

Lesław BOBER *, Danuta NOWICKA **, Antoni WÓJCİK *

UTWORY CZWARTORZĘDOWE W DOLINIE SKAWY MIĘDZY WADOWICAMI A ZATOREM

(fig. 7)

*Quaternary deposits in the Skawa river valley between Zator and
Wadowice (Carpathians)*

(7 Figs.)

Treść: Stwierdzono istnienie czterech plejstocęńskich systemów terasowych posiadających oddzielne cokoły skalne. Osady rzeczne przykryte są różnowiekowymi utworami gliniasto-pylastymi rozdzielonymi poziomami glin z częściami organicznymi lub zabarwionymi związkami żelaza. Uzyskane wyniki pozwoliły na rozdzielenie osadów rzecznych z okresu zlodowacenia środkowopolskiego i północnopolskiego oraz rozdzielenia wiekowego lessów i utworów lessopodobnych. Praca zawiera poza tym próbę rekonstrukcji rozwoju doliny oraz przebiegu sedymentacji w czwartorzędzie.

WSTĘP

Omawiany obszar obejmuje odcinek doliny rzeki Skawy w którym przecina ona krawędź nasunięcia karpackiego i opuszcza Karpaty. Badania geologiczno-inżynierskie pod projektowane tutaj budowle hydrotechniczne prowadzone były w latach 1955—1973 przez Instytut Geologiczny Oddział Karpacki w Krakowie oraz Przedsiębiorstwo Geologiczne Budownictwa Wodnego „Hydrogeo” w Krakowie. Na terenie tym w latach 1964—73 „Hydrogeo” wykonało 26 otworów wiertniczych o głębokości do 50 m.

Opisywany rejon jest położony około 9 km na północ od Wadowic (fig. 1A), w obrębie Wysoczyzn Przykarpackich — Wilamowickiej i Osieleckiej rozdzielonych płaskodenną, szeroką na 1,5 km doliną Skawy. Wyniki wierceń wniosły szereg nowych danych dotyczących budowy geologicznej utworów czwartorzędowych, umożliwiając równocześnie dokonanie korelacji osadów plejstocęńskich na omawianym terenie oraz wy-

* Instytut Geologiczny Oddział Karpacki, 31-560 Kraków, ul. Skrzatów 1.

** Przedsiębiorstwo Geologiczne Budownictwa Wodnego „Hydrogeo” w Krakowie, 31-036 Kraków, ul. Halicka 10.

jaśnienie rozwoju systemu starszych, kopalnych poziomów terasowych całkowicie przykrytych glinami o znacznej miąższości.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki analizy materiałów uzyskanych z wierceń, badań geofizycznych oraz własnych obserwacji terenowych. Ze względu na rozpiętość czasu, w jakim prowadzone były wiercenia oraz z powodu niejednorodności opisów przewiercanych utworów, nie wszystkie dane były całkowicie porównywalne, a dotarcie do części prób z wierceń było niemożliwe.

W nielicznych odsłonięciach oraz wykonanych wierceniach zostały stwierdzone osady złożone z otoczków, żwirów, piasków i glin o różnej miąższości, leżące na podłożu skalnym, fliszowym lub miocenijskim, położonym na różnej wysokości w stosunku do średniego poziomu rzeki Skawy. Osady te tworzą kilka poziomów erozyjno-akumulacyjnych, oddzielonych od siebie stopniami erozyjnymi. Starsze poziomy żwirowe przykryte są różnowiekowymi glinami pylastymi, ilami i pyłami a miejscami nawet osadami organicznymi.

Podział stratygraficzny osadów oparto zasadniczo na kryteriach litofacyjnych i znanej kolejności zdarzeń w ciągu plejstocenu, według pracy Mojskiego i Rühlego (1965). Usytuowanie ważniejszych odsłonieć oraz wierceń podano na fig. 1B, a profile wszystkich wierceń na fig. 2. Budowę geologiczną doliny rzeki przedstawiono na przekrojach A-B i C-D (fig. 3 i 4) oraz na profilu podłużnym (fig. 5). Zestawiono również syntetyczny przekrój geologiczny poprzeczny, na którym uwzględniono wszystkie dane pochodzące z wierceń i odsłonieć (fig. 6).

Ważniejszymi publikacjami dotyczącymi budowy geologicznej i geomorfologii omawianego obszaru są prace: Szaflarskiego (1932), Klimaszewskiego (1948, 1967), Książkiewicza (1951, 1972), Tokarskiego (1966), Miecznika i Tokarskiego (1966), Klimka (1972) oraz Starkla (1972). Oprócz powyższych istnieje również kilka opracowań znajdujących się w archiwum Oddziału Karpackiego Instytutu Geologicznego w Krakowie (Badałk et al. 1962) oraz w archiwum „Hydrogeo” w Krakowie (Dzierwa, Łukaszek, Pauli 1965, Monkiewicz, Nowicka 1973). Dla wyjaśnienia genezy oraz wieku osadów czwartorzędowych wykorzystano również wyniki badań geologicznych oraz paleobotanicznych prowadzonych na sąsiadujących obszarach przez Koniora (1939), Jahna (1952), Stupnicką (1963), Dudziaka (1961), Środonia i Starkla (1961), Sobolewską, Starkla i Środonia (1964) oraz Koperową i Środonia (1965).

PODŁOŻE PRZEDCZWARTORZĘDOWE

Podłoże osadów czwartorzędowych stanowią utwory fliszowe należące do brzeżnej strefy jednostki podśląskiej oraz osady miocenijskie (Książkiewicz, 1951). W skład utworów fliszowych wchodzi warstwy

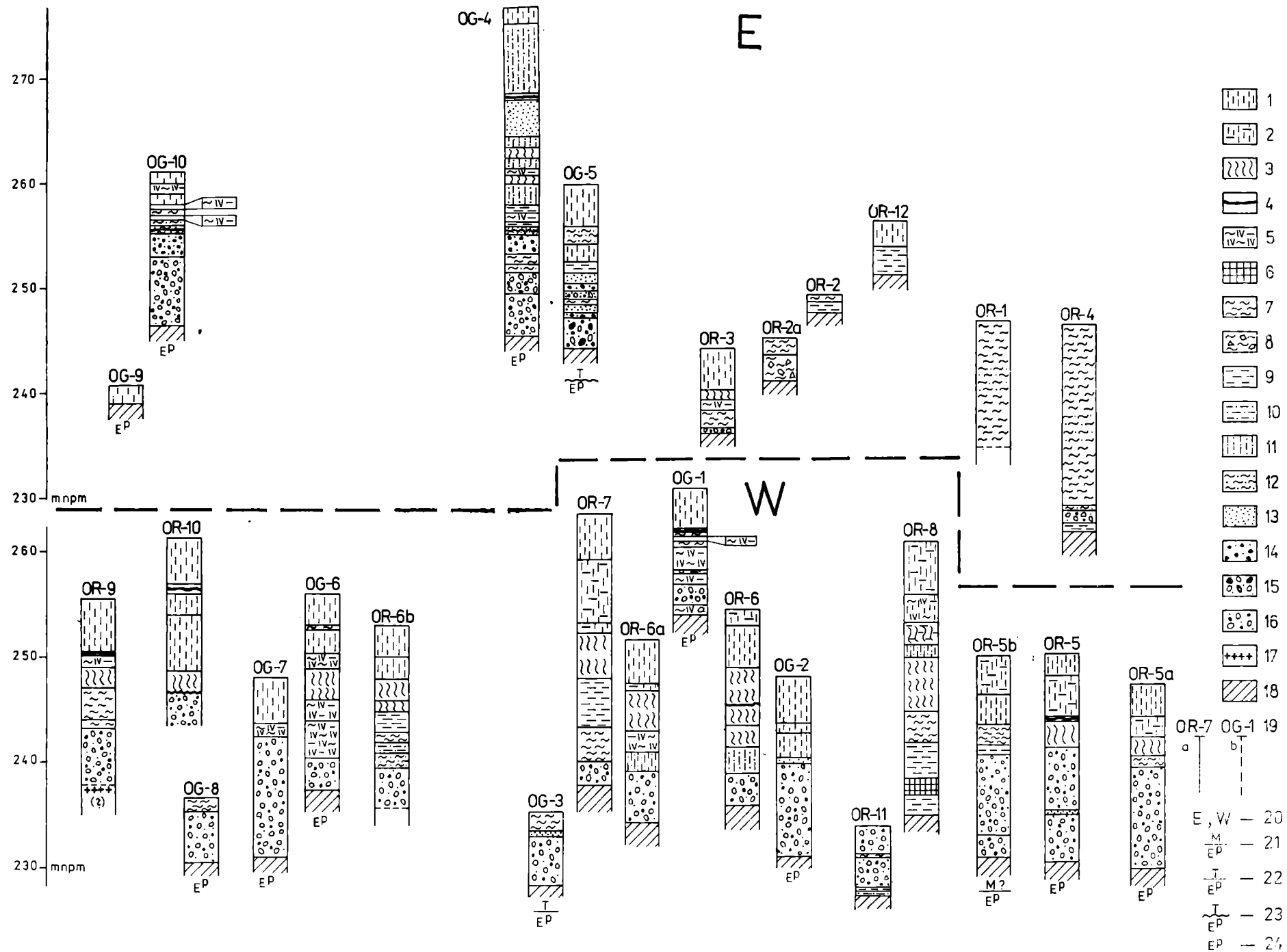


Fig. 2. Profile wierceń. Oznaczenia litologiczne. 1 — lessy i utwory lessopodobne żółte (poziom górny); 2 — lessy i utwory lessopodobne żółtopopielate miejscami rdzawe; 3 — lessy i utwory lessopodobne szare i ciemnoszare (poziom dolny); 4 — wkładki glin i piasków gliniastych barwy rdzawej; 5 — gliny lub ropy z częściami organicznymi (kopalne poziomy glebowe?); 6 — torfy; 7 — gliny, 8 — gliny z rumoszem; 9 — ropy; 10 — ropy piaszczyste; 11 — pyły piaszczyste i piaski pylaste; 12 — piaski gliniaste; 13 — piaski; 14 — żwiry z otoczkami piaskowcowymi i kwarcowymi; 15 — żwiry piaskowcowe z piaskiem; 16 — otoczki piaskowcowe, żwiry i piaski; 17 — głaz granitowy, 18 — podłoże przedczwartorzędowe (bez podziału); 19 — otwory wiertnicze: a — w linii przekroju, b — otwór rzutowany, 20 — E-wschodnia i W-zachodnia część doliny. Oznaczenia wiekowe podłoża przedczwartorzędowego: 21 — miocen nie rozdzielony na warstwach z Przybradza; 22 — utwory badenu leżące na warstwach z Przybradza; 23 — utwory badenu sfaldowane (?) z warstwami z Przybradza; 24 — warstwy z Przybradza (eocen)

