

UTWORY CZWARTORZĘDOWE POGÓRZA ROŻNOWSKIEGO W KARPATACH ZACHODNICH

UKD 551.79(438—924.51)

Utwory czwartorzędowe doliny Dunajca budziły zainteresowanie geologów i geomorfologów począwszy od schyłku ubiegłego stulecia. V. Uhlig (38) wydzielał aluwia „dyluwium terasowe” lessy oraz głązy eratyczne. W. Szajnocha (36) opisał z doliny Łososiny profil utworów plejstocenijskich w Jakubkowicach. Utwory czwartorzędowe doliny Dunajca między Tropiem a Kurowem były przedmiotem opracowań S. Sokołowskiego (29, 30), który wydzielał aluwia rzeczne, gliny tarasowe, gliny stokowe oraz piaski glacialimiczne. Szczegółową charakterystykę różnowiekowych pokryw rzecznych doliny Dunajca zawierają prace M. Klimaszewskiego (11—13, 15). Autor ten wysunął hipotezę o wysokim zasypaniu doliny podczas zlodowacenia południowopolskiego. W tym czasie, na przedpolu lądolodu miały powstać serie żwirów „mieszanych”, złożonych z materiału lokalnego (fliszowego) i skandynawskiego. Ponad tarasami z pokrywą żwirów mieszanych miały się zachować starsze serie żwirów, paralelizowane ze zlodowaczeniem gūnz, a poniżej — dwa tarasy z glacialów środkowopolskiego i północnopolskiego oraz dwa tarasy holocenijskie.

Rozmieszczenie głązów eratycznych w rejonie Czchowa, Iwkowej, Piasków Drużków i Witowic opisał szczegółowo J. Dudziak (8). Utwory czwartorzędowe w przełomie Dunajca u ujścia Smolnika omówił H. Kozikowski (21), wydzielając trzy tarasy plejstocenijskie i dwa holocenijskie. Analizy petrograficzne różnowiekowych serii żwirów w rejonie Witowic przeprowadziła M. Kucharska-Słupikowa (22). Ogólną charakterystykę geomorfologiczną zawierają prace M. Klimaszewskiego (14) oraz L. Starkla (16, 34, 35). Wykształcenie czwartorzędowych utworów rzecznych doliny Dunajca między Dąbrową a Tabaszową omówił W. Zuchiewicz (41—43) wydzielaając 8 tarasów plejstocenijskich i trzy poziomy holocenijskie.

Utwory eoliczne i deluwialne w południowej części Pogórza Rożnowskiego scharakteryzowali J. Butrym i W. Zuchiewicz (6) oraz W. Zuchiewicz (44), uwzględniając wyniki oznaczeń wieku metodą termoluminescencyjną. Rezultaty analiz malakologicznych pokryw lessopodobnych przedstawili S.W. Alexandrowicz i W. Zuchiewicz (1, 2).

Aktywne osuwiska na zboczach doliny Dunajca w rejonie Gródka były przedmiotem badań B. Bargielewicz (3), a szczegółową charakterystykę procesów osuwiskowych na obszarze całego Pogórza Rożnowskiego zaprezentował T. Ziętara (39, 40).

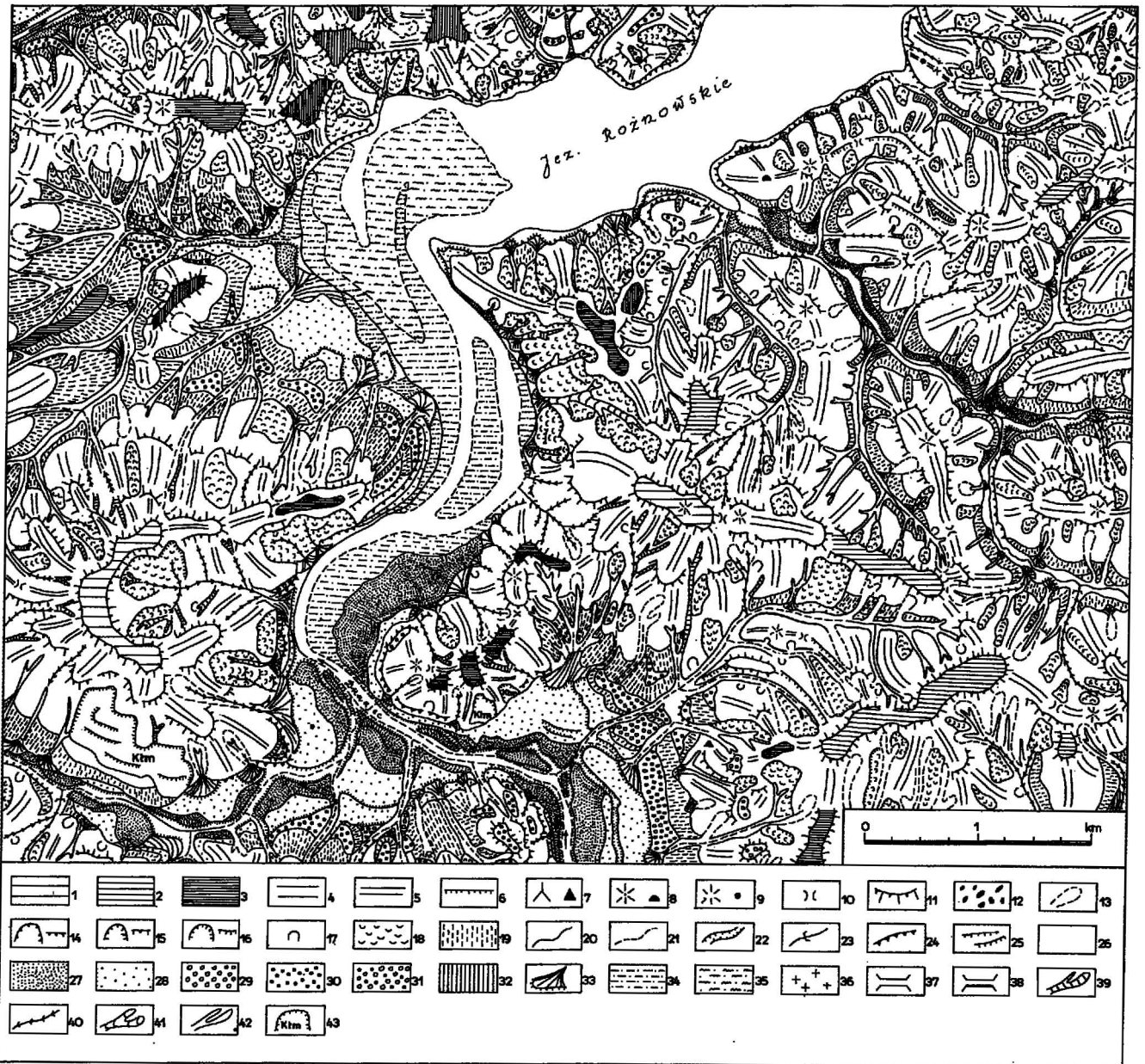
Omówienie współczesnych procesów depozycji w obrębie delty sypanej przez Dunajec w południowej części Jeziora Rożnowskiego zawierają opracowania K. Klimka (17, 18) oraz K. Klimka et al. (19). Wielu informacji o właściwościach geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych utworów czwartorzędowych dostarczają niepublikowane opracowania archiwalne, koncentrujące się w rejonie Czchowa, Górdka nad Dunajcem oraz w dolnym biegu Łososiny (4, 5, 9, 25—28, 31, 32, 37). Wzmianki o utworach czwartorzędowych w dolinie Dunajca, Smolnika, Łososiny oraz lewobrzeżnych dopływów Dunajca

zawierają także niepublikowane prace magistrantów Instytutu Nauk Geologicznych UJ (7, 10, 20, 23, 33).

UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Południowo-zachodnia część Pogórza Rożnowskiego obejmuje obszar o wysokościach względnych 500—600 m, rozcięty dendrytyczną siecią dolin Łososiny i lewobrzeżnych dopływów Dunajca, a o charakterze dolin płaskodennych i wciosowych (ryc. 1—3). Region ten składa się z izolowanych wzniesień górskich o wysokości 850—900 m n.p.m., założonych na płatach synkлинаlnych, zbudowanych z odpornych piaskowców magurskich. Stoki odznaczają się profilem wypukło-wklęsłym i trójdzielny podziałem. Nachylenia w górnej części stoków krawędziowych sięgają 25—40°, niżej — na mniej odpornych utworach eocenu nachylenia maleją do 10—20°. Wypukłe odcinki stoków, pokryte gołoborzami, są rozcięte siecią debrzy, wąwozów i stromościennych wciosów oraz niszami wielkich osuwisk skalnych i skalnozwiertzelinowych. Odcinki wklęsłe, przemodelowane w plejstocenie przez soliflukcję i splukiwanie, przechodzą u podnóża w łagodnie nachylone glacis (0—12°), pokryte pokrywami soliflukcyjnymi i deluwialnymi. Osuwiska grupują się w strefach kontaktu odpornych piaskowców magurskich z podścielającymi je kompleksami łupkowymi lub łupkowo-piaskowcowymi warstw podmagurskich i hieroglifowych. Niektóre osuwiska strukturalne towarzyszą strefom dyslokacyjnym. W dnach dolin płaskodennych zachowały się fragmenty tarasów plejstocenijskich i holocenijskich. W strefach wychodni skał o większej odporności doliny mają charakter przełomów strukturalnych.

Północna i wschodnia część Pogórza Rożnowskiego składa się z wielu grzbietów i spłaszczonych garbów (400—450 m n.p.m.), rozciętych dolinami Dunajca, Białej, Bartkówki i ich dopływów, o układzie dendrytycznym, rzadziej widlastym lub radialnym. Pogórze Rożnowskie w rejonie Czchowa—Piasków Drużków opada stromym progiem ku Pogórzcu Wiśnickiemu. Wyżej wzniesione grzbiety i wierzchołki stożkowe lub kopiaiste dowiązują do stref wychodni odpornych kompleksów piaskowcowych warstw istebniańskich dolnych i górnych, piaskowców ciężkowickich i warstw magurskich, natomiast doliny o przebiegu zbliżonym do południkowego wykorzystują na ogół strefy dyslokacyjne. Wierzchowiny i strome odcinki stoków okrywają rumosze i zwiertzeliny piaszczyste, na stokach o mniejszym nachyleniu przeważają zwiertzeliny gliniaste oraz pokrywy soliflukcyjno-deluwialne. Stoki północnej części Pogórza Rożnowskiego modelują liczne osuwiska skalne, skalno-zwiertzelinowe oraz ziemne, związane z wychodniami kompleksów łupkowych, względnie ze strefami kontaktu utworów o zróżnicowanej odporności, a także ze zluźnieniami tektonicznymi. Są to osuwiska zarówno subsekwentne, jak konsekwentne i o złożonej budowie, zajmujące przeszło 9%



Ryc. 1. Mapa geomorfologiczna Pogórza Rożnowskiego – część południowa (lokalizacja map geomorfologicznych – por. ryc. 4)

Fig. 1. Geomorphological sketch of the Rożnów Foothills – southern part (for localization of geomorphological maps – see Fig. 4)

Fragmety powierzchni częściowego zrównania: 1 – śródgórskiej (wczesny pliocen), 2 – pogórskiej (późny pliocen), 3 – przedolinnej (wczesny czwartorzęd). Grzbiety na przecięciu zboczy dolinnych: 4 – szerokie zaokrąglone, 5 – wąskie zaokrąglone; 6 – grzbiety izoklinalne. Wierzchołki: 7 – stożkowe (duże, małe), 8 – kopiane (duże, małe), 9 – kopulaste (duże, małe); 10 – przełęcze, 11 – załomy strukturalno-denudacyjne; 12 – rumosze skalne, gołoborza; 13 – niecki denudacyjne; 14 – nisze lub tylne progi osuwisk skalnych, 15 – nisze lub tylne progi osuwisk zmiennych, 17 – drobne osuwiska i zerwy; 18 – koluwia osuwiskowe; 19 – pokrywy soliflukcyjno-deluwialne oraz lessopodobne; 20 – koryta rzek wyciętych w skałach podłoża, 21 – koryta rzek wyciętych w aluviach, 22 – koryta starorzeczy; 23 – progi u wylotu dolin zawieszonych, 24 – podcięcia erozyjne; 25 – krawędzie tarasów rzecznych i stożków napływowych, 26 – równiny tarasów zalewowych, 27 – równiny tarasów nadzalewowych. Tarasy skalno-osadowe plejstocenijskie: 28 – z piętra wisły, 29 – z pięter odry i warty, 30 – z pięter nidy i sanu, 31 – z piętra narwi, 32 – z piętra otwockiego; 33 – stożki napływowe; 34 – równina współczesnej delty w południowej części Jeziora Rożnowskiego (zasięg w 17, 19), 35 – czoło delty; 36 – erratyki; 37 – przełomy strukturalne symetryczne, 38 – przełomy strukturalne asymetryczne. Małe doliny: 39 – debrze, wąwozy, 40 – wciosa, 41 – wądoły, 42 – parowy, rozłogi; 43 – kamieniołomy

Fragments of planation surfaces: 1 – intramontane (Early Pliocene), 2 – foothills (Late Pliocene), 3 – riverside (Early Quaternary). Ridges formed at intersection of valley sides: 4 – broad and rounded, 5 – narrow and rounded; 6 – isoclinal ridges. Summits: 7 – cone-like (large, small), 8 – mound-like (large, small), 9 – dome-like (large, small); 10 – passes; 11 – structural-denudational escarpments; 12 – rock fields; 13 – denudation hollows; 14 – scars of rockslides, 15 – scars of landslides, 16 – scars of landslumps and landslips, 17 – small landslides and landslips, 18 – landslide colluvia; 19 – solifluction deluvial and loess-like covers; 20 – river beds cut into solid rocks, 21 – river beds cut into alluvia; 22 – abandoned channels, 23 – hanging valley steps, 24 – undermined slopes, 25 – terrace risers; 26 – Holocene floodplains, 27 – higher Holocene terraces. Pleistocene erosion-accumulative terraces: 28 – Vistulian, 29 – Odranian and Wartanian, 30 – Nidanian and Sanian, 31 – Narewian, 32 – Otwock; 33 – alluvial fans, 34 – recent delta plain in southern part of the Rożnów Lake (based on 17, 19), 35 – delta front (based on 17, 19); 36 – erratic boulders; 37 – symmetric structural water-gaps, 38 – asymmetric structural water-gaps. Small valleys: 39 – gullies, 40 – V-shaped valleys, 41 – tilke, 42 – flat-bottomed valleys, dellen; 43 – quarries



