackiego, Karpat fliszowych i utworów czwartorzędowych.

Wyróżniono na omawianym obszarze serię (płaszczowinę) podśląską i skolską (?) oraz skolską i serię (płaszczowinę) śląską. Płaszczowina śląska na obszarze arkusza Kalwaria Zebrzydowska dzieli się na płaszczowinę śląską dolną (Pogórza Radziszowskiego) i płaszczowinę śląską górną (Pogórza Lancorońskiego). Wyróżniono strefę utworów przyzmy akrecyjnej Karpat jako płaszczowinę skolską, w miejsce tzw. fliszu zewnętrznego (Książkiewicz, 1951a, b).

W obrębie zapadliska przedkarpackiego uściślono wiek osadów jury, paleogenu i utworów czwartorzędowych.

W obrębie Karpat fliszowych wyznaczono nowy przebieg północnej granicy Karpat oraz zasięg płaszczowiny skolskiej. Ustalono nowe granice okien tektonicznych z utworami płaszczowiny podśląskiej i skolskiej (?). Stwierdzono, że wyróżnione utwory płaszczowin podśląskiej i skolskiej (?) oraz śląskiej występują na obszarze badań w formie siodła i łęków, którym zaproponowano nowe nazwy. Siodła i łęki są porozrywane szeregiem uskoków poprzecznych lub stref uskokowych o zróżnicowanych kierunkach. W części zachodniej arkusza dominuje kierunek NW–SE (stwierdzone w tym rejonie pojedyncze uskoki należą do dużej strefy uskokowej rzeki Skawy opisanej szerzej przez Książkiewicza, 1951b) w części centralnej arkusza dominują kierunki N–S, natomiast w części wschodniej NE–SW.

Jeśli chodzi o kierunki dalszych badań to wydaje się, że w przypadku stopnia skomplikowania budowy geologicznej obszaru arkusza Kalwaria Zebrzydowska, pożądane byłoby wydanie szczegółowej mapy geologicznej tego obszaru, i obszarów arkuszy sąsiednich, w dokładniejszej skali, co najmniej 1:25 000. Jeśli nie obszarów całych arkuszy to przynajmniej ich fragmentów, a szczególnie rejonów okien tektonicznych. Tego typu mapa pozwoliłaby na bardzo dokładne przedstawienie budowy tych rejonów. Szczególnie w aspekcie wykartowania obszarów melanży tektonicznych powstałych przypuszczalnie w wyniku pozasekwencyjnego, mioceńskiego ścięcia tektonicznego, w którym rolę rampy odegrał duży uskok w podłożu fliszowym (Ryłko, Tomasz, 2001). Podkreślić należy, że strefa okien tektonicznych mogła przejść później jeszcze szereg etapów reaktywacji.

Kolejnym kierunkiem badań powinno być kontynuowanie rozpoznania strefy nasunięcia Karpat na utwory zapadliska przedkarpackiego i dalsze rozpoznanie budowy przyzmy akrecyjnej. Podkreślić należy, że badania te są już kontynuowane na sąsiednim arkuszu Wadowice.

Obszar arkusza Kalwaria Zebrzydowska obfituje w liczne surowce mineralne, zwłaszcza surowce skalne. Rozwój przemysłu mineralnego powinien być jednak podporządkowany ochronie środowiska naturalnego obszaru. Walory przyrodniczo-krajobrazowe, potrzeby ekologiczne i duża liczba centrów kultu religijnego o znaczeniu światowym oraz bliskość aglomeracji krakowskiej winny mieć priorytet przy opracowywaniu perspektyw rozwoju tego obszaru. Istniejącą eksploatację surowców skalnych

należy stopniowo ograniczać, aż do zupełnej jej likwidacji. Wydobycie surowców mogłoby być prowadzone wyłącznie na bardzo małą skalę na potrzeby lokalne i do rewaloryzacji miejsc kultu religijnego, poza strefami chronionymi (parki krajobrazowe).

Opracowano
w Oddziale Karpackim
Państwowego Instytutu Geologicznego
Państwowego Instytutu Badawczego
Kraków, 2008 r.

Zakład Kartografii Geologicznej
Struktur Płytkich
Państwowego Instytutu Geologicznego
Państwowego Instytutu Badawczego
w Warszawie