Fig. 2. Bore-hole profiles. 1 — yellow loesses and loess-like deposits (upper horizon); 2 — yellow-grey, in places rust-coloured loesses and loess-like deposits (lower horizon); 3 — grey and dark-grey loesses and loess-like deposits; 4 — intercalations of rust-coloured loams and loamy sands; 5 — loams or clays with organic remains (fossil soil horizons?); 6 — peat; 7 — loams; 8 — loams with waste material; 9 — clays; 10 — sandy clays; 11 — sandy silts and silty sands; 12 — loamy sands; 13 — sands; 14 — gravels with sandstone and quartz pebbles; 15 — sandstone gravels with sand; 16 — sandstone pebbles, gravels and sands; 17 — granite boulders; 18 — pre-Quaternary basement (non-divided); 19 — bore-holes: a — in the cross-section line, b — projected borehole; 20 — E-eastern and W-western parts of the valley. Age determinations of the pre-Quaternary basement: 21 — non-divided Miocene on the Przybradz Beds; 22 — Badenian deposits overlying the Przybradz Beds (Eocene); 23 — Badenian deposits folded (?) with the Przybradz Beds; 24 — Przybradz Beds

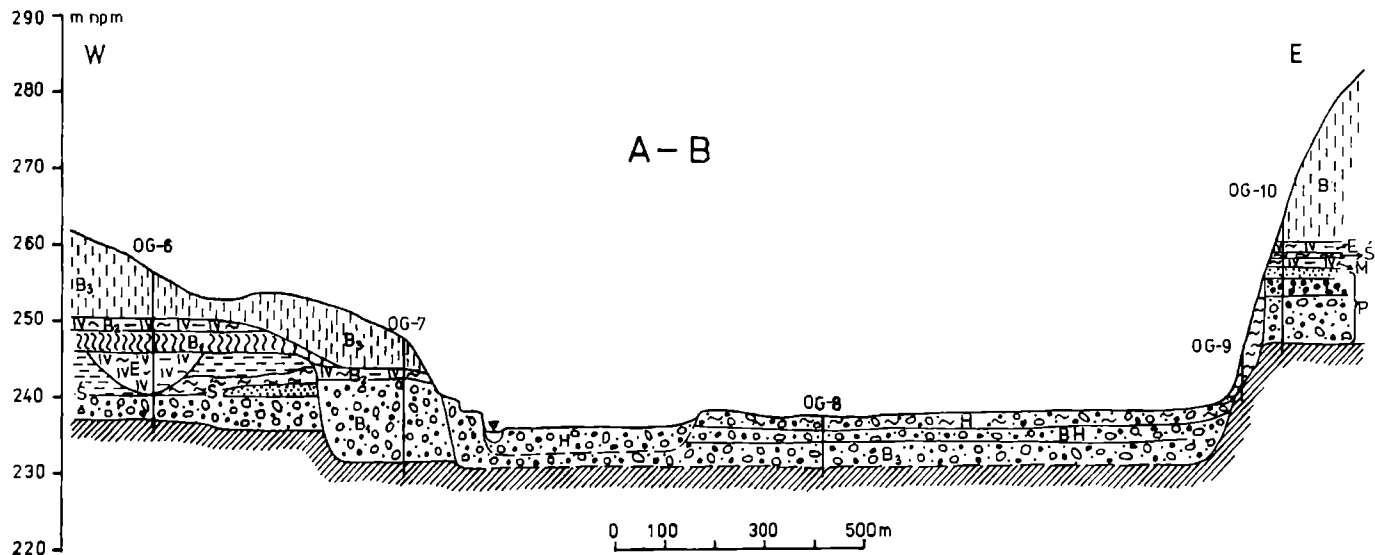


Fig. 3. Przekrój geologiczny A—B. Oznaczenia litologiczne jak na Fig. 2. oraz: Pe — preglacjał; P — zlodowacenie południowopolskie (krakowskie); M — interglacjał wielki (mazowiecki); S — zlodowacenie środkowopolskie; E — interglacjał eemski; B — zlodowacenie północnopolskie (bałtyckie); B₁ — stadiał szczeciński; B₂ — interstadiał Brørup; B₃ — pleniglacjał; H — holocen.

Fig. 3. Geological cross-section A—B. Lithological explanations as in Fig. 2, and: Pe — Preglacial; P — Cracovian Glaciation; M — Great Interglacial (Mazovian); S — Middle Poland Glaciation; E — Eemian Interglacial; B — Baltic Glaciation; B₁ — Szczecin Stadial; B₂ — Brørup Interstadial; B₃ — Pleniglacial; H — Holocene.

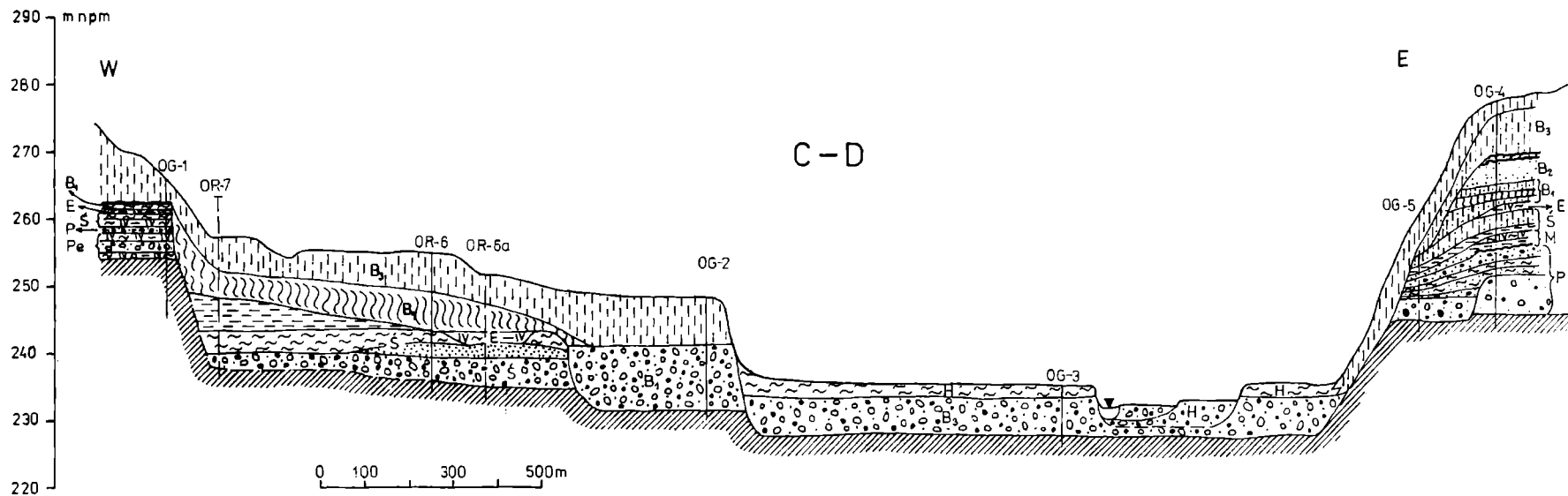


Fig. 4. Przekrój geologiczny C—D. Objaśnienia jak na fig. 2, 3
 Fig. 4. Geological cross-section C—D. Explanations as in Figs. 2 and 3

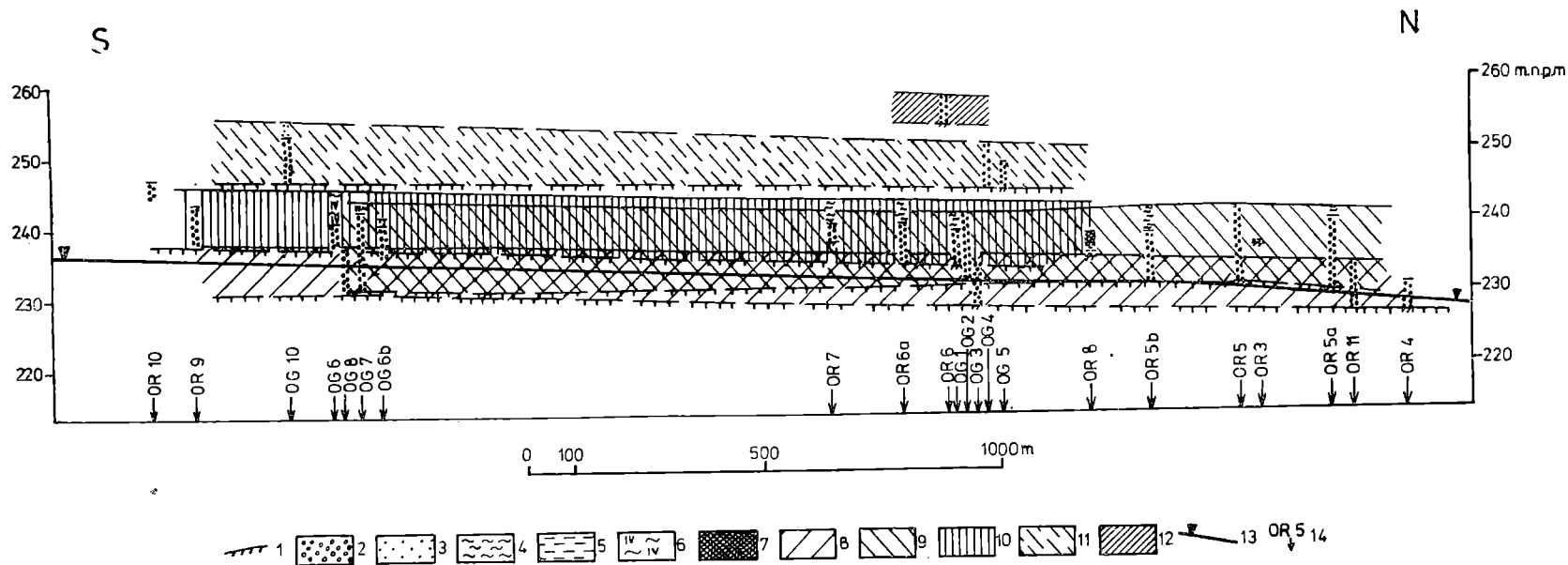


Fig. 5. Przekrój podłużny przez terasy rzeki Skawy. 1 — podłoże przedczwartorzędowe; 2 — otoczaki, żwiry i piaski; 3 — żwiry i piaski; 4 — gliny; 5 — ropy; 6 — gliny z częściami organicznymi; 7 — torfy; 8 — miąższość akumulacji ze schyłku ostatniego zlodowacenia i holocenu; 9 — miąższość akumulacji z okresu zlodowacenia północnopolskiego; 10 — miąższość akumulacji z okresu zlodowacenia środkowopolskiego; 11 — miąższość akumulacji z okresu zlodowacenia południowopolskiego; 12 — miąższość akumulacji z preglacjału; 13 — profil podłużny rzeki Skawy; 14 — rzutowany otwór wiertniczy

