

WYNIKI DATOWAŃ TERMOLUMINESCENCYJNYCH OSADÓW CZWARTORZĘDOWYCH  
KOTLINY SĄDECKIEJ (KARPATY ZACHODNIE)

UKD 550.93:535.377:551.312.3 + 551.311.33 + 552.512:551.793(438 – 35 Kotlina Sądecka)

Szczegółowe kartowanie utworów czwartorzędowych oraz geomorfologiczne w obrębie Kotliny Sądeckiej (ryc. 1, 2a, b) pozwoliło na wydzielenie szeregu stopni tarasowych, wiązanych z poszczególnymi piętrami czwartorzędu. Korelację wiekową tarasów umożliwiły badania sedimentologiczne pokryw tarasowych i przykrywających utwory akumulacji rzecznej glin pylastych i pylasto-piaszczystych. Przeprowadzono ponadto korelację między tarasami Dunajca i Popradu z systemami tarasów wydzielanymi na obszarze Słowacji oraz w Alpach (33, 34, 35). Wykonane ostatnio datowania bezwzględne pokryw deluwialnych i soliflukcyjnych pozwalają na uściślenie i potwierdzenie wcześniej zaproponowanego schematu stratygraficznego.

Wydzielono osiem stopni tarasów skalno-osadowych (ryc. 2a, b) z pięter: biber (wysokość cokołu 112 m), donau (85–90 m), günz (70–80 m), mindel I (45–52 m), mindel II (35–40 m), riss I (10–20 m), riss II (3–13 m), würm (–3 do –8 m) oraz poziomu tarasu z późnego glaciału i dwóch tarasów holocenijskich. Wymienione poziomy zostały skorelowane z tarasami Dunajca między zapadliskiem Dębno–Frydman (wschodnia część Kotliny Nowotarskiej) a Płaskowyżem Rożnowskim (rejon Tabaszowej), jak również z systemem tarasów Popradu między Rytrek a Starym Sączem. Mniejszość pokryw akumulacji rzecznej wynosi od 3 do 16–18 m, osiągając najwyższe wartości dla tarasów z ostatniego glaciału i późnego glaciału.

Próby do datowania metodą termoluminescencji pobrano z wkładki mułowców we wczesnoczwartorzędowych zlepieńcach NW obrzeżenia Kotliny Sądeckiej oraz z pokryw deluwialnych i soliflukcyjnych, wkraczających na utwory facji korytowej tarasów z pięter mindel I i II, riss I i II oraz wistulianu. Lokalizację prób przedstawia ryc. 1, a wyniki oznaczeń zestawiono w tab. II.

## METODYKA

Analizy termoluminescencyjne próbek i wyliczenie wieku osadów wykonano w laboratorium TL Zakładu Geografii Fizycznej Instytutu Nauk o Ziemi Uniwersytetu im. Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie.

Próbki poddano wstępnej preparatyce polegającej na wydzieleniu metodą sitową (na mokro) podstawowej frakcji ziarn 50–56 mikronów. Ziarna te następnie czyszczono za pomocą dezintegratora ultradźwiękowego (częstotliwość pracy 22 kHz, amplituda prędkości drgań 2 m sek<sup>-1</sup>), w zależności od składu mineralnego i stopnia zanieczyszczenia próbki, od 8 do 12 minut. Zastosowanie ultradźwięków miało na celu oczyszczenie powierzchni ziarn kwarcu (minerału podstawowego do analiz TL i będącego naturalnym dozymetrem) wszelkich zanieczyszczeń mineralnych i organicznych.

Dla określenia wieku metodą termoluminescencyjną niezbędne jest zmierzenie dawki rocznej, określającej szybkość jonizacji kwarcu oraz dawki geologicznej, tj. całkowitej wielkości naturalnego napromienienia próbki. Roczna dawkę pochłoniętą napromienienia naturalnego mierzono w okresie 3 miesięcy, za pomocą dawkomierzy TL MTS-N (LiF, Mg, Ti). Wielkość tej dawki (w radach) wyliczano jako wartość średnią z pomiarów TL 9 dawkomierzy umieszczonych w każdej próbce. Dawkę geologiczną wyliczano metodą addytywną przez porównanie naturalnej termoluminescencji próbki, z termoluminescencją części tej samej próbki dodatkowo sztucznie napromienionej kobaltem <sup>60</sup>Co, dawkami ekspozycyjnymi 10, 12 i 14 kR. Dawka geologiczna (w radach) stanowi wartość średnią z 40 pomiarów wysokości pików na krzywych TL. Wiek

próbki wyliczono ze stosunku dawki geologicznej do dawki rocznej.