LITERATURA

- Alexandrowicz S. W., 1955 — Uwagi o genezie przełomu Wisły pod Tyńcem. *Biul. Inst. Geol.*, 97.
- Alexandrowicz S. W., 1960 — Budowa geologiczna okolic Tyńca. *Biul. Inst. Geol.*, 152.
- Alexandrowicz S. W., 1969 — Utwory paleogenu w południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 39.
- Alexandrowicz Z., 1978 — Skałki piaskowcowe Zachodnich Karpat fliszowych. *Pr. Geol. Komis. Nauk. Geol. PAN Oddz. w Krakowie*, 113.
- Bąk B., Bogacz A., Poręba E., Szeląg A., Woliński W., 2003 — Mapa Geośrodowiskowa Polski 1: 50 000, ark. Kalwaria Zebrzydowska (995), plansza główna A. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Bober L., 1981 — Badania geologiczno-inżynierskie dorzeczy rzek karpackich. Charakterystyka geologiczno-inżynierska dorzecza rzeki Raby. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddz. Karpacki, Kraków*.
- Bober L., 1984 — Rejony osuwiskowe w polskich Karpatach fliszowych i ich związek z budową geologiczną regionu. *Biul. Inst. Geol.*, 340.
- Bojdys G., Lemberger M., 1986 — Modelowania grawimetryczne jako metoda badania budowy litosfery na przykładzie Karpat. *Zesz. Nauk. AGH, Geologia*, 33.
- Bronowska E., Bujnowski W., Grobelny A., 1972 — Mapa grawimetryczna Polski 1:500 000. Inst. Geol., Warszawa.
- Bromowicz J., Gucik S., Magiera J., Moroz-Kopczyńska M., Nowak T. W., Peszat C., 1976 — Piaszkowce karpackie, ich znaczenie surowcowe i perspektywy wykorzystania. *Zesz. Nauk. AGH, Geologia*, 2.
- Buła Z., 1994 — Problemy stratygrafii i wykształcenia osadów starszego paleozoiku północno-wschodniego obrzeżenia GZW. *W: Przew. 65. Zjazdu Pol. Tow. Geol., Sosnowiec. Pr. Nauk. UŚl.*, **143**: 31–57.
- Buła Z., 2000 — Dolny paleozoik Górnego Śląska i Zachodniej Małopolski. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 171.
- Buła Z., 2001 — Litologia i stratygrafia klastycznych utworów karbonu i dolnego permu w profilu otworu Tarnawa-1. *W: Paleozoik podłoża centralnej części polskich Karpat Zewnętrznych. Pr. Państw. Inst. Geol.*, 174.
- Buła Z., Habryn R. (red.), 2008 — Atlas geologiczno-strukturalny paleozoicznego podłoża Karpat Zewnętrznych i zapadliska przedkarpackiego 1:300 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Buła Z., Jachowicz M., Prichystal A., 1997 — Lower Paleozoik deposits of the Brunovistulicum. *Terra Nostra*, 11: 32–38.
- Buła Z., Jachowicz M., Żaba J., 1997 — Principal characteristics of the Upper Silesian Block and Małopolska Block border zone (southern Poland). *Geol. Mag.*, 133: 669–677.

- Buła Z., Krieger W., 2004 — Charakterystyka utworów karbonu w południowej części bloku górnośląskiego. *W: Możliwości generowania węglowodorów w skałach karbonu w południowej części bloku górnośląskiego i małopolskiego*. Wyd. Towarzystwa Badań Przemian Środowiska „Geosfera”, Kraków.
- Buła Z., Żaba J., 2005 — Pozycja tektoniczna Górnośląskiego Zagłębia Węglowego na tle prekambryjskiego i dolno-paleozoicznego podłoża. *W: Przew. 76. Zjazdu Pol. Tow. Geol. Rudy k/Rybnika*, 14–16 września.
- Buła Z., Żaba J., Habryn R., 2008 — Tectonic subdivision of Poland: southern Poland (Upper Silesian Block and Małopolska Block). *Prz. Geol.*, **56**, 10: 912–920.
- Burtan J., Turnau-Morawska M., 1978 — Biochemiczne skały krzemionkowe Zachodnich Karpat fliszowych. *Pr. Geol. Komis. Nauk. Geol. PAN w Krakowie*, 111.
- Chowaniec J., Gierat-Nawrocka D., Karwan K., Witek K., 1984 — Objasnienia do Mapy Hydrogeologicznej Polski 1:200 000, ark. Bielsko-Biała i Tatry Zachodnie. Wyd. Geol., Warszawa.
- Chowaniec J., Witek K., 1992 — Mapa Hydrogeologiczno-Sozologiczna Polski 1:50 000, ark. Kalwaria Zebrzydowska (995). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddz. Karpacki, Kraków.
- Doktor M., 1983 — Sedymentacja osadów zwirowych w miocenie na przedpolu Karpat. *Stud. Geol. Pol.*, 78.
- Doktor S., Graniczny M., Kucharski R., 1986a — Metoda automatycznej korelacji danych teledetekcyjnych i geofizycznych (sprawozdanie z I-go etapu prac). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Doktor S., Graniczny M., Kucharski R., 1986b — Metoda automatycznej korelacji danych teledetekcyjnych i geofizycznych (sprawozdanie z II-go etapu prac). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Doktor S., Graniczny M., Kucharski R., Molek M., Dąbrowska B., 1990 — Wgłębna budowa geologiczna Karpat w świetle analizy teledetekcyjno-geofizycznej. *Prz. Geol.*, **38**, 11.
- Drwiła S., 1972 — Dokumentacja badań geofizycznych „Karpaty”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Drużkowski M., Wójcik A., Zuchiewicz W., 1984 — Dolina Wierzbanówki. Budowa geologiczna, rzeźba i współczesne procesy morfogenetyczne. *Zesz. Nauk. UJ*, 707. *Pr. botan.*, 12.
- Dżułyński S., 1953 — Tektonika południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Acta Geol. Pol.*, **3**, 3.
- Dudziak J., 1961 — Głazy narzutowe na granicy zlodowacenia w Karpatach Zachodnich. *Pr. Geol. Komis. Nauk. Geol. PAN* Oddz. w Krakowie, 5.
- Fajkiewicz Z., 1960 — Interpretacja zdjęcia grawimetrycznego z rejonu środkowej części Przedgórz Karpat. Arch. PGNiG, Kraków.
- Gajewski A., Pepel A., 2000 — Badania magnetotelluryczne — stan aktualny i perspektywy w kontekście międzynarodowego projektu badań geofizycznych w Karpatach. *Mat. Sem. „Wysokoczęstotliwościowe badania magnetotelluryczne w Polsce”*, 6–8, Kraków.
- Gawel A., Książkiewicz M., 1936 — Porfiryty z Karpat Zachodnich. Die Porphyritgesteine aus den Westkarpaten. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **12**.
- Gerlach T. 1991 — Model tworzenia lessów w centralnej części polskich Karpat fliszowych w okresie vistulianu. *Inst. Geogr. i Przestrz. Zagosp. PAN, Conf. Papers*, 14.
- Gilewska S., 1986 — Podział Polski na jednostki geomorfologiczne. *Prz. Geogr.*, **58**, 1–2: 15–40.
- Gilewska S., Starkel L., 1980 — Rzeźba miejskiego województwa krakowskiego. *Folia Geogr. Ser. Geogr-Phys.*, 13.
- Golonka J., Borysławski A., Paul Z., Ryłko W., 1979a — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Bielsko-Biała, wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.