Fig. 5. Longitudinal section across the Skawa river terraces: 1 — pre-Quaternary basement; 2 — pebbles, gravels and sands; 3 — gravels and sands; 4 — loams; 5 — clays; 6 — loams with organic remains; 7 — peat; 8 — thickness of accumulation at the end of the last glaciation and Holocene; 9 — thickness of accumulation of the Baltic Glaciation; 10 — thickness of accumulation of the Middle Poland Glaciation; 11 — thickness of accumulation of the Cracovian Glaciation; 12 — thickness of Preglacial accumulation; 13 — longitudinal profile of the Skawa river; 14 — projected bore-hole

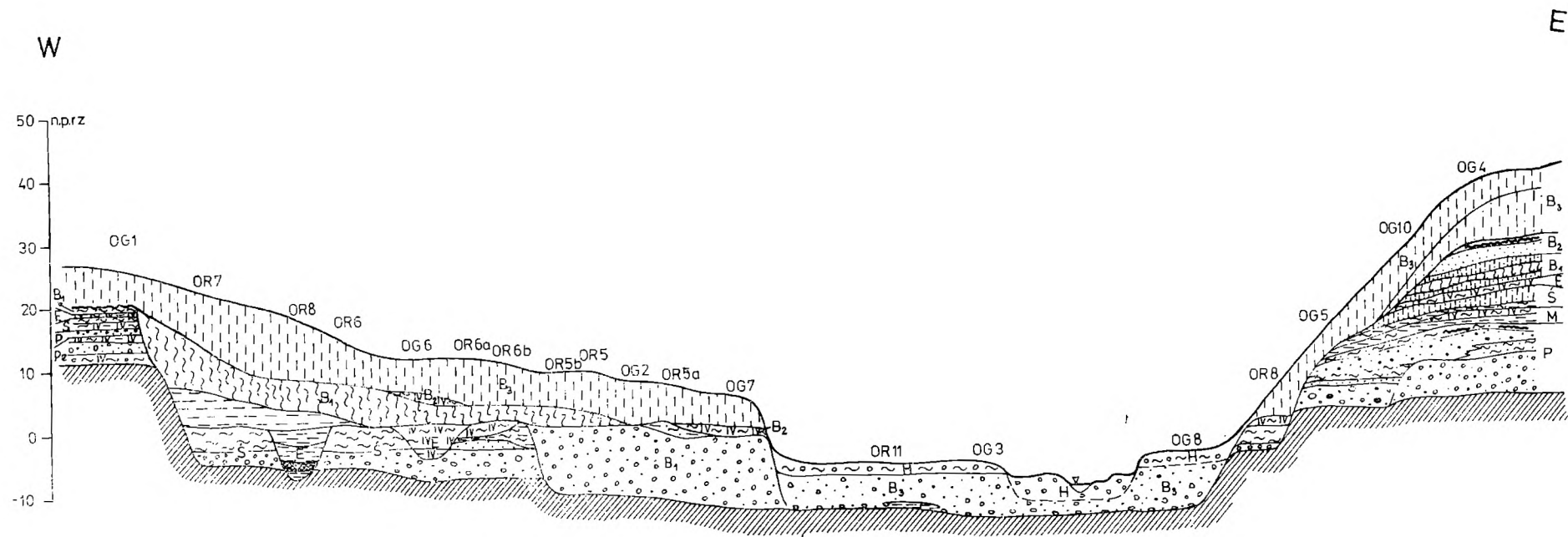


Fig. 6. Syntetyczny przekrój geologiczny przez dolinę rzeki Skawy. Objaśnienia jak na fig. 2, 3

Fig. 6. Synthetic geological section across the Skawa river valley. Explanations as in Fig. 2 and 3

z Przybradza reprezentowane przez szarozielone łupki ilaste lub słabo-wapniste z wkładkami piaskowców typu ciężkowickiego i pstrych łupków (eocen górny). Warstwy z Przybradza zostały stwierdzone w otworach od OG-1 do OG-10 oraz w otworach OR — 5, 5a, 5b, 6, 6a, 8 i 11. W otworach OG-1, OG-3 i OG-5 wśród warstw z Przybradza są zaklinowane łupki zawierające zespół mikrofauny miocenińskiej (Ślęczka, 1973). Budowę geologiczną omawianego terenu znacznie komplikuje bliska obecność nasunięcia karpackiego oraz istnienie dużej, poprzecznej dyslokacji Skawy o zrzuconym skrzydle wschodnim (Książkiewicz, 1972).

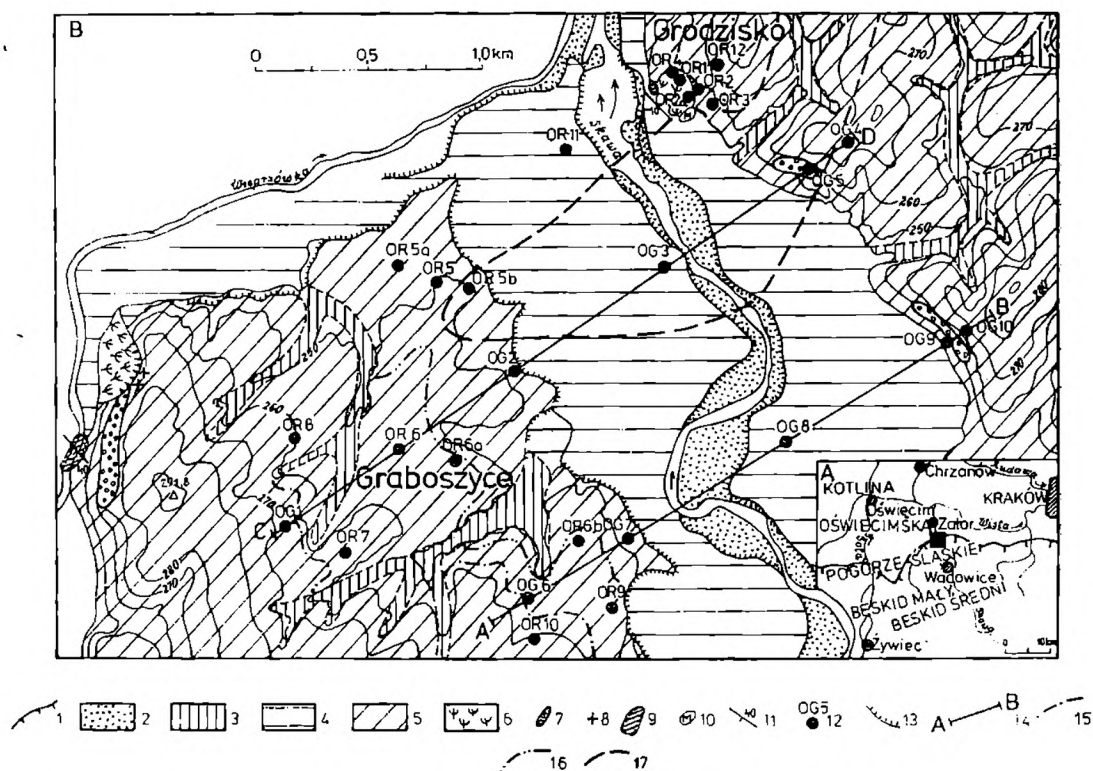


Fig. 1. A. Szkic usytuowania badanego obszaru. B. Mapa geologiczna utworów powierzchniowych: 1 — krawędź nasunięcia karpackiego; 2 — osady rzeczne teras najniższych; 3 — gliny i żwiry wypełniające dna bocznych dolin; 4 — gliny, piaski i żwiry teras o wysokości 4—5 m; 5 — lessy i utwory lessopodobne; 6 — koluwia osuwiskowe; 7 — wychodnie żwirów; 8 — pojedyncze glazy narzutowe. Flisz: 9 — wychodnie warstw z Przybradza; 10 — wychodnie utworów mioceniskich; 11 — bieg i upad warstw; 12 — otwory wiertnicze; 13 — ważniejsze krawędzie morfologiczne; 14 — linie przekrojów geologicznych; 15 — zasięg osadów terasy kopalnej z okresu zlodowacenia środkowopolskiego; 16 — zasięg terasy kopalnej z okresu zlodowacenia północnopolskiego; 17 — zasięg występowania osadów mioceniskich pod czwartorzędem

Fig. 1. A. Localization map of the investigated area. B. Geological map of surface deposits: 1 — margin of the Carpathian overthrust; 2 — Alluvial deposits of the lowermost terraces; 3 — loams and gravels filling bottoms of tributary valleys; 4 — loams, sands and gravels of 4—5 m terraces; 5 — loesses and loess-like deposits; 6 — landslides, 7 — gravel outcrops; 8 — individual erratics. Flisch: 9 — Przybradz Beds; 10 — Miocene deposits; 11 — strike and dip of beds; 12 — boreholes; 13 — more important (mean) morphological scarps; 14 — lines of geological cross-sections; 15 — extent of the Middle Poland Glaciation terrace; 16 — extent of the Baltic Glaciation terrace; 17 — extent of Miocene rocks under the Quaternary deposits