Ryc. 2. Mapa geomorfologiczna Pogórza Rożnowskiego — część środkowa. Objaśnienia — por. ryc. 1

Fig. 2. Geomorphological map of the Rożnów Foothills — middle part. For explanations — see Fig. 1



Ryc. 3. Mapa geomorfologiczna Pogórza Rożnowskiego — część północna. Objaśnienia — por. ryc. 1

Fig. 3. Geomorphological map of the Rożnów Foothills — northern part. For explanations — see Fig. 1

powierzchni stoków. Osuwiska skalne towarzyszą stocom o nachyleniu 30–60°, skalnozwietrzelinowe 40–50°, a osuwiska ziemne — 15–30°. Większość z nich podlega odmładzaniu z częstotliwością 2–10 do 15–20 lat (39). Duże osuwiska skalne odznaczają się urozmaiconą morfologią wewnątrzsuwiskową. Stoki są rozcięte przez sieć niewielkich dolin wciosowych, debrzy,

parowów, rozłogów, a w przypadku stoków osuwiskowych także wadołów. Doliny uchodzące do Jezior Czchowskiego i Rożnowskiego posiadają u wylotu progi skalne o wysokości 5–15 m. Gęstość rozdolinienia wynosi przeciętnie 2,5 km/km² i wzrasta w strefach wychodni utworów o mniejszej odporności. Deniwelacje sięgają 250 m.

CHARAKTERYSTYKA UTWORÓW CZWARTORZĘDOWYCH

Utwory czwartorzędowe grupują się w dnach dolin oraz dolnych odcinkach stoków. Są to osady zwietrzelinowe, kongeliflukcyjno-deluwialne, koluwia osuwiskowe, lessy, osady organogeniczne oraz aluwia.

Utwory zwietrzelinowe. Rumosze skalne oraz gołoborza występują na wychodniach gruboławicowych kompleksów piaskowcowych dolnych i górnych warstw istebniańskich, warstw magurskich, piaskowców ciężkowickich oraz cergowskich. Znacznie rzadziej towarzyszą wychodniom warstw podmagurskich. Są to rumosze skalne złożone z odłamków wielkości 10–15 do 25–30 cm oraz niewielkie gołoborza, zbudowane z głazów o rozmiarach 30–50 cm (ryc. 1, 2). Ich miąższość nie przekracza 1–2,5 m.

Pokrywy piasków zwietrzelinowych, o miąższości 2–4 m, towarzyszą wychodniom gruboławicowych warstw istebniańskich dolnych i górnych, niekiedy warstw magurskich lub piaskowców ciężkowickich. Są to piaski grubo- i średnioziarniste, zawierające w spągu drobny rumoszą ostrokrawędzisty skał podłoża, w stropie przykryte przez gliny piaszczyste.

Gliny zwietrzelinowe 2–5 m miąższości występują na wychodniach kompleksów łupkowych i łupkowo-piaskowcowych o średniej i małej odporności, grupując się w obrębie wierzchołków oraz w górnych partiach zboczy. Są to gliny piaszczyste, piaszczysto-pylaste, piaszczysto-łilaste oraz łilaste, na ogół z rumoszem, rozwinięte na podłożu zbudowanym z warstw krośnieńskich, hieroglifowych, łupkach warstw istebniańskich, cienko- i średnioławicowych piaskowcach i łupkach warstw godulskich, warstw podmagurskich, jak również na zróżnicowanych litologicznie utworach jednostki przedmagursko-grabowskiej. W obrębie pokryw pylasto-piaszczystych obserwuje się niekiedy poziomy ogłębienia, związane z późnoolocenijskimi procesami glebotwórczymi.

Pokrywy kongeliflukcyjno-deluwialne. Utwory te występują powszechnie w dolnych odcinkach stoków, jak również w dnach dolin nieckowatych. Ich miąższość wynosi od 2–3 do 5–6 m. Pokrywy soliflukcyjne nadbudowują, względnie zająłbiają się z aluwiami tarasów kolejnych pięter chłodnych, osiągając 2–6 m miąższości. Budują je gliny piaszczyste, piaszczysto-łilaste, piaszczysto-pylaste oraz łły i pyły piaszczyste, zawierające przelawicenia rozławianych łupków względnie płaskie odłamki ostrokrawędziste piaskowców, o rozmiarach 2–5 do 8–15 (20–30) cm, ułożone kierunkowo, zgodnie z nachyleniem stoku. Najlepsze odłonięcia pokryw soliflukcyjnych występują w Rożnowie (ryc. 2), ponad serią rzeczny tarasu środkowopolskiego, a także w rejonie Piasków Drużków i Czchowa (ryc. 3). Pokrywy soliflukcyjne tworzyły się najczęściej na podłożu zbudowanym z mało odpornych kompleksów łupkowych i łupkowo-piaskowcowych różnych ogniw fliszowych.

Utwory deluwialne występują u podnóży zboczy dolinnych i okrywają powierzchnie tarasów rzecznych. Ich miąższość wynosi 5–8 m. Budują je piaski pylaste, piaski bardzo drobno, drobno- i średnioziarniste, gliny piaszczyste, piaszczysto-pylaste oraz pyły piaszczyste, wykazujące laminację równoległą do powierzchni stoku, niekiedy laminację przekątną i smużystą. Utwory te odznaczają się słabym wysortowaniem oraz niskim udziałem frakcji pylastej (12–16%). Pokrywy deluwialne piaszczysto-pylaste nadbudowujących starsze serie aluwialne są najczęściej wieku wczesnoglacialnego, odpowiadają

jąc poziomowi lessu młodszego najniższego i dolnego w ujęciu H. Maruszczaka (24). Starszy pleniglacial ostatniego zlodowacenia reprezentują deluwia rejonu Rożnowa, korelowalne z lessiem młodszym dolnym (45). Wiek interpleniglacialny sugerują natomiast datowania termoluminescencyjne deluwialnych nadbudowujących serie soliflukcyjne w Rożnowie.

Koluwia osuwiskowe. Na obszarze Pogórza Rożnowskiego występują osuwiska skalne, skalno-zwietrzelinowe, zwietrzelinowe oraz złaziska. Największe osuwiska skalne i skalno-zwietrzelinowe grupują się w części SW (ryc. 1) oraz nad Jeziorem Czchowskim (ryc. 3). Są to najczęściej osuwiska strukturalne, subsekwentne lub o budowie złożonej, powstające na kontakcie gruboławicowych piaskowców magurskich i mało odpornych warstw hieroglifowych oraz na wychodniach gruboławicowych piaskowców warstw istebniańskich dolnych, a także w strefach uskokowych. Osuwiska skalno-zwietrzelinowe i zwietrzelinowe spotyka się ponadto nad Jeziorem Rożnowskim (ryc. 1, 2) na kontakcie warstw magurskich, podmagurskich i hieroglifowych, na łupkach pstrych tworzących wkładki w piaskowcach ciężkowickich, a także na wychodniach warstw inoceramowych. Drobne osuwiska zwietrzelinowe i złaziska występują na zboczach doliny Łososiny i jej dopływów oraz w lejach źródłowych potoków, na wychodniach warstw podmagurskich.