Aparaturowy błąd pomiaru, stanowiący ok. 15% określonego wieku próbki, wynika ze zsumowania błędów wskazań aparatury, rozrzutu czułości dawkomierzy, dokładności określenia dawki ekspozycyjnej sztucznego napromienienia i rozrzutu wyników kolejnych pomiarów.

### WCZESNOCZWARTORZĘDOWE UTWORY RZECZNE

W dolinach lewobrzeżnych dopływów Dunajca na SW obrzeżeniu Kotliny Sądeckiej (Gostwica, Brzezna, Niskowa) odsłaniają się zlepieńce (ryc. 1, 2a, b) złożone z otoczków piaskowców i margli warstw łąckich, o rozmiarach do 40–50 cm, zawierające soczewki szarych mułowców marglistych i drobnoziarnistych piaskowców o spoiwie illitowo-węglanowym (ryc. 3, 4). Otoczkaki są słabo i średnio obtoczone, wykazując niski stopień wysortowania. Zalegają one niezgodnie na utworach warstw łąckich, jak również na słodkowodnych utworach karpatu i dolnego morawianu (Gostwica, Brzezna) oraz morskich osadach górnego morawianu (Niskowa – por. ryc. 1). Miąższość zlepieńców (stwierdzana w odsłonięciach) wynosi 20–70 m. Imbrykacja otoczków wskazuje na transport z NW, a zatem z kierunku poprzecznego do obecnego biegu Dunajca. Utwory te stanowią cokolwiek pokryw tarasowych z piętér mindel I i mindel II.

N. Oszczypko (20, 21) wiązał omawiane osady z etapem sedymentacji stoku Domańskiego Wierchu na Podhalu, natomiast w pracy późniejszej (22) określił czas ich de-

pozycji na okres po zakończeniu ruchów fazy pasadeńskiej. W. Zuchiewicz (34, 35) wiązał sedymentację zlepieńców z interglacjalem biber-donau i uważał je za gruboklastyczne utwory stożków napływowych pra-Dunajca, deponowane w środowisku o podwyższonej energii, w warunkach ożywienia ruchów tektonicznych. Ruchy te miały się zaznaczać wzdłuż uskoków poprzecznych do strefy kontaktu podjednostek sądeckiej i krynickiej płaszczowiny magurskiej.

Próbkę do datowania metodą TL pobrano z mułowców wypełniających kopalną rynnę erozyjną w zlepieńcach, usytuowaną na wysokości 27,8 m nad korytem Dunajca, tj. 5–6 m poniżej spągu pokrywy żwirowej z glaciału mindel II (Sanu, ryc. 4). Uzyskany wiek osadu wskazuje na interglacjal kromerski (günz-mindel, Artern, podlaski) lub początek zlodowacenia Nidy (mindel I, Elster, Helme, Oka I).

### UTWORY STOKOWE

Sedymentacja pokryw soliflukcyjnych i deluwialnych towarzyszyła każdemu piętru glacialnemu. Ze zlodowaczeniami środkowopolskimi oraz pleniglacjalem zlodowacenia Wisły wiąże się akumulacja tzw. „lessów aluwialnych” oraz pokryw soliflukcyjnych i proluwialnych, często zawierających florę dryasową (12, 25, 28). Wzmóżona akumulacja pokryw stokowych zaznaczała się również w trakcie interpleniglacialnego ocieplenia interstadiału Paudorf (26) oraz w późnym glacialu (Alleröd).

W obrębie Pogórza Łącko-Podegrodzkiego oraz na północnym obrzeżeniu Beskidu Sądeckiego utwory glinasto-pylaste i pylaste przykrywają miąższą warstwą pokrywy aluwialne z glaciów Odry i Warty (riss I i II). Ich występowanie w zbliżonej wysokości nad korytem Dunajca (20–35 m) umożliwia korelację zachowanych fragmentów pokryw tarasowych.