Po zachodniej stronie uskoku warstwy z Przybradza zapadają ku południowi pod kątem 30—45°, po stronie wschodniej piaskowce ciężkowickie należące do warstw z Przybradza zapadają ku wschodowi (fig. 1B). Osady fliszowe nasunięte są na sfałdowane osady tortonu dolnego (baden-morawian) lub są nimi lokalnie przykryte. Utwory tortonu dolnego tworzą iły łupkowe. Oliwkowe iły zawierające faunę reprezentującą baden zostały stwierdzone w otworze OG-3 na głębokości od 8,0—8,4 m, dalej do 13,5 m występowały rozkruszone zielono-oliwkowe łupki spójone substancją ilastopiaszczystą, które reprezentowały lokalne utwory fliszowe przerobione i redeponowane w miocenie (Ślęczka op. cit.). Niżej zalegają warstwy z Przybradza silnie zaburzone tektonicznie, o upadzie od 38—80°. Warstwy te, do głębokości 40 m nie zostały przebite. Otwór OG-5 posiada znacznie bardziej skomplikowany profil, gdyż od 24 m do końcowej głębokości 50 m występują naprzemianległe utwory dolnego badenu określone na podstawie mikrofauny oraz warstwy z Przybradza. Według Ślęczki (op. cit.) ta naprzemianległość ma świadczyć, że są to wyłącznie utwory miocenu, w którym występują różnej wielkości fragmenty pochodzące ze zerodowanego podłoża fliszowego. Sprawą dalszych badań będzie ustalenie, czy te osady miocenu leżą na fliszu, czy też bezpośrednio na miocenie autochtonicznym. W czasie wcześniejszych badań (Dzierwa et al. 1965), w otworze OR-5b oraz w odsłonięciu w Grodzisku stwierdzono obecność miocenijskich iłów piaszczystych barwy zielonoszarej. Zasięg utworów miocenijskich zaznaczono na fig. 1B.

Na nierówno zerodowanych utworach fliszowych lub miocenijskich zalegają osady czwartorzędowe.

CHARAKTERYSTYKA UTWORÓW CZWARTORZĘDOWYCH WRAZ Z PRÓBĄ REKONSTRUKCJI ROZWOJU DOLINY RZEKI SKAWY

Rzeźba omawianego obszaru była kształtowana przez czynniki endo- i egzogeniczne, począwszy od ustąpienia morza miocenijskiego przez cały pliocen i czwartorzęd. Szczególnie zmiany miały miejsce w okresie czwartorzędu i dotyczyły zarówno przekształcenia samej rzeźby, jak i warunków sedymentacji osadów.

Po stosunkowo długim okresie rozwoju rzeźby w neogenie, kiedy to głównie zachodziły procesy erozji i denudacji (Klimek, 1972), w okresie plejstocenu w wyniku ruchów neotektonicznych i zmian klimatycznych następuje kolejno rozcinanie dna doliny Skawy oraz akumulacja osadów rzecznych. Na najstarszych utworach rzecznych zostały złożone osady pochodzenia glacialnego i fluwioglacialnego, eolicznego oraz deluwialnego.

PREGLACJAŁ (OSADY NAJSTARSZE)

Najstarszymi stwierdzonymi osadami czwartorzędowymi są najprawdopodobniej utwory nawiercone w otworze OG-1. Na cokole skalnym o wysokości 22 m nad poziomem rzeki (254 m n.p.m.) leży 1 m warstwa gliny pylastej, próchnicznej, jasnoszarej z pojedynczymi otoczkami piaskowców, ze żwirem, 1 m warstw gliny pylastej próchnicznej, barwy jasnoszarej oraz 20 cm poziom żwirów z pojedynczymi otoczkami piaskowców. Cały ten ponad 4 m miąższości kompleks przykrywa 7,8 m seria osadów gliniastych (fig. 2, 4). Są to gliny pylaste barwy żółtej i szarej rozdzielone dwoma poziomami glin próchnicznych.

Na podobnej wysokości zostały również stwierdzone otoczaki i żwiry piaskowcowe na prawym zboczu doliny Wieprzówki oraz na prawym brzegu Skawy w rejonie Grodziska. Omawiane osady uznane zostały przez Książkiewicza (1951) za utwory z okresu zlodowacenia krakowskiego. Pomiedzy wychodnią otoczek i żwirów na prawym zboczu Wieprzówki a otworem OG-1 zostały wykonane badania elektrooporowe (Monkiewicz, Nowicka 1973, oraz informacyjna ustna od mgr inż. E. Chrzanowskiej z Politechniki Krakowskiej), które nie stwierdziły ciągłości tego poziomu żwirowego, natomiast sugerowały podnoszenie się podłoża fliżowego do wysokości około 270 m n.p.m. (tj. około 38 m nad współczesnym poziomem Skawy). Tak więc byłyby to resztki zachowanych starych poziomów terasowych z pokrywą akumulacyjną dwóch rzek — Skawy i Wieprzówki (?) o wysokościach hipsometrycznie odpowiadających sobie, rozdzielonych wąskim wzniesieniem, zbudowanym ze skał podłoża.

Występowanie na cokole skalnym terasowej pokrywy akumulacyjnej złożonej z 2 poziomów glin próchnicznych rozdzielonych warstwą otoczek i żwirów (otwór OG-1), jej położenie hipsometryczne w stosunku do udokumentowanego stanowiska w Wadowicach (Klimaszewski 1948), jak również brak materiału północnego, pozwala przyjąć, że są to prawdopodobnie osady starsze od zlodowacenia krakowskiego, które określamy bardzo ogólnie jako preglacjalne. Bliższe ustalenie wieku tych osadów z braku badań stratygraficznych jest w chwili obecnej niemożliwe.

Po akumulacji osadów, które zostały stwierdzone w otworze OG-1 oraz w wychodniach na prawym zboczu doliny Wieprzówki, następuje okres intensywnej erozji, który można wiązać z interglacjałem kromerskim. Przyczyną tego były zmiany warunków klimatycznych oraz ruchy neotektoniczne, które w tym okresie na terenie Polski były dosyć intensywne (Mojski i Rühle 1965). W wyniku erozji zostały zniszczone wcześniej złożone osady eoplejstoczeńskie, a w dalszej kolejności rzeka rozcięła podłoża skalne na głębokości co najmniej 8—10 m.

ZŁODOWACENIE POŁUDNIOWOPOLSKIE (KRAKOWSKIE)

Omawiany obszar należy do terenów, które uległy jednokrotnemu zlodowaceniowi plejstoceniowskiemu w okresie glacjału krakowskiego, kiedy to lodowiec wkroczył na Pogórze Karpackie do wysokości 420 m n.p.m. (Klimaszewski 1952, 1967), a miąższość czaszy lodowej wynosiła kilkaset metrów. Świadczą o tym osady glacialne spotykane w wyższych partiach wysoczyzn np. w rejonie Woźnik.

W wyniku zmian klimatycznych erozja osłabła, a w okresie nasuwania się z północy lądolodu nastąpiło zatrzymanie erozji i miała miejsce akumulacja osadów rzecznych. Osady związane z tym okresem zostały stwierdzone w otworze OG-4, OG-5, OG-10, w wychodniach na prawym zboczu doliny Skawy oraz prawdopodobnie w otworze OG-1, gdzie reprezentowane są one jedynie przez 20 cm miąższości warstwę żwiru, wyraźnie zredukowaną w wyniku późniejszej erozji. Po prawej stronie doliny na cokole skalnym o wysokości 12,5—14 m w stosunku do poziomu rzeki, w otworach wiertniczych stwierdzono ponad 6 m warstwę żwirów z otoczkami piaskowców barwy szarej (fig. 3, 4), o maksymalnej średnicy 10—15 cm, wśród których występują również otoczki kwarcu (otwór OG-5). Frakcja żwirowa stanowi tutaj od 50%—60%, a kamienista od 20—50% (fig. 7). Otoczki piaskowców są słabo lub średnio obtoczone, co wskazuje, że zostały osadzone w klimacie zimnym (glacialnym lub periglacialnym). W kierunku współczesnej osi doliny Skawy miąższość żwirów maleje.

Następną nadległą serię o dużej zmienności stanowią piaski różnoziarniste, przewarstwione glinami pylastymi, a czasami piaski ze żwirami o łącznej miąższości 3,5—4,5 m. W otworze OG-10 jest to 2,3 m warstwa żwirów z piaskiem, 0,7 m warstwa gliny piaszczystej żółtawordzawej oraz 0,6 m warstwa ciemnożółtego piasku gliniastego (fig. 3). W otworach OG-5 i OG-4 w spągu tej serii leży 0,6—0,7 m piasków różnoziarnistych barwy ciemnożółtej, 0,5—0,9 m warstwa gliny pylastej barwy żółtej przykrytej warstwą piasku średnioziarnistego z domieszką żwiru z otoczkami piaskowców i kwarców (5—9%), o miąższości 1,5—1,8 m, które w stropie tej serii przechodzą w piaski gliniaste barwy ciemnożółtej lub rdzawożółtej (otwór OG-4, fig. 2, 4).

Całą powyższą serię o łącznej miąższości od 6—10 m przykrywają młodsze osady plejstoceniowe, na które składają się różnego rodzaju gliny, pyły a niekiedy piaski. Miąższość tych osadów wynosi od 22 m w otworze OG-4 do 6 m w otworze OG-10 (fig. 2) i maleje ona dość szybko w kierunku współczesnej osi doliny (fig. 3, 4).