- Golonka J., Borysławski A., Paul Z., Ryłko W., 1979b — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Bielsko-Biała, wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.
- Gradziński R., 1962 — Rozwój podziemnych form krasowych w południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **32**, 4.
- Gradziński R., 1972 — Przewodnik geologiczny po okolicach Krakowa. Wyd. Geol., Warszawa.
- Granoszewski W., 2006 — Ekspertyza palinologiczna. *W*: Zestawienie materiałów dokumentacyjnych do SMGP 1:50 000, ark. Kalwaria Zebrzydowska (995). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddz. Karpacki, Kraków.
- Guterch A., Pajchel J., Perchuc E., 1978 — Issledowanija struktury ziemnoj kory wdol rieionalnowo profila LT-3. *W*: Strojenije ziemnij kory i wierchniej mantii centralnej i wostocznoj Jewropy. Naukowa Dumka, Kijew.
- Helios-Rybacka E., 1983 — The content and chemical forms of heavy metals in the river sediments of the Cracow area — the role of clay minerals. *Environ technol. lett.*, 4.
- Helios-Rybacka E., Rutkowski J., 1984 — Wykształcenie litologiczne i zawartość metali ciężkich w madach terasy rędzinnej oraz w madach współczesnych w rejonie Tyńca-Katów. *W*: Holocen okolic Krakowa. Mat. Konf., Kraków.
- Jankowski L., 2000 — Geologia przedpola jednostki magurskiej — nowe dane. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, 56.
- Jankowski L., 2004 — Rozwój karpackiej przyzmy akrecyjnej — ujęcie koncepcyjne. Mat. 75 Zjazdu Pol. Tow. Geol., Jasło, Kraków.
- Jankowski L., 2007 — Kompleksy chaotyczne w rejonie gorlickim (Polskie Karpaty Zewnętrzne). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 426.
- Kamiński M. (red.), 1975 — Surowce mineralne regionu krakowskiego. Wyd. Geol., Warszawa.
- Karaczun K., Karaczun M., Bilińska M., Uhrynowski A., 1978 — Mapa magnetyczna Polski — anomalie składowej pionowej „Z” pola magnetycznego Ziemi 1:500 000. Wyd. Geol., Warszawa.
- Klimaszewski M., 1936 — Zasięg maksymalnego zlodowacenia w Karpatach Zachodnich. *Wiad. Geogr.*, 17.
- Klimaszewski M., 1946 — Podział morfologiczny południowej Polski. *Czas. Geogr.*, **17**, 3/4.
- Klimaszewski M., 1948 — Polskie Karpaty Zachodnie w okresie dyluwialnym. *Pr. Wrocł. Tow. Nauk. Ser. B*, 7.
- Klimaszewski M. (red.), 1961 — Guide-book of excursion. From the Baltic to the Tatras, Part 3. South Poland. INQUA. VI Congress. Poland, august–september 1961. PWN, Łódź.
- Klimaszewski M., 1967 — Polskie Karpaty Zachodnie w okresie czwartorzędowym. *W*: Czwartorzęd Polski. PWN, Warszawa.
- Klimaszewski M. (red.), 1972 — Podział geomorfologiczny Polski Południowej. *W*: Geomorfologia Polski., 1. Polska Południowa — góry i wyżyny. PWN, Warszawa.
- Klimek K., 1987 — Vistula valley in eastern part of the Oświęcim Basin during the Upper Vistulian and Holocene. *Geogr. Stud., Special Issue*, 4.
- Klimek K., Starkel L., 1972 — Kotliny Podkarpackie. *W*: Gemorfologia Polski, 1. PWN, Warszawa.
- Koszański L., 1985 — Geology of the Middle Carpathians and Carpathian Foredeep. Guide to Exc. 3. *W*: *Carpatho-Balkan Geol. Assoc.*, 13 Congress, Kraków.
- Kotas A., 1972a — Osady morskie karbonu górnego i ich przejście w utwory produktywne Górnosląskiego Zagłębia Węglowego. *Pr. Inst. Geol.*, 61.
- Kotas A., 1982 — Zarys budowy geologicznej Górnosląskiego Zagłębia Węglowego. *W*: Przew. 54 Zjazdu Pol. Tow. Geol., Sosnowiec, 23–25 września.