J. Dziewański i L. Starkel (7) uważają osady soliflukcyjne i proluwialne, wkraczające na aluwia za młodsze stadium zlodowacenia środkowopolskiego (Warty). Według opinii M. Klimaszewskiego (11) i J. Cegły (4) pokrywy proluwialne towarzyszyły schyłkowym okresom wszystkich glaciów. Zdecydowana większość tych osadów wykazuje warstwowanie lub laminację, co świadczy o przemyciu przez wody spływające po stoku. J. Cegła (4) oraz J. Cegła i M. Harasimiuk (5), w odróżnieniu od starszych poglądów uznających omawiane gliny za utwory lessowe

Tabela I

#### ZESTAWIENIE OZNACZANYCH PRÓBEK

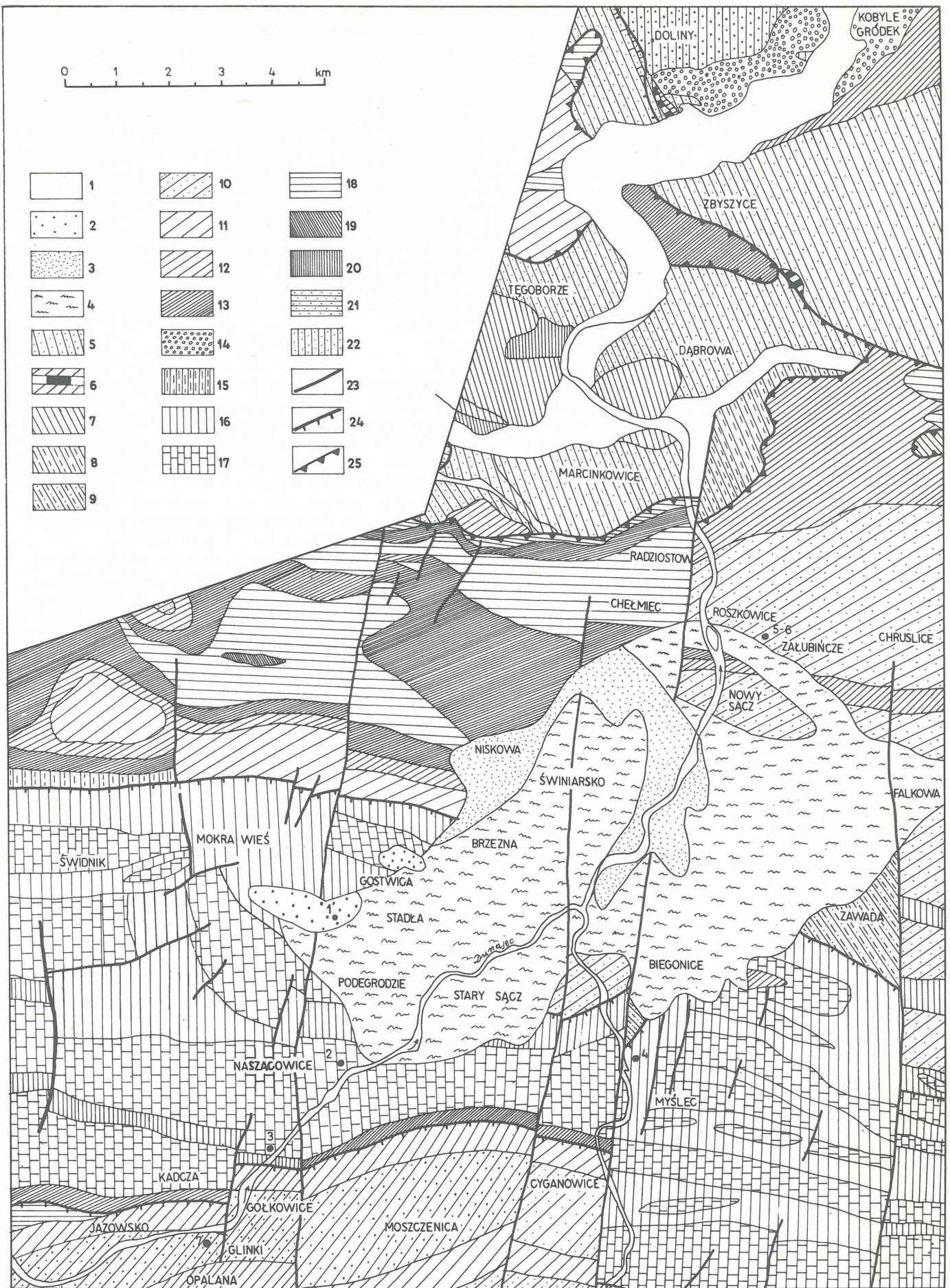
miejsowość	nr próbki	wiek TL w latach	aparaturowy błąd pomiaru ± lat
Barcynka	Lub-452	749 000	112 000
Podegrodzie	Lub-453	110 000	16 000
Plusy	Lub-454	137 000	20 000
Mysłec	Lub-455	100 000	15 000
Załuźbińcze	Lub-456	476 000	71 000
Załuźbińcze	Lub-457	390 000	58 000
Glinki	Lub-458	80 000	12 000