Pod względem powierzchni, zajętej przez koluwia, przeważają osuwiska zboczowe, w południowo-zachodniej części obszaru związane ze strefami uskokowymi, natomiast w lejach źródłowych grupują się mniejsze złaziska lub drobne osuwiska zwietrzelinowe. Wysokość nisz osuwiskowych zmienia się od 5–10 do 30–45 m, długość jezorów waha się w granicach 50–450 m, wynosząc najczęściej 50–100 m. Miąższość koluwiów sięga od 2–3 m w przypadku złazisk, zerw lub płytkich osuwisk zwietrzelinowych do 10–20 m w osuwiskach skalnych lub skalno-zwietrzelinowych. Osady koluwialne składają się z bloków piaskowców o średnicy 30–100 cm i pakietów łupkowych, przemieszanych bezładnie z rumoszem ostrokrawędzistym oraz glinami piaszczystymi, piaszczysto-łilastymi oraz łilastymi. U podnóży większych nisz osuwiskowych występują niewielkie zagłębienia wypełnione mułkami oraz łłami piaszczystymi, zawierającymi przelawicenia mułów organicznych.

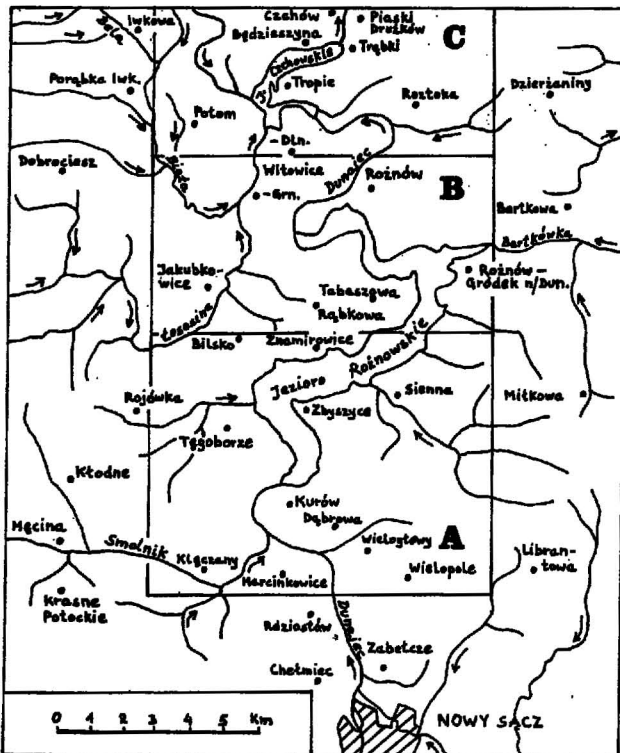
Lessy. Pokrywy glin pylastych i pylasto-piaszczystych zachowały się głównie na prawym zboczu doliny Dunajca (ryc. 1–4). Ich miąższość zmienia się od 2–3 do 10–11 m. Utwory te nadbudowują serie aluwialne tarasów i stożków napływowych z przedostatniego i ostatniego piętra chłodnego. Gliny lessopodobne odznaczają się znaczną zawartością frakcji pylastej (ponad 60%), umiarkowanym udziałem frakcji 0,02–0,05 mm (do 33%) oraz słabym wysortowaniem (1,5–2,0). Rozkład wielkości ziarn jest dodatnio skośny oraz lept-, a niekiedy także mezokurtyczny. Cechą charakterystyczną jest również wzrost zróżnicowania parametrów uziarnienia w miarę posuwania się w dół stoku oraz w górę profilu, a także segmentowa struktura krzywych kumulacyjnych Visher'a. Wymienione właściwości, jak również fakt pojawiania się drobnych wkładek piaszczystych, laminacji i smugowania uzasadniają zaliczenie omawianych osadów do lessów deluwialnych.

W niektórych stanowiskach (Sienna, Roztoka, ryc. 4) utwory lessopodobne zawierają bogatą malakofaunę, opracowaną przez S.W. Alexandrowicza (1, 2). Zespoły malakofauny obejmują gatunki występujące pospolicie

w lessach, o dominującej przewodzie fauny z *Pupila* i *Succinea*, oznaczającej się obecnością charakterystycznego gatunku *Columella columella*.

Utwory organogeniczne. Gleby torfowe i przytorfy występują na powierzchniach stożków napływowych na obu brzegach Jeziora Rożnowskiego w Gródku, Dąbrowej oraz Tęgoborzy. Ich miąższość nie przekracza na ogół 0,5 m–2 m. Budują je szare lub ciemnoszare iły piaszczyste, iły, rzadziej piaski ilaste i muły, zawierające dużo substancji humusowej, o barwie czarnej lub brunatnej. Ich powstanie wiąże się w znacznej mierze z podparciem wylotów dolin dopływów Dunajca przez zbiornik rożnowski.

Stanowiska młodoholocenijskich i współczesnych martwic wapiennych występują w dnach dolin i u podnóży jeziorów osuwiskowych na prawym zboczu doliny Dunajca w Dąbrowej, Tęgoborzy–Rojówce, w dolinie lewobrzeżnego dopływu Łososiny w Kamionce Małej–Łagoszówce oraz w Będziszynie i Czchowie (ryc. 1–3). W rejonie Góry Dąbrowej odznaczają się one na wychodniach warstw krośnieńskich, w dolinie Łososiny i w Tęgoborzy na warstwach podmagurskich, a w Czchowie na warstwach godulskich. Odslonięcia martwic w Tęgoborzy i Łagoszówce towarzyszą strefom uskokowym. Są to martwice młode, tworzące naskorupienia na otoczkach i odłamkach skalnych w dolinach potoków, względnie budujące niewielkie progi 1–2,5 m wysokości u podnóży jeziorów osuwiskowych. Miąższość martwic w obrębie progów sięga 0,2–1,0 m. Prawie wszystkie analizowane martwice reprezentują osady powstałe w środowisku wód o niskiej energii, zazwyczaj w strefach przyźródłowych. Przeważają martwice mszakowe, silnie zdiagenezowane, niekiedy z domieszkami detrytusu roślin wyższych.