- Krzywiec P., 1997 — Badeńska ewolucja centralnej części zapadliska przedkarpackiego na podstawie danych sejsmicznych i jej geodynamiczne uwarunkowania. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Oddz. Karpacki, Kraków.
- Książkiewicz M., 1951a — Ogólna Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Wadowice. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Książkiewicz M., 1951b — Objasnienia do Ogólnej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Wadowice. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Książkiewicz M., 1967 — Senonian marls in the window of Sułkowice. *Biul. Inst. Geol.*, 211.
- Książkiewicz M., 1970 — Przyczynki do geologii Karpat Wadowickich. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **40**, 3–4.
- Książkiewicz M., 1972 — Budowa geologiczna Polski. 4. Tektonika. 3. Karpaty. Wyd. Geol., Warszawa.
- Książkiewicz M., 1973 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Sucha Beskidzka (1014). Inst. Geol., Warszawa.
- Książkiewicz M., 1974 — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Sucha Beskidzka (1014). Inst. Geol., Warszawa.
- Książkiewicz M., Liszkowa J., 1979 — Zmienność facjalna warstw łgockich (alb) w okolicy Wadowic. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* **49**, 1/2.
- Lis J., Pasieczna A., Romanek A., 2004 — Mapa Geośrodowiskowa Polski 1:50 000, ark. Kalwaria Zebrzydowska (995), plansza B. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Molek M., Oraczewski A., 1988 — Dokumentacja badań magnetotellurycznych. Temat: Badania wgłębnej budowy geologicznej Karpat „Karpaty“, lata 1986–1987, cz. I (obszar I i II). *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- Molek M., Klimkowski W., 1991 — Dokumentacja badań magnetotellurycznych i tellurycznych. Temat: Badania wgłębnej budowy geologicznej Karpat „Karpaty“, lata 1988–1990, cz. 2 (obszar III i IV) i podsumowanie wyników badań od 1975 r. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- Narkiewicz M., 1978 — Stratygrafia i rozwój facjalny górnego dewonu między Olkuszem a Zawierciem. *Acta Geol. Pol.*, **28**, 4.
- Narkiewicz M., 2001 — Litostratygrafia, środowiska sedymentacji i zarys diagenety węglanów dewonu i karbonu w rejonie Rajbrotu i Tarnawy (Wyniesienie podkarpackie). *W: Paleozoik podłoża centralnej części polskich Karpat zewnętrznych. Pr. Państw. Inst. Geol.*, 174.
- Narkiewicz M., 2005 — Seria węglanowa dewonu i karbonu w południowej części bloku górnoląskiego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 182.
- Narkiewicz M., Racki G., 1987 — Korelacja i rozwój sedymentacji górnego dewonu między Dębikiem a Zawierciem. *Kwart. Geol.*, **31**, 2/3.
- Niedzielski H., 1977 — Geologia projektowanych zapór w polskich Karpatach. Polit. Krak., Kraków.
- Niedzielski H., 1980 — Monografia badań geologiczno-inżynierskich dla zapór w polskich Karpatach. Polit. Krak., Kraków.
- Nowak W., 1966 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski (bez utworów czwartorzędowych) 1:50 000, ark. Lachowice. Region Karpat i Przedgórze (wydanie tymczasowe). Wyd. Geol., Warszawa.
- Olszewska B., Jugowiec-Nazarkiewicz M., 2006 — Wyniki badań mikropaleontologicznych. *W: Zestawienie materiałów dokumentacyjnych do SMGP 1:50 000*, ark. Kalwaria Zebrzydowska (995). *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Oddz. Karpacki, Kraków.

- Orkisz H., Nickiel S., Szlachetowa K., 1965 — Mapa pionowej składowej ΔZ obszaru Karpat Zachodnich i Środkowych oraz Przedgórze. *Geofiz. i Geol. Naft.*, 1–3.
- Patyk M., 1977 — Zbiorcza dokumentacja badań sejsmicznych wykonanych metodą refrakcyjną. Temat: Karpaty i Przedgórze. Arch. Przeds. Bad. Geof., Warszawa.
- Paul Z., Ryłko W., Tomasz A., 1988 — Interpretacja geologiczna danych w metodzie automatycznej korelacji danych teledetekcyjnych i geofizycznych, ark. Bielsko-Biała, Jasło. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddz. Karpacki, Kraków.
- Paul Z., Rączkowski W., Ryłko W., Wójcik A., 1996 — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Myślenice (1996). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Pazdur A., 2006 — Laboratory Report 24/2006. W: Zestawienie materiałów dokumentacyjnych do SMGP 1:50 000, ark. Kalwaria Zebrzydowska (1995). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddz. Karpacki, Kraków.
- Płoczyński J., Łopusiński L., 1992 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Krzeszowice (1972). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Płoczyński J., Łopusiński L., 1993 — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Krzeszowice (1972). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Reczek J., 1983 — Dokumentacja badań grawimetrycznych. Temat: Środkowa część Karpat, lata 1979–1982. Przeds. Bad. Geof., Warszawa.
- Rutkowski J., 1976 — Niektóre problemy litologiczne holocenów żwirów Karpat. Mat. teren. Konf. „Wysztalcenie młodoczwartorzędowych aluwów rzek karpackich”, Kraków.
- Rutkowski J., 1977 — On Petrographic Variability of Holocene Gravels in the Polish Carpathians. *Stud. Geomorph. Carpatho-Balcan.*, 11.
- Rutkowski J., 1982 — Kruszywa naturalne Karpat i ich przedpola. *Zesz. Nauk. AGH, Geologia*, 8, 4.
- Rutkowski J., 1984a — Dolina Wisły pomiędzy Krakowem a Skawiną w holocenie. W: Holocen okolic Krakowa. Mat. Konf., Kraków.
- Rutkowski J., 1984b — Holocen obszaru pomiędzy Tyńcem i Bielaniem. W: Holocen okolic Krakowa. Mat. Konf., Kraków.
- Rutkowski J., 1989a — Budowa geologiczna regionu Krakowa. *Prz. Geol.*, 37.
- Rutkowski J., 1989b — O wysoko położonych żwirach w rejonie Tyńca koło Krakowa. *Kwart. Geol.*, 32, 3–4.
- Rutkowski J., 1992 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Kraków (1973). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Rutkowski J., 1993 — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Kraków (1973). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Ryłko W., Tomasz A., 1990 — Badania głębokiej budowy Karpat — badania grawimetryczne. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddz. Karpacki, Kraków.
- Ryłko W., Tomasz A., 1995a — Morphology of the consolidated basement of the Polish Carpathians in the light of magnetotelluric data. *Kwart. Geol.*, 39, 1.
- Ryłko W., Tomasz A., 1995b — Główne elementy tektoniczne skonsolidowanego podłoża polskiej części Karpat. W: Przestrzenny model orogenu karpackiego i jego ewolucja. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddz. Karpacki, Kraków.