#### WYBRANE PARAMETRY UZIARNIENIA BADANYCH OSADÓW

Tabela II

Parametry	Barcynka Lub-452	Podegrodzie Lub-453	Plusy Lub-454	Mysłec Lub-455	Załuźbińcze Lub-456	Załuźbińcze Lub-457	Glinki Lub-458
Mediana $Md = d_{50}$ mm	0,55	0,022	0,075	0,024	0,025	0,043	0,245
Przeciętna średnica $Mz \phi$	1,32	6,30	4,40	6,00	5,90	4,90	1,10
Wysortowanie $So$ mm	1,73	4,40	3,00	2,89	3,32	2,18	6,32
Odchylenie kwartylowe $QD \phi$	0,75	2,15	1,55	1,55	1,70	1,10	2,70
Graficzne odchylenie standardowe $S_s \phi$	1,18	.	2,60	.	.	÷ 2,34	.
Skośność $Sk$ mm	2	101	28	76	80	41	65
Skośność kwartylowa $Sk \phi$	0,35	0,75	0,35	0,45	0,60	0,00	-1,80
Łączna skośność graficzna $S_{ki} \phi$	0,56	.	0,43	.	.	0,33	.
Graficzna kurtoza $K_g \phi$	1,12	.	1,15	.	.	1,43	.
Współczynnik nierównomierności uziarnienia $u$	0,48	0,06	0,20	0,12	0,12	0,17	0,01
Wskaźnik lessowy $L$	.	0,93	0,25	1,28	1,07	0,64	.
Wskaźnik uziarnienia Doeglasa $Q_1 M_d Q_3 \phi$	681	569	346	568	568	456	234

$$u = d_{60}/d_{10} \quad L = \frac{d_{0.05-0.02}}{d_{ponad 0.05}}$$



lub lessopodobne (10), uważają je za przemyte zwietrzeline fliszu.

Gliny proluwialne i deluwialne otoczenia Kotliny Sądeckiej (tab. II, ryc. 3) odznaczają się średnim udziałem frakcji lessowej (do 33%) i dużym udziałem frakcji piaszczystej, co upodabnia je do tzw. lessów deluwialnych opisanych m.in. z Płaskowyzu Nałęczowskiego (19). Do podobnego wniosku upoważnia analiza wartości wskaźnika uziarnienia Doeglasa. Lessy deluwialne (soliflukcyjne) powstawały przy współdziałaniu różnorodnych procesów stokowych, w tym soliflukcyjnych i kriogenicznych. Efektem tych procesów jest zmienny skład mechaniczny. Częste są warstwy o cechach lessu typowego, wzbogacone niekiedy we frakcję ilastą oraz warstewki piasku. Powszechnie występuje laminacja pozioma, smużyta i soczewkowa.

Bardzo wysoki udział frakcji pylastej (60–100%) w pokrywach deluwialnych Pogórza Podegrodzkiego, Gór Grybowskich i Beskidu Wyspowego umożliwia ich porównanie z mułkami opisanymi z Wyżyny Lubelskiej (19). Wartość modalna średnicy ziarn mieści się we frakcji 0,1–0,02 mm (34–46%). Udział frakcji „lessowej” nie przekracza 20–33%, a frakcji ilastej 12–16%. Wartości mediany wykazują znaczne podobieństwo do wartości otrzymanych dla lessów deluwialnych i eoliczno-deluwialnych z okolic Lublina (17). Wysortowanie glin proluwialnych i deluwialnych Kotliny Sądeckiej jest na ogół bardzo słabe, a wartości kurtozy wskazują na przewagę rozkładów bardziej stromych od normalnego (tab. II).

Generalnie, omawiane utwory stokowe z obszaru Kotliny Sądeckiej należy zaliczyć do pokrywowych utworów pyłowych, tj. osadów podobnych makroskopowo do lessów, o strukturze pyłowej, teksturze bezładnej, wykazujących często warstwowanie, laminację lub smugowanie (ryc. 5, 6, 7).