Ryc. 4. Szkic lokalizacyjny. A, B, C – obszary przedstawione na mapach geomorfologicznych, zamieszczonych na ryc. 1, 2, 3

Fig. 4. Localization sketch showing place names mentioned in the text. A, B, C – areas shown in geomorphological maps, presented by Figs. 1, 2 and 3, respectively

Utwory rzeczne. Pokrywy akumulacji rzecznej tarasu 85–110 m z piętra otwockiego zachowały się jedynie na lewym zboczu doliny Dunajca w Rąbkowej oraz Będziszynie. W pozostałych regionach zaznaczają się półki erozyjne tarasów skalnych, wznoszące się 110–120 m w rejonie Rożnowa, 100 m w dolinie Łososiny oraz 85–120 m w okolicach Czchowa. Omawiane utwory zalegają na 85 m cokole skalnym (Będziszyna, ryc. 3) i osiągają 4–5 m miąższości. Są to bardzo silnie zwietrzałe i zubożone w mniej odporne składniki żwiru o rozmiarach 2–4 (5) cm, upakowane w żwirze o średnicy 0,5–1 cm i zglinionym piasku drobnoziarnistym, rdzawo zabarwionym. Przeważają otoczki piaskowców fliszowych (2–5 cm) znacznie rzadziej spotyka się werfeńskie kwarcyty (3–5 cm) oraz granitoidy egzotyczne (3 cm). Granity tatrzańskie uległy całkowitemu rozłożeniu.

Utwory rzeczne z piętra narwi zachowały się na zboczach doliny Dunajca w Wielogłowach, Znamirówkach, Trąbkach oraz Piaskach Drużków. W południowej części obszaru budują je słabo zachowane serie żwirowe 1–5 m miąższości, leżące na cokołach skalnych o wysokości 80–86 m nad korytem. Są to otoczki piaskowców fliszowych i werfeńskich kwarcytów tatrzańskich, słabo i średnio obtoczone, słabo wysortowane, rozmiarów 2–5 do 10–15 cm, upakowane w średnioziarnistym piasku i przemieszane z ostrokrawędzistym rumoszem skał podłoża. W miarę posuwania się ku północy wysokości cokołu tarasu maleją.

Na prawym zboczu doliny Dunajca na południe od Czchowa, seria żwirowa 6–7 m miąższości występuje na cokole o wysokości 67 m nad korytem. Budują ją silnie zwietrzałe otoczki skał fliszowych oraz kwarcyty werfeńskie, rozmiarów 2–4 do 4–8 (10) cm, upakowane w rdzawym piasku średnio- i drobnoziarnistym oraz silnie zwietrzałym rumoszu, pochodzącym z rozkruszenia granitów tatrzańskich. W stropowej części, utwory rzeczne zająbiają się z serią glin soliflukcyjnych, zawierających kierunkowo ułożony rumosz piaskowców istebniańskich, miąższości 3–8 m. Na zboczach i wierzchołkach płaskich garbów rozciętych przez prawobrzeżne dopływy Dunajca w Piaskach Drużków (ryc. 3), serie żwirowe 6–7 m miąższości odsłaniają się na wysokości 60–70 m nad korytem. Są one nadbudowane przez pokrywy glin soliflukcyjnych i deluwialnych, miąższości 2–6 m.

Utwory rzeczne piętra nidy i sanu budują pokrywy tarasów skalno-osadowych Dunajca, Łososiny i Smolnika. Na zboczach mniejszych dolin zachowały się jedynie spłaszczenia erozyjne dowiązujące wysokościowo do tarasu 35–60 m. Taras ten tworzy dwa stopnie mające odrębne cokoły skalne. Stopień wyższy wznosi się w dolinie Dunajca na wysokości 60–70 m (cokół 50–55 m) między Wielopolem a ujściem Smolnika, 58–62 (58) m w rejonie Gródka–Rożnowa oraz 55–60 (45–53) m między Tropiem a Czchowem. Stopień niższy natomiast przyjmuje położenie 30–40 (27–30) m w południowym odcinku doliny, 45–47 (44–45) m w odcinku środkowym oraz 40–50 (38–40) m w rejonie Piasków Drużków i Czchowa. Miąższość serii aluwialnych zmienia się od 4–5 do 10–15 m. W dolinie Łososiny dwa stopnie tarasu zaznaczają się głównie na prawym zboczu doliny, wznosząc się na wysokości 50 (42–45) m do 40–45 (30) m oraz 30–35 (22–27) m. Utwory facji korytowej reprezentują słabo i średnio obtoczone, słabo wysortowane żwiru rozmiarów 2–4 do 8–10 cm w części północnej oraz 6–10 do 25–30 cm w części południowej. Są one przemieszane z drobnym żwirem rozmiarów 0,5–3 cm i zawierają wkładki piasku drobno- i średnioziarnistego, o miąższości 2–4 do 70 cm.

Rozmiary otoczków maleją ku stropowi serii. Miejscami zaznacza się wyraźna imbrykacja. W Piaskach Drużków pakiety żwirowe grubości 1–1,5 m tworzą słabo zliptyfikowane zlepieńce o spoiwie wapiennym. W składzie petrograficznym występują piaskowce fliszowe oraz granity i kwarcyty tatrzańskie, z niewielką domieszką materiału egzotykowego. Granity są na ogół silnie zwietrzałe i pokruszone. Stopień zwietrzenia materiału lokalnego zmienia się w zależności od zawodnienia serii żwirowej. Utwory facji pozakorytowej budują zlimonityzowane piaski drobno- i bardzo drobnoziarniste, muły oraz gliny piaszczyste, miąższości 2–5 m.

Żwiry i gazy eratyczne ze zlodowacenia południowopolskiego występują w północnej części Pogorza Rożnowskiego (ryc. 3, 4), grupujące się w rejonie Czchowa, Piasków Drużków, Trąbek oraz Iwkowej i Witowic. W składzie petrograficznym dominują czerwone i różowe granitoidy, w tym granity rapakiwi, brunatne i szare granitoidy kwarcowo-biotytowe i amfibolowe, różowe granity pegmatytowe, gnejsy biotytowe, amfibolity, dioryty kwarcowe, białe granity biotytowe, granity alandzkie, gabra dolerytowe, alandzkie porfiry kwarcowe oraz ciemnoszare granitognejsy. Rozmiary eratyków wynoszą od 3–6 do 30–65 cm. Występują one zarówno w dnach dolin potoków (250–300 m npm.), jak też na wierzchołkach płaskich garbów (330 m npm.), w glinach zwietrzelinowych i soliflukcyjno-deluwialnych oraz w obrębie serii żwirowych tarasów skalno-osadowych o wysokości 40–70 m nad poziomem koryt rzecznych.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe występują na prawym zboczu doliny Dunajca w Piaskach Drużków oraz na prawym zboczu doliny Łososiny w Witowicach Dolnych i Górnych (ryc. 3, 4). W Piaskach Drużkach żwiry mieszane odsłaniają się na wysokości 47–49 m nad Dunajcem, budując pokrywę tarasu skalno-osadowego (cokół 47 m), nadbudowanego przez gliny soliflukcyjne, jak również w obrębie serii żwirowej sięgającej 55 m nad Dunajcem, a spoczywającej na 39–40 m cokole. Są to otoczki słabo i średnio obtoczone, słabo wysortowane, rozmiarów 3–6 do 8–10 cm, upakowane w piasku drobno- i średnioziarnistym, złożone z materiału fliszowego, tatrzańskie (głównie kwarcyty werfeńskie) oraz czerwonych granitoidów skandynawskich. Niektóre eratyki osiągają 30 cm średnicy. W Witowicach „żwiry mieszane” odsłaniają się na prawym zboczu doliny Łososiny oraz na zboczach wąwozu uchodzącego do Łososiny w Witowicach Górnych (ryc. 4), na wysokości odpowiednio: 43–44 m oraz 22–26 m nad korytem. Tworzą one słabo zachowane serie żwirowe, złożone ze słabo obtoczonych piaskowców fliszowych oraz granitoidów, granitognejsów, gnejsów i porfirów skandynawskich. Rozmiary otoczków zmieniają się od 1–5 cm do 10–16 cm. Żwiry mieszane występują ponadto nad lewym zboczem doliny Dunajca w Czchowie, w obrębie serii żwirowej odsłaniającej się na wysokości 68–70 m nad Dunajcem.