- Ryłko W., Tomasz A., 1995c — Analiza kształtu powierzchni nasunięcia utworów fliszu karpackiego na swoje przedpole oraz analiza rozkładu miąższości mas fliszowych bez utworów jednostki magurskiej. *W: Przestrenny model orogenu karpackiego i jego ewolucja*. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddz. Karpacki, Kraków.
- Ryłko W., Tomasz A., 2001 — Neogeńska przebudowa podłoża polskich Karpat i jej reperkusje. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 395.
- Sawicki L., 1909 — Z fizjografii Zachodnich Karpat. *Arch. Nauk.*, dział II, 1, 5, Lwów.
- Sawicki L., 1911 — Trzy bramy podkarpackie — szkic geograficzno-porównawczy. *Kosmos*, 36.
- Skulich J., 2005 — Oznaczenia petrograficzne płytek cienkich. *W: Zestawienie materiałów dokumentacyjnych do SMGP 1:50 000*, ark. Kalwaria Zebrzydowska (995). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddz. Karpacki, Kraków.
- Skulich J., 2006 — Oznaczenia petrograficzne płytek cienkich. *W: Zestawienie materiałów dokumentacyjnych do SMGP 1:50 000*, ark. Kalwaria Zebrzydowska (995). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddz. Karpacki, Kraków.
- Starkel L., 1960 — Rozwój rzeźby Karpat fliszowych w holocenie. *Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN*, 22.
- Starkel L., 1967 — Wisła wśród gór i wyżyn. Z biegiem Wisły. Wyd. Geol., Warszawa.
- Starkel L., 1972a — Karpaty Zewnętrzne. *W: Geomorfologia Polski*. 1. Polska Południowa — góry i wyżyny. PWN, Warszawa.
- Starkel L., 1972b — Charakterystyka rzeźby Polskich Karpat i jej znaczenie dla gospodarki ludzkiej. *Probl. Zagosp. Ziemi górskich*, 10.
- Starkel L., 1979 — On Some Questions of the Contemporary Modelling of Slopes and Valley Bottoms in the Flysch Carpathians. *Stud. Geomorph. Carpatho-Balcan.*, 13.
- Starkel L., 1980a — Stratigraphy and Chronology of the Vistulian in the Polish Carpathians and in the Subcarpathian Basins. *Quater. Stud.*, 2.
- Starkel L., (red.) 1980b — Przeglądowa Mapa Geomorfologiczna Polski 1:500 000. Wyd. IG i PZ PAN, Warszawa.
- Starkel L., 1984 — Karpaty i Kotliny Podkarpackie. *W: Budowa geologiczna Polski*. 1. Stratygrafia. 3b. Kenozoik. Czwartorzęd. Wyd. Geol., Warszawa.
- Starkel L., 1991a — Rzeźba terenu. *W: Dorzecze górnej Wisły*. PWN, Warszawa–Kraków.
- Starkel L., (red.) 1991b — Geografia Polski — środowisko przyrodnicze. PWN, Warszawa.
- Staszic S., 1815 — O ziemioródtwie Karpatów i innych gór i równin Polski. Drukarnia Rządowa, Warszawa.
- Szymakowska F., Żytko K., 1966 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski (bez utworów czwartorzędowych) 1:50 000, ark. Kalwaria Zebrzydowska (wydanie tymczasowe). Wyd. Geol., Warszawa.
- Ślęzak A., 1975 — Remarks on morphology of the substratum of the Polish Carpathians. *Proceedings of the 10th Congress Carpathian-Balkan Geological Association, Section 3*. Geologický Ústav Dionýza Stura, Bratislava.
- Śmietanka K., Michalik M., 2004 — Charakterystyka mineralogiczno-petrologiczna granitu z Bugaja. *W: Egzotyki karpackie — znaczenie w rekonstrukcjach paleogeograficzno-geotektonicznych*. Ogólnop. semin., 13 grudnia, Kraków.
- Środoń A., 1952a — Ostatni glacjał i postglacjał w Karpatach. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 67.
- Środoń A., 1952b — Plejstocenska flora z doliny Ziemkówki oraz materiały do stratygrafii ostatniego glacjału i postglacjału w Karpatach (wiadomość tymczasowa). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 66.
- Środoń A., 1968 — O roślinności interstadiału Paudorf w Karpatach Zachodnich. *Acta Palaeobot.*, 9, 1.
- Święcicka-Pawliszyn J., 1980 — Dokumentacja badań geoelektrycznych. Temat: „Karpaty”. Profile regionalne F i V, rok 1975 i lata 1978–1979. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