## WYNIKI DATOWAŃ BEZWZGLĘDNYCH

Stanowisko osadów z interglacjału mazowieckiego (wielkiego, holsztyńskiego, mindel–riss, lichwińskiego) znajduje się w Nowym Sączu, na prawym zboczu doliny Kamienicy Nawojowskiej, w pobliżu przysiółka **Zalubińcze**. 3-miąższości warstwę otoczków skał fliszowych i kwarcy-

tów tatrzańskich przykrywa 25 m grubości pokrywa glin piaszczysto-pylastych, z wyraźnie zaznaczającymi się 6 poziomami iluwalnymi (0,5–1,2 m miąższości), wzbogaconymi w wytrącenia limonityczne i manganowe. Przemycie gliny pylaste (ryc. 3, 7) wykazują skład litologiczny odpowiadający występującym w podłożu piaszczystym mikowym, zawierającym obfity detrytus roślinny. Gliny są odwapnione i nie zawierają fauny. Obecność laminacji wskazuje na przemycie przez wody spływające po stoku ku południowi. Próbkę pobrana z wysokości 52 m nad Kamienicą, ze spągu ciemnożółtych glin piaszczysto-pylastych, wykazała wiek  $476 \pm 71$  ka BP, tj. odpowiadający środkowej części zlodowacenia Sanu (Elstery, mindel II, Oka I), bądź starszej części interglacjału mazowieckiego. Natomiast próbka z wysokości 64,5 m (zglinione piaski pylaste) wskazuje na wiek odpowiadający interglacjałowi mazowieckiemu ( $390 \pm 58$  ka BP).

Poniżej ujścia Kamienicy Łąckiej serię żwirową z glacjału riss I przykrywa miąższa (7–18 m) warstwa glin proluwialnych, piaszczysto-pylastych i pylastych, nadbudowanych przez gliny piaszczyste z rumoszem piaszczystym i margli typu łąckiego. W cegielni Czarny Potok koło Łącka, pod warstwą gleby (0,4 m) zalegają gliny popielate z przerostami glin żółtych i siwych, plastycznych i średnioplastycznych, o przeciętnej miąższości 4,5 m. Pod glinami odsłaniają się ropy niebieskie plastyczne oraz ropy zielone, brunatne i szare, 4–5 m miąższości. Spoczywają one na zwietrzelinie warstw łąckich.

Utwory nadbudowujące serię żwirową (12–17,5 m) tarasu z glacjału riss II (Warty) osiągają największą miąższość w **Glinkach** (ryc. 6), na prawym zboczu doliny Dunajca (30 m). Na żwirach skał tatrzańskich i fliszowych zalegają naprzemianległe ułożone warstwy brunatnożółtych glin pylasto-piaszczystych i silnie scementowanych siwych glin pylastych, z soczewkami żółtych piasków drobno- i średnioziarnistych, ze żwirkami i otoczkami piaszczystymi i kwarców o średnicy 2–5 cm oraz wkładkami siwych pyłów. Częste są także poziomy wzbogacone w wytrącenia limonityczne oraz naloty manganowe. Próbkę pobrano z wysokości 19 m nad korytem Dunajca, w zachodniej ścianie cegielni, 1,5 m powyżej stropu serii żwirowej, z kompleksu siwych ropy piaszczystych z 1 cm laminami rdzawego