Utwory rzeczne zlodowacenia środkowopolskiego (piętra odry i warty) budują pokrywy tarasów średnich w dolinach Dunajca, Łososiny, Smolnika i Białej Iwkowskiej. Na zboczach większych dolin zaznaczają się dwa stopnie tarasów skalno-osadowych o odrębnych cokołach skalnych. W dolinie Dunajca stopień wyższy osiąga wysokość 25–30 m (cokół 19–20 m w odcinku południowym do 16–19 m w rejonie Rożnowa), stopień niższy natomiast wznosi się 20 m (cokół 12 m) nad korytem w Rożnowie do 15 m (cokół 12 m) w Roztoce. Serie aluwialne są nadbudowane przez 5–6 do 12–14 m miąższości pokrywy piasków i glin piaszczysto-pylas-

tych deluwialnych, względnie lessopodobnych oraz glin soliflukcyjnych. Wysokość tarasu w dolinie Łososiny sięga 15–20 m, podczas gdy cokół skalny nie przekracza 5–7 m wysokości.

Miąższość serii żwirowych wynosi 5 do 8 m, a utworów facji pozakorytowej 2–4 m. W dolinie Dunajca gęsto upakowane otoczki skał fliszowych i tatrzańskich odznaczają się słabym na ogół wysortowaniem, średnim i silnym stopniem zwietrzenia, dobrym i średnim obtoczeniem oraz rozmiarami do 3–4 do 5–7 (10–16) cm. Otoczki tkwią w piasku drobnoziarnistym, niekiedy zlimonityzowanym. Skład petrograficzny serii żwirowej tarasu średniego w Rożnowie (średnica 32–64 cm) przedstawia się następująco: piaskowce fliszowe 54%, kwarcyty 25%, granity tatrzańskie 13%, kwarcyty egzotykowe 5%, granity egzotykowe 3%. Utwory aluwialne zająbiają się w części przystokowej z pokrywami soliflukcyjnymi i są nadbudowane przez żółte gliny piaszczyste oraz piaski drobno- i bardzo drobnoziarniste. W dolinach mniejszych dopływów taras ten osiąga kilkanaście metrów wysokości względnej, a jego pokrywa osadowa składa się z silnie zaglinionych i słabo obtoczonych żwirów, rozmiarów 2–8 cm, często przemieszanych z materiałem ostrokrawędzistym.

Pokrywy tarasu z ostatniego piętra chłodnego (wisły) zajmują największą powierzchnię w obrębie den dolin Dunajca, Łososiny, Białej Iwkowskiej, Beli, Smolinka oraz większych odpyłów. Stopień tarasu pleniglacialnego wznosi się w dolinach Dunajca i Łososiny na wysokości 8–13 m, a w pozostałych dolinach 6–7 m. Wysokości cokołu skalnego są bardzo zmienne, od 2–3 m poniżej poziomu koryta do 4–5 m w Bartkowej i 8 m w Rożnowie oraz 2–3,5 m w dolinie Beli w Iwkowej. Powierzchnię tarasu nadbudowują do wysokości 14–15 m stożki napływowe bocznych dopływów. W obrębie tarasu pleniglacialnego został wycięty w późnym glacie stopień erozyjny, wznoszący się 5–7 m w dolinie Dunajca oraz 5 m w dolinach Łososiny i Białej Iwkowskiej. Miąższość utworów facji korytowej wynosi 5–10 m, natomiast mułki i piaski facji pozakorytowej osiągają 1–3 (do 5) m grubości.

Serie aluwialne budują otoczki rozmiarów 2–10 do 20–30 cm, przeciętnie 4–5 do 6–8 cm, słabo wysortowane, średnio i słabo obtoczone, upakowane w żwirze rozmiarów 0,5–3 cm oraz piasku drobno- i bardzo drobnoziarnistym. W tarasach doliny Dunajca, oprócz materiału lokalnego utwory facji korytowej zawierają słabo zwietrzałe lub świeże otoczki granitów i kwarcytów tatrzańskich. Osady facji pozakorytowej reprezentują poziomo, rzadziej przekątnie laminowane piaski drobno- i bardzo drobnoziarniste, z wkładkami żwirów rozmiarów 1–5 cm, a także jasnoszare piaski pylaste, mułki oraz gliny piaszczyste. Utwory te w części przystokowej zająbiają się z glinami soliflukcyjnymi i są niekiedy nadbudowane przez piaszczyste deluwia lub lessy.

Osady holocenijskich tarasów nadzalewowych występują powszechnie we wszystkich większych dolinach rzecznych Pogorza Rożnowskiego. Budują one pokrywy dwóch stopni tarasowych: o wysokości 4–5 m oraz 3–3,5 m. Są to na ogół tarasy akumulacyjne, o cokole skalnym zalegającym 0,5 do 3 m poniżej poziomu koryt rzecznych. Omawiane utwory składają się z serii żwirowych, zbudowanych z otoczków rozmiarów 2–5 do 5–8 cm, maksymalnie 10–12 cm do 45–50 cm, średnio i słabo obtoczonych, słabo wysortowanych, upakowanych w piaskach drobno- i średnioziarnistych, z niewielką

domieszką żwirów rozmiarów 0,5–3 cm. Osady facji pozakorytowych obejmują piaski drobno- i bardzo drobnoziarniste, muły piaszczyste oraz muły, jak również gliny piaszczyste i piaski pylaste.

Utwory tarasów zalewowych budują stopnie tarasów akumulacyjnych, wznoszących się na wysokości 1–1,5 m oraz 2–2,5 m nad poziomem koryt rzecznych we wszystkich ważniejszych dolinach omawianego obszaru. Wysokość cokołu skalnego (stwierdzona w dolinie Dunajca) wynosi od 0,5 do 3 m poniżej poziomu koryta. Są to osady kamieńców względnie tarasów, złożone z serii otoczków słabo i średnio oboczonych, rozmiarów 2–5 do 8–20 cm, słabo wysortowanych, dość luźno upakowanych w piaskach średnio- i drobnoziarnistych oraz (w dolinach dopływów) glinach piaszczystych, nadbudowanych przez muły, muły piaszczyste, względnie osady organogeniczne czy też piaski pylaste i bardzo drobnoziarniste, wykazujące laminację poziomą, rzadziej przekątną. Szerokość stopni tarasowych maleje w odcinkach przełomowych.