Podane profile osadów rzecznych (żwirów i otoczek), z otworów wiertniczych OG-4, OG-5 i OG-10 oraz wysokość ich cokołów skalnych wykazują dużą analogię litostratygraficzną i wysokościową do osadów opisanych przez Klimaszewskiego (1948) i Książkiewicza (1951), z Fry-

drychowic koło Wadowic oraz z rejonu Woźnik i zaliczanych do zlodowacenia krakowskiego. Tworzą one poziomy terasowe o wysokości 15—35 m, występujące na cokołach skalnych wysokości 10—15 m w stosunku do poziomu rzeki, a ich akumulację wyżej wymienieni autorzy wiążą z okresem nasuwania się lądolodu krakowskiego. Są to żwirry rzeczne składające się wyłącznie z otoczków skał fliszowych, a lokalnie w rejonie Wadowic przechodzą w osady zastoiskowe. W profilu stratygraficznym występują następnie utwory morenowe przykryte w rejonie Woźnik i Wadowic żwirami mieszanymi fliszowo-erratycznymi. Tak wysokie zasypanie w tamtym rejonie można tłumaczyć występowaniem stożków napływowych. Podobnie w rejonie Gór Kęckich na zachód od omawianego obszaru Jahn (1952), oraz w rejonie Wilamowic Konior (1939) stwierdzili żwirry rzeczne wyłącznie fliszowe przykryte moreną.

Brak w opisywanych profilach wiertniczych oraz odsłonięciach utworów morenowych z materiałem północnym można tłumaczyć zniszczeniem moreny po ustąpieniu lądolodu, zwłaszcza w bliskim sąsiedztwie doliny oraz na wąskich garbach wododzielnych. Pojedyncze głązy narzutowe zostały napotkane jedynie na północ od Graboszyca.

Związek między działaniem erozji a późniejszym przemieszczaniem osadów glacialnych w wielu dolinach rzek karpackich stwierdził Dudziak (1961), dlatego też nawiercony w otworze OG-10 blok granitowy mógł zostać przemieszczony w tak niskie położenie w wyniku późniejszej erozji i denudacji. W świetle powyższych danych stwierdzenie Stupnickiej (1963), że osady ze zlodowacenia krakowskiego znajdują się poniżej współczesnego koryta Skawy nie zdają się być całkowicie uzasadnione. W przypadku nawierconego bloku granitowego nie posiadamy wystarczających danych do określenia, czy jest to eratyk czy egzotyki karpacki.

Na zachowanych osadach rzecznych z początku glacjału krakowskiego osadziły się różnoziarniste piaski zawierające w stropie materiał żwirowy z pojedynczymi otoczkami piaskowcowymi i kwarcowymi oraz gliny. Akumulację tę można wiązać z okresem recesji lądolodu. Omawiane osady mogą pochodzić z rozmycia gliny zwałowej lub też z niszczenia skał podłoża (np. zlepieńce warstw grodziskich). Utwory piaszczyste ze żwirami mogą odpowiadać również tak zwanym żwirom mieszanym.

INTERGLACJAŁ WIELKI (MAZOWIECKI)

W okresie tym charakterystyczna jest dla omawianego obszaru przede wszystkim faza erozyjna. Rozpoczęła się ona bezpośrednio po glacjale, który pozostawił glinę zwałową. W tym długim okresie plejstocenu zostały prawie całkowicie usunięte osady glacialne, a tylko ich reliktove płyty mogły zachować się w obrębie szerokich, spłaszczonych garbów wododziałowych w postaci zredukowanych płatów gliny zwałowej oraz

pojedynczych głazów narzutowych. Z dna doliny Skawy zostały usunięte utwory czwartorzędowe, a rzeka ponownie rozcięła podłoże fliszowe na głębokość co najmniej 6,5 m. Wytworzone w tym okresie dno doliny znajdowało się 2,0—5,0 m ponad współczesnym korytem Skawy (fig. 3, 4). Jedyne przy jej zboczach utrzymywały się miejscami drobne płyty starszych osadów czwartorzędowych. Osadami, które można zaliczyć do omawianego okresu, są warstwy iłu, mułków i gliny próchnicznej mogącej stanowić kopalny poziom glebowy, które stwierdzono w otworze OG-4 na głębokości 19,1—22,0 m, w otworze OG-10 na głębokości 4,3—4,7 m a także w otworze OG-1 na głębokości 5,6—7,8 m. Występują one na zwietrzałym stropie osadów zaliczanych do zlodowacenia południowopolskiego, wykształconym w postaci poziomu glin lub piasków barwy rdzawożółtej. Według wielu autorów pewnego rodzaju wskaźnikiem diagnostycznym dla kopalnych gleb interglacjalnych może być występowanie poziomu zabarwionego związkami żelaza oraz nagromadzeniem części ilastych. Podobny poziom wietrzeniowy zabarwiony związkami żelaza w stropie osadów zaliczanych do zlodowacenia krakowskiego stwierdził Jahn (1952) w Górach Kęckich. Natomiast Oszczytko i Tomasz (1976) poziomy wzbogacone w związki żelaza, występujące w marglach senońskich zapadliska przedkarpacciego, uznali za kopalne strefy wahań zwierciadła wód gruntowych. Poziomy te jako korelacyjne wykorzystane zostały przez wymienionych autorów do rekonstrukcji paleoreliefu.

ZLADOWACENIE ŚRODKOWOPOLSKIE

Na cokołach skalnych o wysokości 2,0—5,0 m, leży zespół osadów, które autorzy wiążą z okresem zlodowacenia środkowopolskiego. Zostały one stwierdzone w otworach wiertniczych OR-3, OR-6, OR-6a, OR-9, OG-6 (fig. 2). Zachowały się one głównie na omawianym odcinku doliny po stronie lewej, natomiast na prawym zboczu zostały stwierdzone jedynie we fragmentach (fig. 6). Osady te składające się ze żwirów z otoczkami o miąższości 2,3—5,5 m, tworzą w profilu poprzecznym doliny jeden wyraźny poziom akumulacyjny wznoszący się średnio 6—7 m nad poziom rzeki. Zawartość żwiru wynosi do 80%, otoczek 10—20%, a resztę stanowi frakcja piaszczysta (fig. 7). Otoczki są dobrze obtoczone, barwy ciemnoszarej o średnicy od 4—6 cm. Na żwirach leży kompleks gliny i ilów o miąższości 1,7—5,3 m, barwy jasnoszarej i brązowoszarej. Są to prawdopodobnie osady facji powodziowej (fig. 6). W niektórych miejscach w poziomie tej terasy, powyżej serii żwirowej zalegają osady z dużą domieszką części organicznych osadzone najprawdopodobniej w starorzeczach (fig. 3, 4). Otoczki i żwiry rzeczne wraz z nadległymi osadami gliniasto-ilastymi, zarówno w profilach poprzecznych, jak i podłużnym (fig. 3, 4 i 5), tworzą jeden wyraźny poziom akumulacyjny wznoszący się średnio 11—12,5 m nad poziom rzeki.

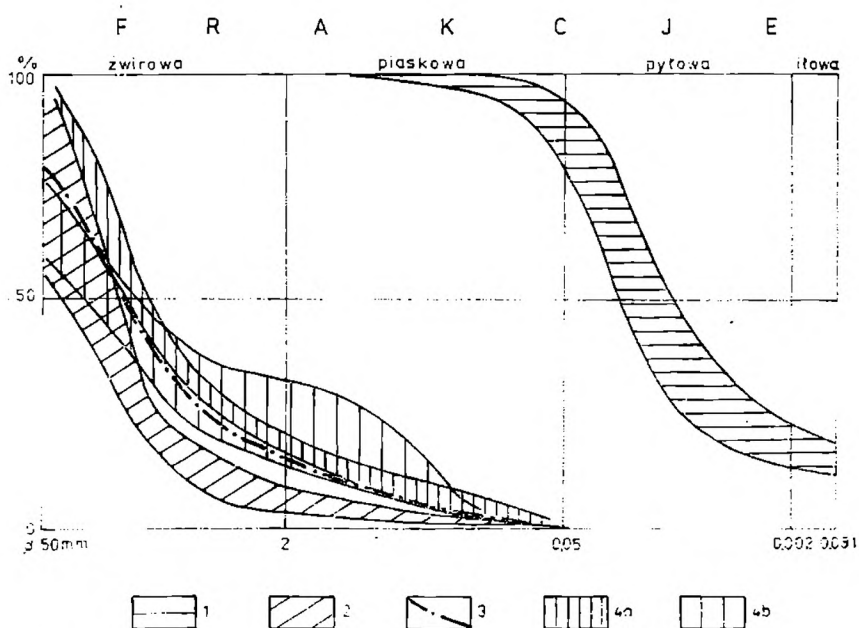


Fig. 7. Skład uziarnienia utworów plejstocenijskich. 1 — wykres przedziału składu ziarnowego lessów i utworów lessopodobnych; 2 — wykres przedziału składu ziarnowego osadów rzecznych z okresu zlodowacenia północnopolskiego (otwory OG-7 i OG-2); 3 — krzywa składu ziarnowego osadów rzecznych z okresu zlodowacenia środkowopolskiego (otwór OG-6); 4 — wykres przedziału składu ziarnowego osadów rzecznych z okresu zlodowacenia południowopolskiego: a — osady bez otoczków kwarcowych (otwory OG-4 i OG-5), b — osady z otoczkami kwarcu (otwór OG-10)

Fig. 7. Granulometry of Pleistocene deposits. 1 — loesses and loess-like deposits; 2 — Alluvial deposits from the Baltic Glaciation (boreholes OG-7 and OG-2); 3 — Alluvial deposits from the Middle Poland Glaciation (bore-hole OG-6); 4 — Alluvial deposits from the Cracovian Glaciation; a — deposits without quartz pebbles (bore-holes OG-4 and OG-5), b — deposits with quartz pebbles (bore-hole OG-10).