Ryc. 1. Szkic geologiczny Kotliny Sądeckiej według różnych autorów

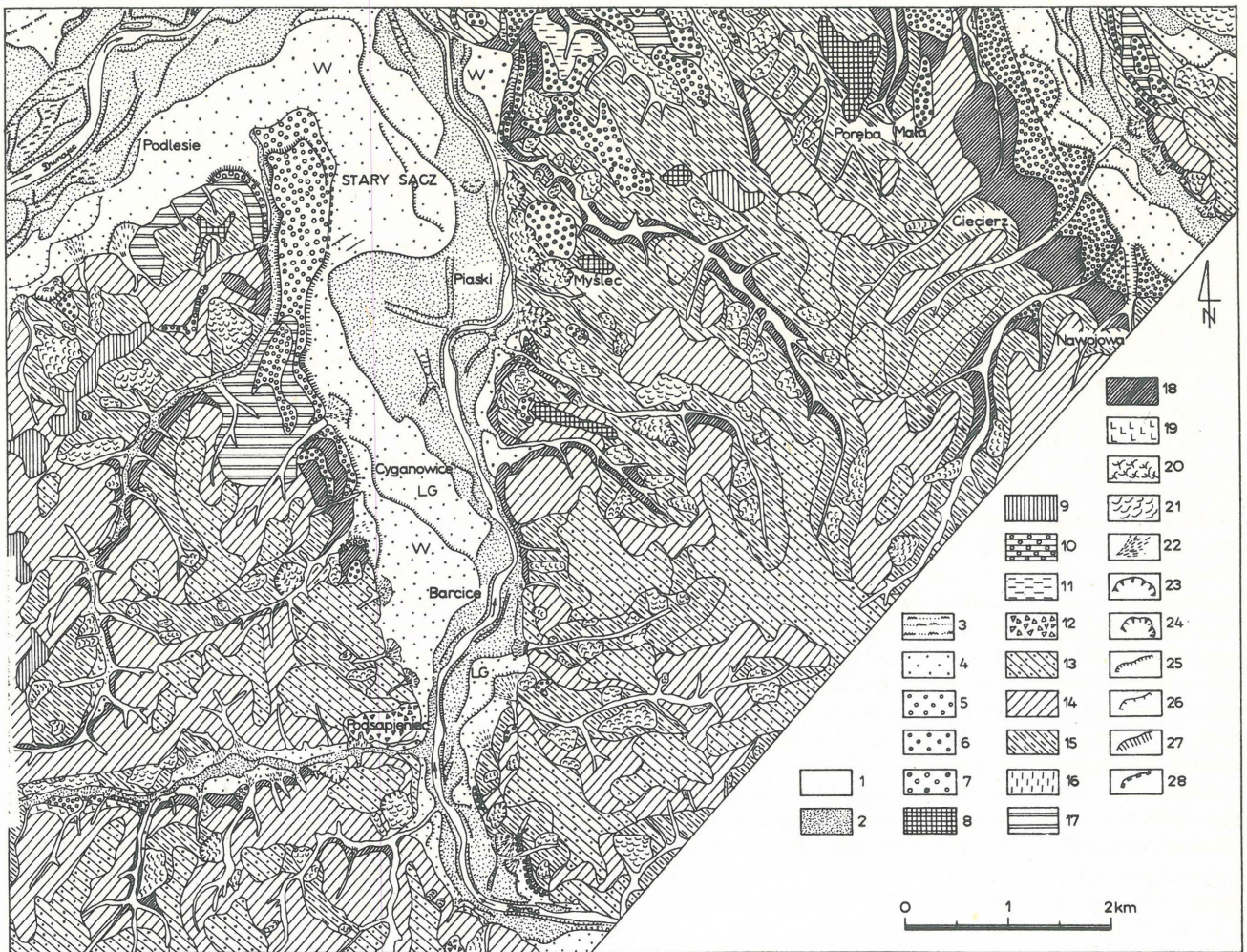
Fig. 1. Geological sketch of the Nowy Sącz Basin (compiled after various authors)

Czwartorzęd: 1 – miąższe aluwia holocenne Dunajca, 2 – wczesnoczwartorzędowe zlepienie. Miocen: 3 – ropy, mułki i piaski dolnego badenu, 4 – ropy, piaski i lignity karpata. Oligocen: 5 – piaskowce i łupki warstw krośnieńskich dolnych, 6 – warstwy menilitowe, 7 – piaskowce i łupki warstw cergowskich, 8 – piaskowce i łupki warstw podgrybowskich i grybowskich, 9 – łupki, piaskowce i margle warstw malcowskich. Eocen i oligocen: 10 – piaskowce i łupki warstw magurskich. Eocen: 11 – łupki i piaskowce warstw podmagurskich, 12 – łupki i piaskowce warstw hieroglifowych, 13 – łupki pstre, 14 – piaskowce ciężkowicie, 15 – piaskowce i zlepienie osieleckie, 16 – łupki i piaskowce warstw belowskich, 17 – margle, piaskowce i łupki warstw łąckich. Paleocen: 18 – piaskowce i łupki warstw istebniańskich górnych. Senon i paleocen: 19 – piaskowce i łupki warstw ropianianieckich, 20 – piaskowce i łupki warstw biotytytowych. Turon i senon: 21 – łupki pstre. Barrem–alb: łupki wierzchowskie; 23 – uskoki, 24 – nasunięcia jednostek tektonicznych niższego rzędu, 25 – nasunięcia głównych jednostek tektonicznych