UWAGI KOŃCOWE

W najstarszym czwartorzędzie zaznaczały się dwa epizody wzmożonej aktywności fluwialnej, podczas których zostały osadzone serie żwirowe tarasów skalno-osadowych o wysokości względnej 85–110 m oraz 65–80 m. Epizody te odpowiadają ochłodzeniom otwoczka i narwi, wyróżnianym na obszarze pozakarpaccim, przedzielonym interwałem ciepłym o przewadze erozji wgłębnej. Dwa niżej położone stopnie tarasowe (55–60 m, 30–40 m) zostały uformowane w trakcie zlodowacenia południowopolskiego. Aluwia stopnia niższego zawierają materiał eratyczny oraz piaski i żwiry glacyfluwialne, zdeponowane w trakcie recesji lądolodu, którego łob w fazie maksymalnej wniakał daleko na południe w dolinę Dunajca, sięgając po rejon Czchowa i Piasków Drużków. Omawiane tarasy można paralelizować z piętrami nidy i sanu (wilgi, mogielanki, sanu-2), wydzielanymi na Niżu Polskim. Po okresie interglacjalnego ocieplenia i związanej z nim erozji, miała miejsce kolejna faza wzmożonej aktywności fluwialnej. Jej przejawem są tarasy skalno-osadowe zlodowacenia środkowopolskiego (15–30 m). W tym samym czasie następowała akumulacja utworów deluwialnych, wkraczających na pokrywy rzeczne tarasów starszych. W trakcie ostatniego piętra chłodnego (wisły) zostały osadzone żwiry, piaski i gliny rzeczne tarasów akumulacyjnych i skalno-osadowych o wysokości 6–13 m. W dolnych odcinkach stoków były natomiast akumulowane osady soliflukcyjne i deluwialne oraz gliny lessopodobne. Deluwia pylasto-piaszczyste oraz lessy nadbudowują twory rzeczne z przedostatniego i ostatniego piętra chłodnego. W warunkach klimatu peryglacjalnego w środkowym i późnym plejstocenie, na wierzchołkach i stokach zaznaczały się procesy intensywnego wietrzenia mechanicznego, prowadzące do utworzenia rumoszy skalnych oraz piasków i glin zwietrzelinowych. U podnóża stoków zachodziły procesy soliflukcji, a w fazach wstępujących i zstępujących okresów glacialnych także spłukiwania.

W holocenie zaznaczyło się kilka faz o wzmożonej wilgotności, a co za tym idzie, częstotliwości wezbrań. W dnach dolin zostały zdeponowane serie żwirów, piasków, mułów i glin aluwialnych, budujących stopnie tarasów nadzalewowych i zalewowych. Na stokach tworzyły się osuwiska, natomiast w dnach małych dolin oraz u podnóża jeziorów osuwiskowych dochodziło do formowania martwic wapiennych oraz osadów organogenicznych.

LITERATURA

- Alexandrowicz S.W., Zuchiewicz W. — Spraw. Pos. Kom. Nauk. PAN Oddz. Krak., 1988 v. 30 nr 1–2 s. 340–342.
- Alexandrowicz S.W., Zuchiewicz W. — Malakofauna i profil utworów lessopodobnych w Roztoce. Spraw. Pos. Kom. Nauk. PAN Oddz. Krak. (w druku).
- Bargielewicz B. — Kwart. Geol., 1958 nr 2 s. 420–439.
- Bober L. — Charakterystyka inżyniersko-geologiczna zbiornika Witowice. Mat. Arch., Inst. Geol. Oddz. Karp., 1970 Kraków.
- Borzęcka M. — Zdjęcie geologiczne okolic Wojakowej, Rajbrotu, Iwkowej. Mat. Arch., Centr. Arch. Geol., 1954. Warszawa.
- Butrym J., Zuchiewicz M. — Prz. Geol., 1985 nr 3 s. 126–136.
- Daca K. — Budowa geologiczna płaszczowiny magurskiej na południe od Siedlec. Pr. magist., Arch. ING UJ, 1986 Kraków.
- Dudziak J. — Pr. Geol. Kom. Nauk Geol. PAN, 1961 nr 5 s. 1–54.
- Dunikowska Z. — Zdjęcie geologiczne okolic Iwkowa — Wojakowa — Dobrociesz. M t. arch., Centr. Arch. Geol., 1954. Warszawa.
- Dzido J. — Budowa geologiczna płaszczowiny magurskiej między Jaworznią a Wojakową. Pr. magist., Arch. ING UJ, 1985 Kraków.
- Klimaszewski M. — Pr. Inst. Geogr. UJ, 1937 z. 18 s. 1–54.
- Klimaszewski M. — Acta Geogr. Univ. Wratisl., 1948 Ser. B nr 7 s. 1–236.
- Klimaszewski M. — Through the Dunajec valley into the Tatras. Guide-Book of Excursions, pt. III, South Poland, 1961; 6th INQUA Congress, Łódź.
- Klimaszewski M. — Geomorphological Problems of Carpathians, II, Geogr. Polon., 1966 nr 10 s. 51–88.
- Klimaszewski M. — [W:] R. Galon, J. Dylik (red.), Czwartorzęd Polski, PWN, 1967 s. 431–497.
- Klimaszewski M., Starkel L. — [W:] M. Klimaszewski (red.), Geomorfologia Polski t. 1, PWN, 1972 s. 21–115.
- Klimek K. — Delta sedimentation in the Rożnowskie and Czchowskie artificial lakes. Excursion Guide-Book "Field Meeting of the IGU Commission on Field Experiments in Geomorphology", 1979 s. 121–125.
- Klimek K. — Geogr. Annales, 1987 nr 69 A s. 221–226.
- Klimek K. i in. — Fluvial processes in the temperate zone: present-day examples from Carpathians and Fore-Carpathian rivers. Excursion A-3. [In:] A.K. Teisseyre (ed.), Excursion Guide-Book, IAS 7th Europ. Meet., 1986, s. 67–91, Ossolineum, Wrocław.
- Kowal J. — Budowa geologiczna jednostki śląskiej w okolicy Rożnowa. Pr. magist., Arch. ING UJ, 1983 Kraków.
- Kozikowski H. — Biul. Inst. Geol., 1953 nr 85 s. 1–81.
- Kucharska-Słupikowa M. — Pr. Geogr. IG UJ, 1964 z. 10 s. 13–44.
- Magą M. — Budowa geologiczna płaszczowiny magurskiej między Stańkową a Dobrocieszą. Pr. magist., Arch. ING UJ, 1985 Kraków.