- Święcicka-Pawliszyn J., Molek M., 1975 — Dokumentacja badań geoelektrycznych. Temat: „Profile regionalne”; profil F (Baligród–Przemyśl). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Tomaś A., Zając R., 1996 — Utwory młodszego paleozoiku w podłożu polskich Karpat Zachodnich. *Prz. Geol.*, **44**, 5.
- Tyczyńska M., 1968a — Rozwój geomorfologiczny terytorium miasta Krakowa. *Pr. Inst. Geogr. UJ*, 17.
- Tyczyńska M., 1968b — Rzeźba i budowa geologiczna terytorium miasta Krakowa. *Folia Geogr. Ser. Geogr. Phys.*, 1.
- Tyczyńska M., Chmielowiec S., 1988 — Mapa geomorfologiczna 1:50 000. *W: Atlas Miasta Krakowa*. Kraków.
- Uchman J., 1973 — Results of deep seismic soundings along international profile V. *Mat. i Pr. Inst. Geof. PAN*, 60.
- Wasiaś J., 1982 — Dokumentacja badań aeromagnetycznych. Temat: Karpaty i Przedgórze 1979–1981r. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Wieser T., 1985 — Some remarks on the sedimentation, composition and provenance of exotic bearing conglomerates in the Western Polish Carpathians Flysch formations. Guide to exc. 1. 13th Congress Carpathian-Balkan Geological Association, Kraków.
- Wójcik A., Olszewska B., Garecka M., Szydło A., 1996 — Profil potoku Domaczka i jego znaczenie dla stratygrafii i tektogenezy Karpat. Wycieczka A, pkt. A6. *W: Przew. 67 Zjazdu Pol. Tow. Geol.*, Szczyrk, 6–9 czerwca.
- Zaręczny S., 1894 — Atlas geologiczny Galicji, 3. Komis. Fizjogr. AU, Kraków.
- Żaba J., 1999 — Ewolucja strukturalna utworów dolnopaleozoicznych w strefie granicznej bloków górnośląskiego i małopolskiego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 166: 1–162.
- Żytko K., 2001 — Jednostki strukturalne Karpat Zewnętrznych między Sołą a Dunajcem. *Prz. Geol.*, **49**, 8: 703–709.
- Żytko K., Zając R., Gucik S., Ryłko W., Oszczyk N., Garlicka I., Nemčok J., Eliaś M., Menčík E., Stráník Z., 1989 — Map of the tectonic elements of the western Outer Carpathians and Their Foreland 1:500 000. *W: Geological Atlas of the Western Outer Carpathians and Their Foreland*. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Żytko K., Malata T., 2001 — Paleogeograficzna pozycja fliszu jednostki Obidowej–Słopnic w basenie Karpat Zewnętrznych. *Prz. Geol.*, **49**, 5, 425–430.

Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Kalwaria Zebrzydowska (1995)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



Formy wodnolodowcowe

Równiny sandrowe i wodnolodowcowe w ogólności

Formy eoliczne

Pokrywy lessowe i pyłowe

Wydmny i równiny piasków przewianych

Formy rzeczne

Dna dolin rzecznych

Tarasы akumulacyjne w dolinach rzecznych:
 zalewowe (V–VI)

nadzalewowe (I–IV)

Starorzecza (fragmenty starych koryt rzecznych)

Stożki napływowe

Formy denudacyjne

Fragmenty neogeńskich powierzchni zrównań (pogórski poziom zrównania):

220,0–250,0 m n.p.m.

350,0–420 m n.p.m.

Grzbiety i garby na przecięciu zboczy dolin:
a. wąskie zaokrąglone, b. szerokie zaokrąglone

Wierzchołki: a. stożkowe, b. kopiane, c. kopulaste

Nisze i tyne skarpy osuwisk

Jęzory osuwiskowe

Powierzchnie spłaszczeń i słabo nachylonych stoków z pokrywą soliflukcyjno-deluwialną

Stoki grzbietów, garbów i zbocza dolin

Formy rzeczno-denudacyjne

a Małe doliny rzeczne: a. wciosowe (V-kształtne),
 b. płaskodenne (skrzynkowe)

Formy o założeniach tektonicznych

Stoki progów tektonicznych

Formy nieoznaczonej lub różnej genezy

Równiny piaszczyste

Głazy narzutowe

Formy antropogeniczne

Wały przeciwpowodziowe, nasypy drogowe i kolejowe

Kanały

Kamieniołomy (K), piaskownie-żwirownie (PŻ), piaskownie (P)

Wysypiska odpadów komunalnych

Opracowali: W. RYŁKO, Z. PAUL

SZCZEGÓŁOWE METRYCZKI OTWORÓW WIERTNICZYCH UMIESZCZONYCH NA MAPIE GEOLOGICZNEJ

1 242,0 ● M _{2sk} -15,0 C ₃ -132,0 (736,0)	2 232,0 ● M _{2sk} -0,0 C ₃ -196,1 (862,5)	3 300,0 ● E _{ck} -14,0 M _{2sk} -87,9 C ₃ -428,5 (511,0)	4 257,0 ● M _{2sk} -43,0 C ₃ -198,0 (726,0)	5 246,0 ● M _{2sk} -10,0 C ₃ -127,0 C ₁₊₃ -1650,0 D ₂₊₃ +C ₁ -2550,0 (3176,3)	6 236,0 ● M _{2sk} -47,0 C ₃ -169,0 (671,2)
7 221,0 ● M _{2sk} -0,0 C ₃ -96,0 (757,9)	8 219,0 ● M _{2sk} -15,1 C ₃ -56,2 (850,3)	9 222,0 ● M _{2sk} -3,0 C ₃ -252,6 (905,7)	10 227,0 ● M _{2sk} -6,0 C ₃ -205,0 (816,0)	11 264,0 ● M _{2sk} -0,0 C ₃ -222,0 (865,3)	12 220,0 ● M _{2sk} -0,0 C ₃ -513,0 (926,1)
13 219,0 ● M _{2sk} -5,0 C ₃ -83,5 (840,5)	14 325,0 ● Cr-Ng -10,8 (100,0)	15 238,0 ● M _{2sk} -2,0 C ₃ -291,9 (870,4)	16 250,0 ● M _{2sk} -8,8 E -97,0 (100,0)	17 305,0 ● Cr _{al} /1+2 -20,0 Cr-Ng -427,0 M _{2sk} -850,0 D ₂₊₃ +C ₁ -1061,0 D ₁ -1681,0 Cm ₁ -1731,0 (2520,0)	18 370,0 ● Cr _{3is1} -5,0 Cr _{c-s1} -157,0 Cr _{al-c/3} -175,0 Cr _{al/1+2} -205,0 Cr-Ng -508,0 M _{2sk} -628,0 D ₂₊₃ +C ₁ -1152,0 (1650,0)
19 295,0 ● Cr _{3is1} -5,0 Cr _{al-c/3} -725,0 Cr _{al/1} -825,0 Cr-Ng -1075,0 M _{2sk} -1550,0 C ₃ -1700,0 D ₂₊₃ +C ₁ -1765,0 (2755,0)	20 251,7 ● Cr _{3is1} -10,0 M _{2sk} -550,0 C -1102,1 (1682,0)	21 330,0 ● Cr _{h-alw} -2,0 (50,0)			