Quaternary: 1 – thick Holocene alluvia of the Dunajec river, 2 – Lower Quaternary conglomerates. Miocene: 3 – clays and sands of the Lower Badenian, 4 – clays, sands and lignites of the Karpatian. Oligocene: 5 – sandstones and shales of the Lower Krosno Beds, 6 – Menilite Beds, 7 – sandstones and shales of the Cergowa Beds, 8 – sandstones and shales of the Sub-Grybów and Grybów Beds, 9 – shales, sandstones and marls of the Malcov Beds. Eocene and Oligocene: 10 – sandstones and shales of the Magura Beds. Eocene: 11 – shales and sandstones of the Sub-Magura Beds, 12 – shales and sandstones of the Hieroglyphic Beds, 13 – Variegated Shales, 14 – Ciężkowice Sandstones, 15 – Osielec sandstones and conglomerates, 16 – shales and sandstones of the Beloveza Beds, 17 – marls, sandstones and shales of the Łącko Beds, Palaeocene: 18 – sandstones and shales of the Upper Istebna Beds. Senonian and Palaeocene: 19 – sandstones and shales of the Ropianka Beds, 20 – sandstones and shales of the Biotitic Beds. Turonian and Senonian: 21 – Variegated Shales. Barremian and Albanian: 22 – Veřovice Beds; 23 – faults, 24 – overthrusts of small tectonic units, 25 – overthrust of main tectonic units

Lokalizacja próbek datowanych termoluminescencyjnie: 1 – Barcynka, 2 – Podegrodzie, 3 – Płusy, 4 – Myślec, 5–6 – Zalubińcze, 7 – Gliniki

Samples taken for TL dating: 1 – Barcynka, 2 – Podegrodzie, 3 – Płusy, 4 – Myślec, 5–6 – Zalubińcze, 7 – Glinki



Ryc. 2a. Mapa osadów czwartorzędowych Kotliny Sądeckiej i jej otoczenia (część południowa)

Fig. 2a. Map of Quaternary deposits within the Nowy Sącz Basin and its surroundings (southern part)

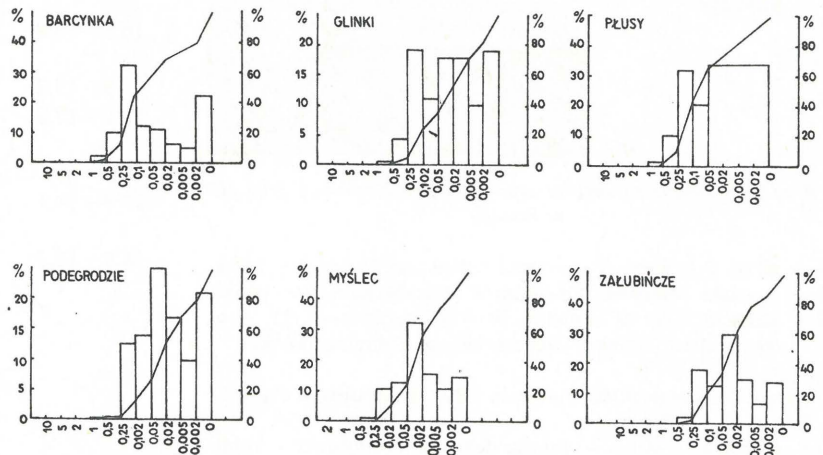
Osady rzeczne: 1 – piaski, gliny i żwiry oraz namuły gliniasto-piaszczyste wypełniające dna małych dolin, 2 – piaski, żwiry i gliny tarasów holocenijskich, 3 – mułki i muły piaszczyste starorzeczne, 4 – piaski i żwiry oraz gliny tarasów skalno-osadowych i akumulacyjnych z późnego glaciału (LG) i z okresu pełni ostatniego zlodowacenia (W), 5 – żwiry, piaski i gliny tarasów skalno-osadowych z glaciałów Odry i Warty, 6 – żwiry, piaski i gliny tarasów skalno-osadowych z glaciałów Nidy i Sanu, 7 – żwiry i piaski tarasów skalno-osadowych z glaciału Narwi, 8 – żwiry i piaski tarasów skalno-osadowych z piętra otwockiego (Donau), 9 – żwiry i piaski tarasów skalno-osadowych z piętra Biber, 10 – wczesnoczwartorzędowe (interglacjał podlaski) zlepnieńce. Utwory miocenijskie: 11 – ilolupki i piaski z soczewkami lignitów (karpat) oraz piaski i wapień piaszczyste (baden). Pokrywy zwietrzelinowe: 12 – gliny piaszczyste z dużą ilością ostrokrędkowatego rumoszu, 13 – gliny piaszczyste z rumoszem, 14 – gliny piaszczyste, 15 – gliny piaszczysto-ilaste i ilasto-piaszczyste, 16 – gliny pylaste. Pokrywy deluwialne i proluwialne: 17 – gliny pylaste z naciekami i drobnymi kongrecjami związków Fe i Mn oraz piaski pylaste na utworach akumulacji rzecznej, 18 – gliny soliflukcyjne i częściowo deluwialne z odłankami piaskowców, 19 – gliny deluwialne piaszczyste, niekiedy z rumoszem. Koluwia: 20 – osuwisk czynnych, 21 – osuwisk martwych; 22 – osady stożków napływowych, 23 – nisze osuwisk skalnych, 24 – nisze osuwisk skalno-zwietrzelinowych i zwietrzelinowych. Krańdziały tarasów rzecznych: 25 – do 3 m, 26 – 3–6 m, 27 – 6–12 m, 28 – ponad 12 m wysokości