Na opisanych wyżej osadach leżą dwudzielne gliny pylaste lessopodobne, niekiedy piaszczyste, w dolnej części barwy szarej przechodzącej górze w lessy i utwory lessopodobne barwy żółtej. Skład ziarnowy tych glin przedstawia się następująco: frakcja iłowa 8—20%, frakcja pyłowa 60—90%, frakcja piaskowa 3—30% (fig. 7), są to więc osady odpowiadające pod względem granulometrycznym lessom. Omawiane wyżej osady leżą w poziomie tzw. „terasy średniej” o wysokości 8—14 m, i przykrytej lessem, wydzielonej na omawianym obszarze przez Klimaszewskiego (1948) i Książkiewicza (1951). Klimaszewski (op. cit.) przyjmuje, że terasa ta jest w całości akumulacyjna, a jedynie w górnym (beskidzkim) odcinku ma ona cokół skalny o wysokości 5 m. Na podstawie nowych danych uzyskanych z wierceń autorzy uważają, że opisane wyżej osady tworzące terasę akumulacyjną, a uważane przez Klimaszewskiego (op. cit.) i Książkiewicza (op. cit.) za środkowopolskie, są młodsze. Natomiast osady rzeczne występujące na cokole skalnym o wysokości 2,0—5,5 m są według autorów wieku środkowopolskiego. Obniżanie się podłoża skalnego w kierunku współczesnego dna doliny Skawy wskazuje, że omówiona seria osadów rzecznych nie powstała pod-

czas jednorazowego zasypania. Poszczególne partie osadów mogą odpowiadać kolejnym stadiom tego okresu. Opisane wyżej osady fluwialne budują terasy kopalne z okresu zlodowacenia środkowopolskiego, które przykryte są glinami pylastymi o miąższości do 16 m. Omawiane osady odpowiadają raczej drugiej części zlodowacenia środkowopolskiego — stadiowi Warty. Osady z pierwszej części zlodowacenia środkowopolskiego zostały natomiast zerodowane i musiały im odpowiadać wyższa akumulacja. Z tym okresem można by wiązać osady stwierdzone w otworze OR-10.

Opisanym osadom rzeczonym odpowiadają na starszych poziomach terasowych gliny pylaste i pyły barwy szarej o nieznacznej miąższości, występujące pod glebą kopalną a zaliczaną do interglacjału eemskiego, które stwierdzono w otworach OG-1 i OG-4.

U schyłku glacjału następuje wzmożenie erozji i w osadach wiązanych z glacjałem środkowopolskim zostają wycięte rynny erozyjne o różnej głębokości, sięgające podłoża skalnego (fig. 3, 6).

Interglacjał eemski

Po zlodowaceniu środkowopolskim, na obszarze Polski południowej zachodzą zmiany biegu współczesnych rzek (Mojski, Rühle, 1965). W okresie tym ulega zmianie przebieg działu wodnego, między Odrą i Wisłą. Skawa wraz z Sołą, Przemszą i górną Wisłą, w starym układzie należąca do dorzecza Odry, po zlodowaceniu środkowopolskim w nowym układzie przeszła do dorzecza Wisły (Kotlicka 1969). Starkel (1972) przyjmuje natomiast, że zmiana działu wodnego między Wisłą a Odrą zaszła wcześniej.

Na omawianym odcinku doliny Skawy okres interglacjału eemskiego zaznaczył się bardzo intensywną erozją. W tym okresie następuje usunięcie starszych osadów plejstocenijskich oraz wcinanie się rzeki i pogłębienie dna doliny na głębokość od 0 do 4 m poniżej obecnego poziomu rzeki. Głębokość wcięcia w podłoże w stosunku do spągu osadów z glacjału środkowopolskiego wynosi nie mniej niż 6 m. Powierzchnia dna skalnego jest nierówna, a deniwelacje dochodzą do 4 m, co wskazuje na intensywnie pogłębienie dna doliny.

W tym okresie, w rynnach wyciętych w starszych poziomach terasowych osadzają się utwory organiczne. W otworze OR-8 bezpośrednio na podłożu fliszowym pod pylastymi glinami żółtymi i żółtoszarymi oraz pyłami szarymi i iłem na głębokości 22,7—24,1 m stwierdzono warstwę torfu barwy brunatnej („mułki torfowe” według Tokarskiego 1966), zawierającą 40% części organicznych. Omawiane osady organiczne powstały najprawdopodobniej w starorzeczu wyciętym w osadach zlodowacenia środkowopolskiego. Zostały one osadzone po okresie dosyć intensywniej erozji, którą można wiązać ze schyłkiem glacjału lub począ-

tkiem interglacjału. Na podstawie położenia torfu, którego spąg leży około 5 m n.p. rzeki, można te osady organiczne porównać z podobnymi, osadami z Wadowic i Zatora, których wiek określono na starszy od 40 000 lat na podstawie oznaczeń ^{14}C i wiązano z okresem interstadiału brørup (Środoń, Starkel, 1961; Sobolewska, Starkel, Środoń, 1964; Koperowa, Środoń 1965). Sytuacja geologiczna osadów organicznych stwierdzonych w otworze OR-8 wskazuje, że mogą one być zaliczone do interglacjału eemskiego.

Również na osadach glacjału środkowopolskiego wytworzył się następny poziom glebowy prawdopodobnie w interglacjale eemskim, reprezentowany przez gliny próchniczne szare o miąższości 0,5—0,75 m stwierdzone w otworach OR-6 na głęb. 11 m, OR-6a na głęb. około 10 m, OG-1 na głęb. 5 m, OG-6 poniżej 10 m, oraz OG-4 na głęb. około 16 m. Osady te na prawym zboczu doliny przykryte są trzema seriami glin szarych, żółtoszarych i żółtymi glinami pylastymi lessopodobnymi.

Złodowacenie północnopolskie (bałtyckie) i holocen

Na omawianym terenie do okresu złodowacenia północnopolskiego zaliczone zostały osady żwirowo-piaszczyste występujące na zróżnicowanym podłożu skalnym leżącym na głębokości od 0—4 m poniżej współczesnego poziomu rzeki. Osady tego zespołu zostały stwierdzone otworami OG-2, OG-7, OR-4, OR-5, OR-5a, OR-5b oraz w wychodniach. Na nierówno zerodowanym podłożu fliszowym leży kompleks żwirów i piasków o miąższości 9,5 m do ponad 12,0 m, tworzący wyraźny poziom akumulacyjny o wysokości 8,5 m—11,5 m w stosunku do poziomu Skawy. Terasa ta jest w całości akumulacyjna. Budują ją otoczaki piaskowca drobno- i średnioziarnistego barwy szarej, dobrze obtoczone, stanowiące od 30—50%, żwiry od 40—59% oraz piaski od 3—10% (fig. 7). W stropie leżą piaski gliniaste o miąższości od 0,4—0,8 m, przykryte przeważnie glinami i lessami barwy żółtej o miąższości 4,3—7,5 m (fig. 3 i 4).

Opisane wyżej osady budują tzw. „terasę średnią”, której powstanie wiąże Klimaszewski (1948) i Książkiewicz (1951), z okresem złodowacenia środkowopolskiego. Terasy niektórych rzek karpackich, które Klimaszewski (1948) zaliczał do złodowacenia środkowopolskiego, są według Środonia (1952) wieku bałtyckiego, co autor ten dokumentuje danymi paleobotanicznymi.

W otworze OG-7 na osadach żwirowo-piaszczystych stwierdzono 1,2 m warstwę gliny barwy jasnobrązowej zawierającą części organiczne (około 5%) mogące być namułami osadzonymi w starorzeczu. W podobnej sytuacji geologicznej występują osady organiczne w rejonie Zatora, datowane na okres interstadiału brørup (Koperowa i Środoń 1965), którym

mogą odpowiadać osady stwierdzone w otworze OG-7. Ta miąższa seria żwirów została więc osadzona u schyłku interglacjału i początku glacjału bałtyckiego, natomiast osady złożone na żwirach reprezentują pozostałą część glacjału bałtyckiego. Tak duża akumulacja żwirów, większa niż w poprzednim glacjale mogła być związana z podniesieniem bazy erozyjnej, wynikłej ze zmiany działu wodnego Wisły i Odry w interglacjale.

Prawdopodobnie w okresie interstadiału brørup rozpoczyna się erozja, w której wyniku następuje rozcięcie i erozja żwirów osadzonych z początkiem glacjału. Trudno w tej chwili określić czas trwania tej erozji. Starkel (1972) przyjmuje również, że z początkiem tego interstadiału na przedpolu gór rozpoczęło się pogłębianie koryt rzecznych.

W okresie sedymentacji żwirów, na wyższych, starszych terasach osadzają się lessy i utwory lessopodobne barwy szarej o różnej miąższości. Zauważa się pewną konsekwencję po lewej stronie Skawy, polegającą na tym, że miąższość tych osadów zmniejsza się od zbroczy w kierunku współczesnej osi doliny. Osady te zostały stwierdzone między innymi w otworach OR-8, OR-7, OR-6, OR-5b, OG-6 (fig. 2, 3, 4, 6), przy czym w otworach OR-7 i OR-8 lessy leżą na prawie 5 m warstwie łu lub glin ilastych, osadzonych najprawdopodobniej na początku zlodowacenia. Prawdopodobnie również z tym okresem można wiązać podobnie wykształcone osady nawiercone w otworze OG-1 na głębokości 4,1—4,60 leżące na glinach próchnicznych wiązanych z interglacjałem eemskim, a oddzielone od nadległych osadów lessowych 25 cm warstwą glin barwy rdzawej. Po prawej stronie doliny osady tego wieku mogą odpowiadać utworom nawierconym w otworze OG-4 na głębokości od 9—15,20 m wykształconym w postaci warstw piasku, glin pylastych, pyłu piaszczystego, leżącym na glinie pylastej próchnicznej oraz na ile z interglacjału eemskiego. Podobnie jak w otworze OG-1 od górnej części profilu oddzielają je wkładki gliny barwy rdzawożółtej. Tokarski (1966) spągową partię jasnoszarego lessu, która wyraźnie odcina się od górnej partii szarozółtej i żółtej, wiąże z odbarwieniem przez wody gruntowe. Barwa ta mogła również powstać w inny sposób. Na przykład mogły to być lessy osadzone w warunkach dużej wilgotności. Wyraźna granica między lessami szarymi a żółtymi pozwala przyjąć, że są to osady różnowiekowe.

Gliny żółte od szarych rozdzielają wyraźnie stwierdzone w wierceniach poziomy nieciągłości, którym można również przypisać wiek interstadiału brørup. Wiekowo nawiązują one do osadów stwierdzonych w otworze OG-7. W otworze OG-6 gliny pylaste szare od nadległych lessów barwy żółtej oddziela 1,5 m warstwa glin próchnicznych. Natomiast w otworach OG-1 na głębokości około 4 m i OG-4 na głębokości 8,3—9 m występują warstwy barwy rdzawożółtej świadczące o przerwie akumulacji lessowej.