24. Maruszczak H. — Quat. Studies in Poland, 1980 nr 2 s.57–76.
25. Poprawa D. — Sprawozdanie z badań hydrogeologicznych wykonanych na ark. Rożnów w 1963 r. Arch. Inst. Geol. Oddz. Karp., 1963 Kraków.
26. Poprawa D. — Szczegółowa Mapa Geologiczno-Inżynierska ark. Męcina (Rożnów) 1:5000. Arch. Inst. Geol. Oddz. Karp., 1966 Kraków.
27. Poprawa D. — Charakterystyka geologiczno-inżynierska zbiornika Czchów II. Arch. Inst. Geol. Oddz. Karp., 1970. Kraków.
28. Poprawa D., Witek K. — Charakterystyka geologiczno-inżynierska elektrowni szczytowo-pompowej „Rożnów II”. Arch. Inst. Geol. Oddz. Karp., 1974. Kraków.
29. Sokółowski S. — Spraw. Pos. Nauk. PIG, 1932 nr 33 s. 95–96.
30. Sokółowski S. — Kosmos, 1935 nr 40 ser. A z. 2 s. 49–93.
31. Sokółowski S. — Mapa geologiczna terenu Zakładów Wodno-Elektrycznych w Rożnowie 1:10000. Arch. Inst. Geol. Oddz. Karp., 1937. Kraków.
32. Sokółowski S. — Erläuterungen zu der geologischen Skizze Sperstelle Czchów. Arch. Inst. Geol. Oddz. Karp., 1943 Kraków.
33. Stanik W. — Budowa geologiczna płaszczowiny magurskiej między Łososiną Dolną a Ujanowicami. Pr. magist., Arch. ING UJ, 1983. Kraków.
34. Starkel L. — Przeglądowa Mapa Geomorfologiczna Polski 1:500000, IGIPZ PAN, 1980. Warszawa.
35. Starkel L. — [W:] J.E. Mojski (red.) Budowa Geologiczna Polski, t. 1, Stratygrafia cz. 3b, Czwartorzęd s. 146–152 Wyd. Geol., 1984.
36. Szajnocha W. — Atlas geologiczny Galicji. Tekst do zesz. 11: Wadowice, Wieliczka, Bochnia, Nowy Sącz. Kom. Fizjogr. AU, 1902 s. 1–118.
37. Turza M. — Sprawozdanie z badań geologicznych wykonanych celem określenia zasobów perspektywicznych złóż kruszywa naturalnego w dolinie rzeki Łososiny. Przedsięb. Geol., CUG, 1973 Warszawa.
38. Uhlig V. — Jahrbuch der Geol. Reichsanstalt, 1888 nr 38 s. 85–264.
39. Ziętara T. — Studia Geomorph. Carpat-ho-Balcan., 1974 t. 8 s. 115–133.
40. Ziętara T. — Obszary osuwiskowe w dolinie Dunajca nad Jeziorem Rożnowskim. Roczn. Sądecki, 1974 t. 13.
41. Zuchiewicz W. — Studia Geomorph. Carpat-ho-Balcan., 1983 t. 16 s. 27–49.
42. Zuchiewicz W. — Ann. Soc. Geol. Pol., 1984 t. 54 s. 133–189.
43. Zuchiewicz W. — Biul. Inst. Geol., 1985 t. 348 s. 45–87.
44. Zuchiewicz W. — Studia Geomorph. Carpat-ho-Balcan., 1985 t. 19 s. 3–28.
45. Zuchiewicz W., Butrym J. — Stratigraphy of Quaternary deposits of the Rożnów Foothills, Polish West Carpathians. Studia Geomorph. Carpat-ho-Balcan. (w druku).

SUMMARY

Quaternary deposits of the Rożnów Foothills include regoliths, landslide colluvia, solifluction-deluvial covers,

loess-like deposits, organogenic muds and calcareous tufas, as well as fluvial deposits of different age and glacial fluvial pebbles and sands.

The oldest Quaternary witnessed two episodes of increased fluvial activity during which gravel series of erosion-accumulational terraces, 85–110 m and 65–80 m high, were deposited at the time of the Otwock and Narewian coolings. Two lower situated terrace steps (35–60 m) were formed during the South-Polish (Nidanian and Sanian) glacial stages. Fluvial deposits of the lower (Sanian) step include erratic boulders and glacial fluvial sands and pebbles, deposited during a recession phase of the ice lobe which, at its maximum extent, protruded far into the Dunajec valley, up to the Czchów and Piaski Drużków region.

After the following erosional phase, associated with the Masovian (Great) interglacial stage, another episode of fluvial activity took place, leading to the shaping of two erosion-accumulational terraces (15–30 m), in the Middle Polish glacial stages. At that time, deluvial deposits were accumulated on older terrace steps. At that time, deluvial deposits were accumulated on older terrace steps. In the last glacial stage (Vistulian), pebbles, sands and alluvial loams, building 6–13 m high terraces, were deposited. Talus feet were, in turn, being covered with solifluction-deluvial and loess-like deposits. Silt-sandy deluvia and loesses encroached upon fluvial deposits of the penultimate and ultimate glacial stages. During the middle and late Pleistocene, under periglacial climatic conditions, intensive physical weathering led to the formation of rock fields and 0.5–2 m thick regolith covers. The lower parts of slopes were then subject to solifluction processes and, during anaglacal and katalaglacal phases, also to sheet-washing.

In Holocene times, several phases of increased humidity and, hence, increased flood frequency, have appeared. The valley bottoms have been infilled with fluvial deposits composing 2–4 terrace steps. The slopes have been modeled by landslides and landslips, whilst within small valleys and the foot of landslide tongues, calcareous tufas and organogenic deposits have accumulated.

Translated by the author

РЕЗЮМЕ

Четвертичные отложения на рождновской возвышенности сложены реголитами, оползневым коллювием, солифлюкционно-делювиальными покровами, лессоподобными образованиями, органогенными алевролитами и известковыми туфами, а также речными осадками, речно-ледниковым гравием и песками разного возраста.

Во время фаз похолоданий Отвоцка и Нарви в самом раннем четвертичном периоде произошли соответственно два момента повышения активности рек, дающие в эффекте гравийные эрозионно-аккумуляционные серии террас на высотах 85–110 и 65–80 м. Ниже лежащие ступени террас (выс. 30–65 м) образовались в фазах Ниды и Сана во время южно-польского оледенения.

Речные осадки нижней ступени (фаза Сана) содержат эрратические валуны и речно-ледниковые пески и гравий, которые осаждались во время рецессии ледника, который в своей максимальной стадии вошел далеко в долину реки Дунаец, в район местностей Чхув и Пяски Дружков. После очередной фазы эро-

зии в великом межледниковии наблюдается повышение речной активности во время среднепольского оледенения, которое сформировало две эрозионно-аккумуляционные террасы на высоте 15—30 м. Делювиальные отложения осаждались тогда на более древних ступенях террас. Во время последнего оледенения (Вислы) образовалась терраса на высоте 6—13 м, сложенная песками, гравиями и речными алевритами. На ее подножии осаждались солифлюкционно-делювиальные и лессоподобные отложения. Песчанисто-алевритовый делювий и лессы прикрили речные осадки предпоследнего и последнего оледенений. В среднем и позднем плейстоцене в условиях

перигляциального климата, интенсивное физическое выветривание образовало каменные россыпи и реголитовые покровы толщиной 0,5—2,0 м. В нижних частях склонов происходили солифлюкционные процессы, а в ана- и катагляциальных фазах происходило размывание пластов.

Голоцен характеризовался несколькими фазами повышения влажности, что приводило к частым паводкам. Дна долин заполнили речные осадки, формирующие 2—4 ступени террас. Склоны были сформированы оползнями и обвалами, а в малых долинах на предполье языков оползней осаждались известковые туфы и органогенные образования.