OBJAŚNIENIA

sk — warstwy skawińskie

ck — piaskowce ciężkowickie

/ — warstwy lgockie

/1+2 — warstwy lgockie dolne i środkowe

/3 — warstwy lgockie górne

is1 — warstwy istebniańskie dolne

w — warstwy wierzowskie

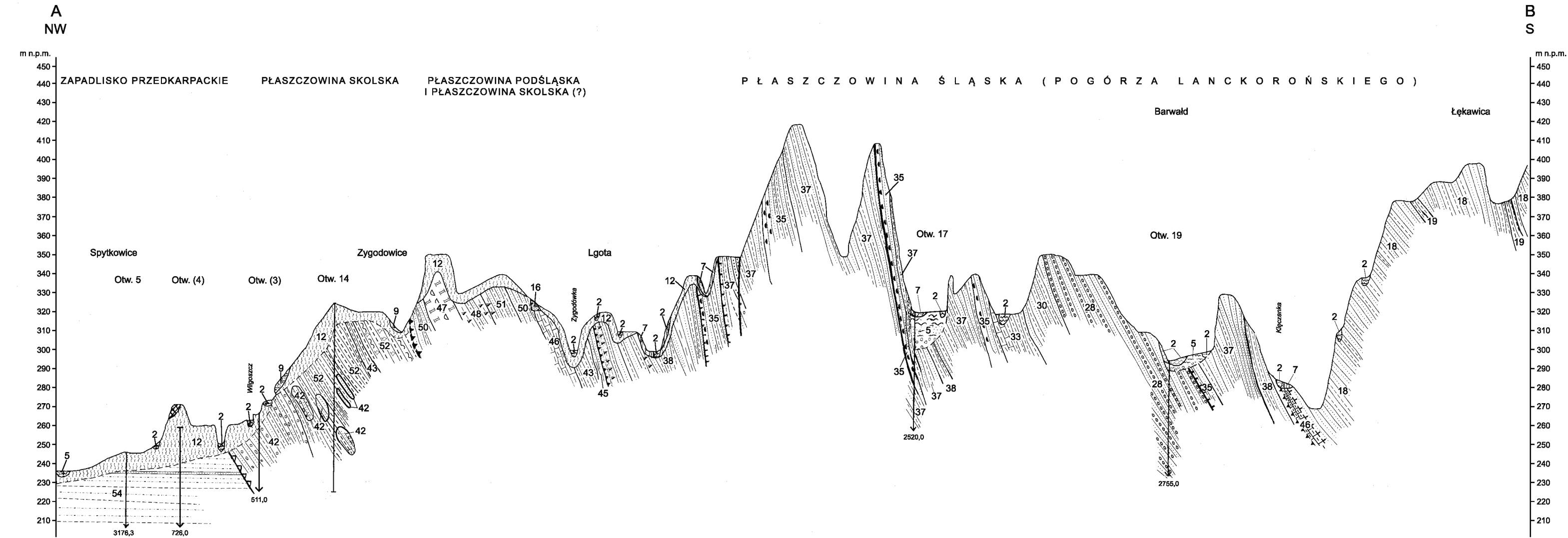
U w a g a: symbole stratygraficzne
jak na mapie geologicznej

Opracowali: W. RYŁKO, Z. PAUL

Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Kalwaria Zebrzydowska (995)

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY A-B

Skala pozioma 1:50 000



OBJAŚNIENIA

Seria śląska (płaszczowina śląska)			Seria podśląska (płaszczowina podśląska) i seria skolska (?) (płaszczowina skolska)		
2 — $f_n Q_h$	18 — $pc Ol$	37 — $pcr Cr_{al}$	42 — $pc E$	48 — $i Cr_{h-al}$	
5 — $p_{zma} Q_h^{(t1)}$	19 — $imn Ol$	38 — $i Cr_{h-al}$	43 — $i_j Pc-E$	50 — $pc Cr_{h-ap}$	
7 — m/Q	28 — $pc Cr_m$	40 — $i Cr_{v-h}$	45 — $pc Cr_3-Pc$	51 — $i Cr_{v-h}$	
9 — $ig Q^k$	30 — $pcr Cr_{c-m}$		46 — $mepe Cr_{t-m}$		
12 — lm/Q_{p4}	33 — $i_j Cr_{c-m}$		47 — $ge Cr_{al-c}$		
16 — $ff-g_{zp} Q_p^{2(tl)}$	35 — $pc Cr_{al-c}$				

Seria skolska (płaszczowina skolska)
52 — $ic Cr-Ng$
Zapadliśko przedkarpackie
54 — $iip M_2$

	Bloki
	Rumosze i okruchy skalne
	Żwiry
	Złepieńce
	Piaski
	Piaskowce
	Mułki
	Mułki lessopodobne, iły, gliny i piaski