Po wytworzeniu się omówionych wyżej poziomów nieciągłości w ple-niglacjale zostają złożone pokrywy lessowe i osady lessopodobne barwy żółtej i żółtoszarej, zarówno na osadach ze starszych okresów plejsto-cenu, jak i osadach rzecznych z początku zlodowacenia północnopol-skiego. Prawdopodobnie zostały one złożone w okresach suchych. W wie-lu profilach można zauważyć oznaki dwudzielnosci, a czasem nawet bar-dzo cienkie przewarstwienia pyłami jasnoszarymi oraz zmianę barwy.

P ó ż n y g l a c j a ł i h o l o c e n

Po okresie erozji wiązanej przez autorów z interstadiem brørup nie zaznaczają się w obrębie omawianego odcinka doliny wyraźniejsze okre-sy erozji i akumulacji, które by zostawiły jakieś formy lub osady. Jedy-nie na zboczach, wzniesieniach i terasach osadzają się lessy i utwory lessopodobne, a w dnie doliny utwory rzeczne.

Dno doliny wypełniają utwory o miąższości 6—7 m, odpowiadające terasie rędzinnej Klimaszewskiego (1948), których strop leży na wyso-kości 3—5 m nprz. Spąg tych utworów położony jest na głębokości 3,5—4,5 m poniżej poziomu rzeki. Omawiane osady zostały stwierdzone utworami OG-3, OG-8 i OR-11. Można je rozdzielić na poziom dolny i górny.

Na ogół, na skałach podłoża leży tu il piaszczysty, zielonawoszary, o miąższości około 0,6 m. Na nim leżą otoczaki piaskowców drobnoziarni-tych, które stanowią od 26—50%, oraz żwiry (30—60%) i piaski. Wśród żwirów występują niekiedy wkładki ciemnoszarej gliny piaszczystej o miąższości 0,3 m (OR-11). Miąższość całego kompleksu wynosi około 5 m. Wyżej występuje czasami warstwa piasku średniego miąższości około 0,4 m. Nad piaskiem leżą gliny pylaste barwy beżowej lub żółto-brązowej o miąższości od 0,3—1,8 m, z pojedynczymi żwirami. Spągowa seria żwirów jest prawdopodobnie wieku bałtyckiego natomiast w stro-pie są to już osady holocenijskie facji powodziowej.

W utwory terasy rędzinnej włożone są najmłodsze osady budujące zalewową terasę łęgową i kamieniec. Osady te tworzą otoczaki i żwiry piaskowcowe oraz piaski i gliny.

Dna dolin bocznych dopływów Skawy budują przeważnie gliny alu-wialne barwy czarnej, z dużą ilością materii organicznej, leżące w wielu miejscach bezpośrednio na podłożu trzeciorzędowym i przechodzące ku zboczom w deluwia.

Na prawym zboczu doliny Skawy oraz Wieprzówki występują miej-scami osady koluwiów osuwiskowych, zbudowane głównie z osuniętej pokrywy lessowej (Tokarski, 1966).

PODSUMOWANIE

Na omawianym obszarze zostało stosunkowo dokładnie rozpoznane zróżnicowanie litologiczne osadów czwartorzędowych wypełniających dolinę Skawy. Stwierdzono, że występują tutaj cztery systemy terasowe mające odrębne cokoły skalne. Spowodowane to zostało zmianami warunków klimatycznych w plejstocenie oraz ruchami neotektonicznymi.

Najstarsza terasa wiązana z okresem preglacjalnym występuje na cokole skalnym o wysokości 22 m (fig. 6). W interglacjale poprzedzającym zlodowacenie południowopolskie nastąpiło rozcięcie. Erozyjne dno doliny z tego interglacjału leży na wysokości 12,5—14 m nad poziom rzeki (fig. 5, 6). Transgresję lądolodu poprzedziła akumulacja żwirów, których miąższość wynosi ponad 6 m. Wiek tych żwirów został jednoznacznie udokumentowany osadami glacialnymi zalegającymi na tych żwirach we Frydrychowicach koło Wadowic przez Klimaszewskiego (1948). Lądolód pozostawił morenę denną z głazami, która zachowała się jedynie w postaci zredukowanych płytów, rezydium lub pojedynczych eratyków. Na badanym terenie osady lodowcowe zostały prawie zupełnie zniszczone w następnych okresach plejstocenu.

Interglacjał wielki (mazowiecki) był okresem rozcinania i usuwania złożonych wcześniej osadów. Erozja ta osiągnęła wysokość 2,0—5 m nad poziom obecnego koryta rozcinając podłoże fliszowe na głębokość 6,5—8,5 m w stosunku do dna z poprzedniego interglacjału. Okres zlodowacenia środkowopolskiego zaznaczył się akumulacją o charakterze klimatycznym, w którym powstała dwudzielna terasa o wysokości 11—12 m (fig. 5). Spąg jej budują otoczaki, żwiry i piaski tworzące jeden wyraźny poziom akumulacyjny wznoszący się średnio 6—7 m nad poziom rzeki. Leżą one na nierównym cokole skalnym (fig. 3, 4, 6) i przykryte są glinami i iłami. W osadach tych zostały wycięte starorzecza prawdopodobnie już pod koniec zlodowacenia środkowopolskiego.

W interglacjale eemskim nastąpiło dalsze pogłębienie doliny w podłożu przedczwartorzędowym. Rzeka wcięła się na głębokość od 0 m do ponad 4 m poniżej współczesnego poziomu rzeki. Równocześnie w okresie tym we wcześniej wyciętych starorzeczach osadzają się torfy.

Okres ostatniego zlodowacenia zaznaczył się na omawianym odcinku doliny wzmoczoną akumulacją. Pogłębiona uprzednio dolina Skawy została zasypana żwirami z otoczakami i piaskami, które osiągnęły miąższość od 9,5 m do ponad 12 m. Tworzą one wyraźny poziom akumulacyjny o wysokości od 8,5—11,5 m, przy czym zarówno miąższość osadów, jak i wysokość cokołu terasy rośnie z biegiem rzeki, co jest najprawdopodobniej związane ze zróżnicowanymi ruchami neotektonicznymi (fig. 5). Miąższość osadów żwirowych ostatniego zlodowacenia jest większa, a ich strop leży wyżej niż strop osadów z poprzedniego glaciału. Leży on średnio 2—3 m ponad osadami żwirowymi ze zlodowacenia środkowo-

polskiego (fig. 5). Dno doliny zajmuje głównie terasa o wysokości 4—5 m, którą budują osady wieku zlodowacenia północnopolskiego i holocenijskie.

W holocenie na żwirach z pleniglacjału wypełniających dno doliny zostają osadzone gliny piaszczyste budujące strop terasy o wysokości 4—5 m, w którą zostają włożone młodsze terasy holocenijskie. Klimaszewski (1948) i Książkiewicz (1951) przypisywali tzw. „terasie średniej” wiek środkowopolski, a terasę o wysokości 4—5 (tzw. „rędzinną”) wiązali z okresem zlodowacenia północnopolskiego. Natomiast Środoń (1952) obydwie terasy uważa za młodsze (północnopolską i holocenijską). Według interpretacji Tokarskiego (1966) przyjęcie wieku północnopolskiego dla terasy „średniej” Klimaszewskiego (1948) powoduje powstanie luki stratygraficznej spowodowanej brakiem osadów ze zlodowacenia środkowopolskiego, jeżeli nie odmłodzi się osadów terasy leżącej na cokole 10—15 m, a zaliczanej do zlodowacenia południowopolskiego. Posiadane materiały umożliwiły autorom niniejszego artykułu wyjaśnienie istniejących rozbieżności, co do wieku omawianych teras.

Uwzględniając zarówno wysokość cokołów skalnych, jak i miąższość akumulacji utworów żwirowych a także przykrycie tych utworów osadami gliniasto-pylastymi, autorzy wyróżnili w poziomie tzw. terasy „średniej” Klimaszewskiego (1948) dwie różnowiekowe terasy kopalne z okresów zlodowacenia środkowopolskiego i północnopolskiego.

Znacznie większa miąższość osadów żwirowych z ostatniego zlodowacenia może być wiązana ze zmianą bazy erozyjnej spowodowanej zmianą sieci hydrograficznej w okresie poprzedzającego interglacjału (Mojski, Rühle 1965) oraz w związku z obniżeniem się górnej granicy lasu w Karpatach (Starkel, 1972). Spowodowało to dostarczenie do koryta dużej ilości materiału, co było przyczyną miąższej akumulacji u brzegu Karpat.

Występowanie zróżnicowanych pod względem hipsometrycznym cokołów skalnych, na których leżą osady ze zlodowacenia środkowopolskiego i północnopolskiego, zdaje się być związane z przekształceniem dna doliny w okresach interglacjalnych. Stwierdzono tu wyraźną zależność — im bliżej zboczy doliny, tym bardziej rośnie wysokość cokołu, natomiast miąższość pokryw akumulacyjnych jednowiekowych teras rośnie w kierunku osi doliny (fig. 6). Szczególnie wyraźnie zaznacza się to przy terasie z okresu zlodowacenia środkowopolskiego.

Wielu autorów (Klimaszewski, 1948; Stupnicka, 1963; Klimek, 1972; Starkel, 1972) przyjmowało rozcięcie doliny Skawy przed zlodowaceniem południowopolskim aż do poziomu współczesnego koryta, a nawet poniżej. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono występowanie osadów rzecznych na cokołach skalnych wiązanych z kolejnymi zlodowaczeniami. Świadczy to o cyklicznym pogłębianiu doliny w młodszych okresach plejstocenu. Różni się to od dotychczas przyjętych poglądów, że osady ze zlodowacenia południowopolskiego mogły być złożone poni-

żej współczesnych koryt rzecznych. Osady te mogły być natomiast redeponowane na niższe poziomy.

W obrębie rozpoznanej części doliny Skawy stwierdzono występowanie na różnowiekowych poziomach teras plejstocénskich utworów pylasto-gliniastych o miąższości do 22 m. Górną część stanowią przeważnie lessy i utwory lessopodobne, wiązane przez autorów z ostatnim glaciałem, które dzielą się na dwie charakterystyczne różnowiekowe części — górną barwy żółtej oraz dolną barwy szarej. Rozdziela je poziom glin zabarwionych związkami żelaza lub poziom glin z częściami organicznymi (gleba). Powstanie tego poziomu odpowiada okresowi rozcinania żwirów osadzonych na początku zlodowacenia północnopolskiego. Charakterystyczną cechą jest również to, że na osadach fluwialnych z ostatniego zlodowacenia zalegają tylko lessy i utwory lessopodobne barwy żółtej (poziom górny), natomiast na osadach ze zlodowacenia środkowopolskiego występują co najmniej trzy poziomy utworów gliniasto-pylastych (fig. 3, 4, 6). Występowanie glin zawierających części organiczne na starszych terasach plejstocénskich wskazuje na istnienie poziomów glebowych, które rozdzielają osady pylaste. Powstanie tych osadów można wiązać z okresami interglacjalnymi.

Powiązanie przedstawionego przez autorów wyżej schematu stratygraficznego (fig. 6) z istniejącymi dotychczas schematami opracowanymi dla tej części Karpat przez różnych autorów jest stosunkowo łatwe, mimo istnienia rozbieżności.

Na omawianym obszarze zostały poznane i rozpoziomowane osady rzeczne. Opracowane przekroje w dostateczny sposób wyjaśniają rozwój doliny Skawy w czwartorzędzie. Wydaje się nie budzić wątpliwości rozpoziomowanie osadów rzecznych z okresu zlodowacenia środkowopolskiego i północnopolskiego. Również wydaje się, że ustalenie granicy między dolnym i górnym lessem i utworami lessopodobnymi jest jednoznaczne. Dalsze badania autorów pójdą w kierunku wyjaśnienia wieku osadów występujących na cokole skalnym o wysokości 22 m oraz wieku utworów pylasto-gliniastych i rozdzielających je poziomów glebowych.

Należy zaznaczyć, że przedstawione przez autorów zagadnienie stratygrafii osadów gliniasto — pylastych jest jedynie próbą wyodrębnienia poszczególnych ogniów stratygraficznych dla tego obszaru. Z braku bliższych danych, zagadnienie wieku poszczególnych poziomów pozostanie jeszcze ciągle problemem otwartym.

*Maszynopis nadesłano I 1979,
przyjęto do druku III 1979*

WYKAZ LITERATURY — REFERENCES

- Badak J., Bober L., Gierat-Nawrocka D., Michalik A., Nowak W., Oszczytko N. (1962), Dokumentacja geologiczno-inżynierska dorzecza Skawie dla założeń projektowych. Archiwum Instytutu Geologicznego, Kraków.
- Dudziak J. (1961), Głazy narzutowe na granicy zlodowacenia w Karpatach Zachodnich (Erratic boulders at the boundary of glaciation in the Western Carpathians). *Pr. geol. PAN*, 5: 3—55.
- Dzierwa K., Łukaszek R., Pauli J. (1965), Dokumentacja geologiczno-inżynierska do projektu koncepcyjnego zbiornika podstawowego na rzece Skawie dla alternatyw w Świnnej Porębie i Grodzisku. Archiwum PGBW „Hydrogeo”, Kraków.
- Jahn A. (1952), Profil utworów plejstocenijskich w Górach Kęckich koło Kęt (The profile of the Pleistocene in Góry Kęckie near Kęty — Carpathians). *Państw. Inst. Geol. Biul.*, 65: 467—478.
- Klimek K. (1972), Kotlina Raciborsko-Oświęcimska. *Geomorfologia Polski t. 1*: 116—134.
- Klimaszewski M. (1948), Polskie Karpaty Zachodnie w okresie dyluwialnym. *Pr. Wrocław. Tow. Nauk.*, B. 7: 1—233.
- Klimaszewski M. (1952), Zagadnienia plejstocenu południowej Polski (The problems of the Pleistocene in Southern Poland). *Państw. Inst. Geol. Biul.*, 65: 137—268.
- Klimaszewski M. (1967), Polskie Karpaty Zachodnie w okresie czwartorzędowym. *Czwartorzęd Polski*, 431—492.
- Konior K. (1939), O występowaniu warstw interglacjalnych w Wilamowicach. (Sur les Couches interglaciaires a Wilamowice). *Starunia* 18: 1—7.
- Koperowa W., Środoń A. (1965), Pleniglacial deposits of the last glaciation at Zator. *Acta paleobot.*, 6:
- Kotlicka G. N. (1969), Uwagi o paleogeografii dolnego odcinka pradoliny Przemszy. (On the Paleogeography of the Lower Part of the Drainage Channel of the Przemsza River). *Inst. Geol. Biul.*, 220: 325—346.
- Książkiewicz M. (1951), Objaśnienia do mapy geologicznej, arkusz Wadowice. 1—266.
- Książkiewicz M. (1972), Karpaty. Budowa Geologiczna Polski. T. IV. Tektonika cz. 3: p. 196.
- Miecznik J., Tokarski A. (1966), Wyniki badań elektrooporowych w rejonie Grodziska i Graboszyc. *Prz. geol.*, 14, p. 125—131.
- Mojski J., Rühle E. (1965), Atlas geologiczny Polski, zagadnienia stratygraficzno-facialne, zeszyt 12 — Czwartorzęd. (Geological atlas of Poland stratigraphic and facial problems, Fasc. 12 — Quaternary).
- Monkiewicz J., Nowicka D. (1973), Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla studium przedprojektowego zbiornika na rzece Skawie, alternatywa „Grodzisko”. Archiwum PGBW „Hydrogeo” Kraków.
- Oszczytko N., Tomasz A. (1976), Przedtortonńska rzeźba Przedgórze Karpat między Krakowem a Dębicą oraz jej wpływ na sedymentację miocenu. (Pre Tortonian relief of the Carpathian Foreland between Kraków and Dębica and its effect on Miocene sedimentation). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 46: 525—548.
- Sobolewska M., Starkel L., Środoń A. (1964), Młodoplejstocenijskie osady z florą kopalną w Wadowicach (Late-pleistocene deposits with fossil flora at Wadowice — West Carpathians), *Folia Quater.*, 16: 1—64.
- Starkel L. (1972), Karpaty Zewnętrzne. *Geomorfologia Polski. T. I*: 52—110.
- Stupnicka E. (1963), Utwory czwartorzędowe w dolinach górnej Wisły i Soły —

- Karpaty (Quaternary deposits in the Upper Vistula and Soła Valleys — Carpathians). *Biul. geol. UW*, 3: 184—256.
- Szaflarski J. (1931), Z morfologii doliny Skawy i górnej Raby. (Sur la morphologie de la vallée de la Skawa et de la Raba Superieure). *Wiad. Służby geogr.*, 5: 104—157.
- Ślęczka A. (1973), Wyniki badań odwiertów w rejonie Grodzisko-Graboszyce. Maszynopis w archiwum PGBW „Hydrogeo” w Krakowie.
- Śröder A. (1952), Ostatni glacjał i postglacjał w Karpatach. (Last glacial i Postglacial in the Carpathians). *Państw. Inst. Geol. Biul.*, 67: 27—75.
- Śröder A., Starkel L. (1961), Pleistocene floras in the river-system of the Upper Vistula (K-5). VI-th INQUA Intern. Congress. *Poland Guide-Book of Excursion* p. III: 74—81.
- Tokarski A. (1966), Osady czwartorzędowe w dolinie Skawy. (Cross section through the Quaternary deposits in the Skawa Valley at the Wieprzówka outlet). *Kwart. geol.*, 10, 3: 851—859.

SUMMARY

The pre-Quaternary basement is composed of Flysch rocks belonging to the sub-Silesian unit, as well as of Miocene deposits (Moravian-Badenian). Four separate socles, overlaid by alluvial deposits from different Pleistocene periods, are cut in pre-Quaternary sediments. The authors attribute the uppermost terrace, with a socle 22 m above river level, to the Preglacial period. In the interglacial preceding the Cracovian Glaciation there is a cutting down to 12.5—14 m above river level. Gravels and sands related to the Cracovian Glaciation, overlaid by glacial sediments, are deposited on this socle. In the Great Interglacial (Mazovian) there is a cutting down to 2.5—5 m above river level. Gravels, as well as sands, loams and clays are accumulated on the latter socle; they form an 11—12 m terrace whose age is attributed by the authors to the Middle-Poland Glaciation. In the Eemian Interglacial the river split up its own deposits and cut down into the pre-Quaternary basement at a depth of 0—4 m above the contemporary river level. At the same time peat was deposited in the previously cut-down dead channels. The period of the last glaciation was characterized by an intensified accumulation. The formerly deepened valley was filled up with gravels and sands 9.5—12.0 m thick. The latter sediments constitute an 8.5—11 m terrace; at the same time, both the thickness of the deposits and the height of the socle increase downstream, this phenomenon being connected with diversified neotectonic movements. The floor of the valley is occupied by a 4—5 m accumulation terrace whose bottom consists of sediments from the Baltic Glaciation, overlaid by Holocene deposits. Younger infilling terraces of the Holocene age are put into the former terrace.

The occurrence of alluvial deposits on rock socles connected with

consecutive glaciations provides evidence for a cyclic deepening of the valley in later Pleistocene periods. The above assumption is not consistent with the hitherto accepted opinion that sediments from the Cracovian Glaciation might be deposited on or below the level of the contemporary Skawa river bed.

Within the investigated part of the Skawa valley there were found silty-loamy and sandy deposits whose thickness amounted to 22 m. In the upper part they are mainly yellow loesses and loess-like deposits, overlying grey loess sediments. They are divided by a distinct horizon of loams coloured with iron compounds or a horizon of loams containing organic remains, which are connected with the Brørup Interstadial. This horizon can be correlated with stratigraphic organic deposits which overlie gravels from the last glaciation, found both in the investigated area and north of it, in Zator (Koperowa, Środoń, 1965).

It is also noteworthy that alluvial deposits of the last glaciation are overlaid by yellow loesses and loess-like sediments only. On the other hand, however, earlier Pleistocene sediments are found to be overlaid by loamy-silty deposits, divided by two loam horizons containing organic remains. They may correspond to soil horizons of an Interglacial age (Mazovian-Emian), attributed to them by the authors.

Translated by E. Smolak.