	Lessy i mułki lessopodobne
	Mułowce
	Iły
	Iłowce, łupki
	Iłowce piaszczyste
	Margle
	Gezy
	Rogowce, krzemienie

	Spongiolity
	Sydertyty
	Namuły
	Granica nasunięcia karpackiego
	Granice jednostek tektonicznych: a. pewne, b. przypuszczalne
	Granice nasunięć i złuskowań: a. pewne, b. przypuszczalne
U w a g a : pozostałe objaśnienia jak na mapie geologicznej	

Opracował: W. RYŁKO

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY Z ELEMENTAMI TEKTONIKI

Skala 1:100 000



Seria śląska (płazczowina śląska)

PALEOGEN	OLIGOCEN	1	Piaskowce i łupki
		2	Łupki menilitowe
		3	Rogowce, margle i łupki
	EOCEN–OLIGOCEN	4	Margle globigerinowe
	EOCEN	5	Piaskowce cienkoławicowe i łupki
		6	Łupki ilaste czerwone i zielone
		7	Piaskowce gruboławicowe i cienkoławicowe z wkładkami zlepieńców oraz łupki (piaskowce ciężkowickie)
	PALEOGEN	8	Łupki z wkładkami piaskowców cienkoławicowych i syderytów (łupki istebniańskie górne)
		9	Piaskowce gruboławicowe i zlepieńce (warstwy istebniańskie górne)
KREDA–PALEOGEN	KREDA GÓRNA–PALEOGEN	10	Łupki z wkładkami piaskowców cienkoławicowych (łupki istebniańskie dolne)
	KREDA GÓRNA	11	Piaskowce i zlepieńce (warstwy istebniańskie dolne)
12		Piaskowce i zlepieńce z wkładkami łupków ilastych czerwonych i zielonych (warstwy istebniańskie dolne)	
13		Piaskowce i łupki (warstwy godulskie górne)	
14		Piaskowce gruboławicowe (warstwy godulskie środkowe)	
15		Łupki i piaskowce (warstwy godulskie dolne)	
16		Łupki ilaste czerwone i zielone oraz margle	
17		Spongility, margle krzemionkowe, łupki ilaste czerwone i zielone oraz jaspisy	
KREDA	KREDA DOLNA–GÓRNA	18	Piaskowce, rogowce i łupki (rogowce mikuszowickie, warstwy lgockie górne)
	KREDA DOLNA	19	Łupki i piaskowce (warstwy lgockie środkowe)
		20	Piaskowce i łupki, miejscami z wkładkami piaskowców gruboławicowych (warstwy lgockie dolne i środkowe)
		21	Łupki czarne z wkładkami piaskowców i syderytów
		22	Piaskowce z wkładkami łupków i zlepieńców
		23	Łupki z wkładkami piaskowców cienkoławicowych i syderytów (łupki cieszyńskie górne)

Seria podśląska (płazczowina podśląska)
i seria skolska (?) (płazczowina skolska)

PALEOGEN	EOCEN	24	Margle pstrę	Łupki pstrę
		25	Piaskowce z wkładkami zlepieńców i łupki (piaskowce ciężkowickie)	
		26	Łupki ilaste czerwone i zielone, miejscami z aglomeratami tufowymi i egzotykami	
	PALEOOCEN–EOCEN	27	Łupki i piaskowce cienkoławicowe (piaskowce z Gorzenia)	Warstwy gęzowe
KREDA	PALEOOCEN	28	Piaskowce bryozoowo–litotamniowe (piaskowce z Szydłowca)	
	KREDA GÓRNA–PALEOOCEN	29	Margle pstrę węglowieckie	
		30	Gezy i spongility z wkładkami margli i łupków	Warstwy wierzowskie
	KREDA DOLNA–GÓRNA	31	Łupki czarne z wkładkami piaskowców i syderytów (łupki wierzowskie)	
KREDA	KREDA DOLNA	32	Łupki z egzotykami	Warstwy grodziskie
		33	Piaskowce z wkładkami łupków i zlepieńców	
		34	Łupki z wkładkami piaskowców cienkoławicowych i syderytów (łupki cieszyńskie górne)	
	KREDA DOLNA	34	Łupki z wkładkami piaskowców cienkoławicowych i syderytów (łupki cieszyńskie górne)	Warstwy cieszyńskie

Seria skolska (płazczowina skolska)

KREDA–NEOGEN	35	Iłowce i mułowce z blokami skał fliszowych i krystalicznych (olistostromy i melanże tektoniczne)
--------------	----	--

Osady miocenu transgresywnego na Karpatach

NEOGEN	MIOCEN	36	Iły z wkładkami zlepieńców, piaskowców i żwirów oraz fragmentami skał fliszowych
--------	--------	----	--

Zapadlisko przedkarpackie i podłoże

NEOGEN	MIOCEN	37	Iły i iły piaszczyste oraz piaski i piaskowce
PALEOGEN		38	Rumosze skalne, żwiry i gliny zwietrzelinowe
JURA	JURA GÓRNA	39	Wapień skalisty i wapień ławicowy z krzemieniami

- a
--- b Granice geologiczne: a. pewne, b. przypuszczalne
- a
--- b Uskok i kontakty tektoniczne: a. pewne, b. przypuszczalne
- ▼▼▼ a
▼▼▼ b Granica nasunięcia karpackiego: a. pewna, b. przypuszczalna
- ▼▼▼ a
▼▼▼ b Granice jednostek tektonicznych: a. pewne, b. przypuszczalne
- a
— b Granice nasunięć i złuskowań: a. pewne, b. przypuszczalne
- Granica zasięgu osadów miocenu na Karpatach
- 7 Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej
- A—B Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej

Opracowali: W. RYŁKO, Z. PAUL