Fluvial deposits: 1 – sands, loams, gravels and muds filling the bottoms of small valleys, 2 – sands, gravels and loams of Holocene terraces, 3 – muds and silts of oxbow-lakes and abandoned channels, 4 – gravels, sands and loams of Late Glacial (LG) and Vistulian (W) terraces, 5 – gravels, sands and loams of the Odranian and Wartanian terraces, 6 – gravels and sands of the Nidanian and Sanian terraces, 7 – gravels and sands of the Narewian terraces, 8 – gravels and sands of the Otwockian (Donau) terraces, 9 – gravels and sands of the Biber terrace, 10 – Early Quaternary (Cromerian, Podlaskan) conglomerates. Miocene (Karpatian-Lower Badenian) deposits: 11 – clayey shales, sands containing lignitic lenses and sandy limestones. Waste-cover deposits: 12 – sandy loams containing a large amount of pebbles and debris, 13 – sandy loams containing angular debris, 14 – sandy loams, 15 – sandy-clayey loams, 16 – silty loams. Deluvial-proluvial deposits: 17 – strongly cemented silty loams containing Fe–Mn hardpans and nodules and silty sands overlying fluvial covers, 18 – solifluctional, partly deluvial loams, containing debris, 19 – deluvial sandy loams with debris. Colluvia: 20 – of active landslides, 21 – of inactive landslides; 22 – alluvial fans, 23 – scarps of rocky landslides and rockfalls, 24 – scarps of landslumps and landslips. Scarps of river terraces of relative altitudes: 25 – up to 3 m, 26 – 3–6 m, 27 – 6–12 m, 28 – above 12 m



Ryc. 2b. Mapa osadów czwartorzędowych Kotliny Sądeckiej i jej obrzeżenia (część północna). Objasnienia – por. ryc. 2a

Fig. 2b. Map of Quaternary deposits within the Nowy Sącz Basin and its surroundings (northern part). For explanations – see Fig. 2a.



Ryc. 3. Wybrane histogramy uziarnienia analizowanych osadów

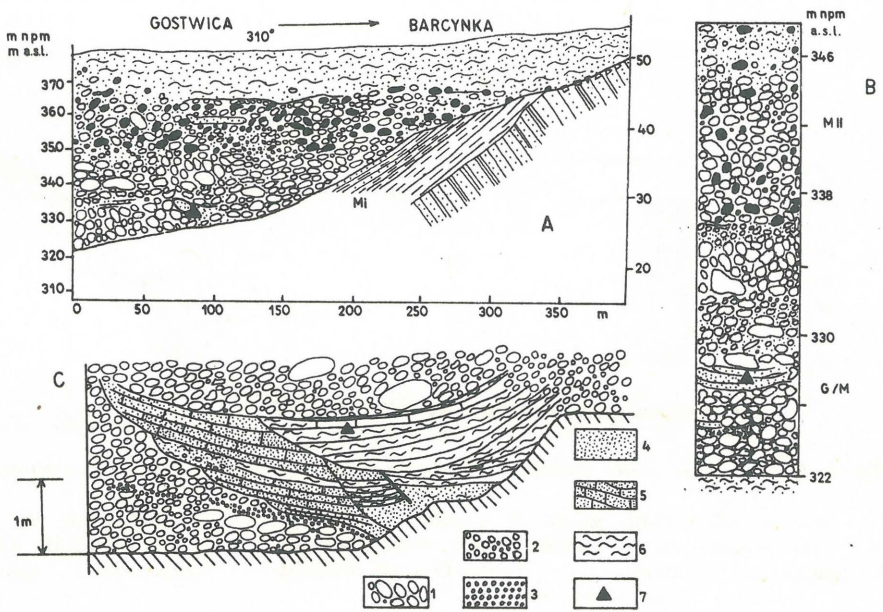
Fig. 3. Selected grain-size histograms of analysed deposits

Ryc. 4. Stanowisko z interglacjału podlaskiego w Barcynce (rejon Gostwicy)

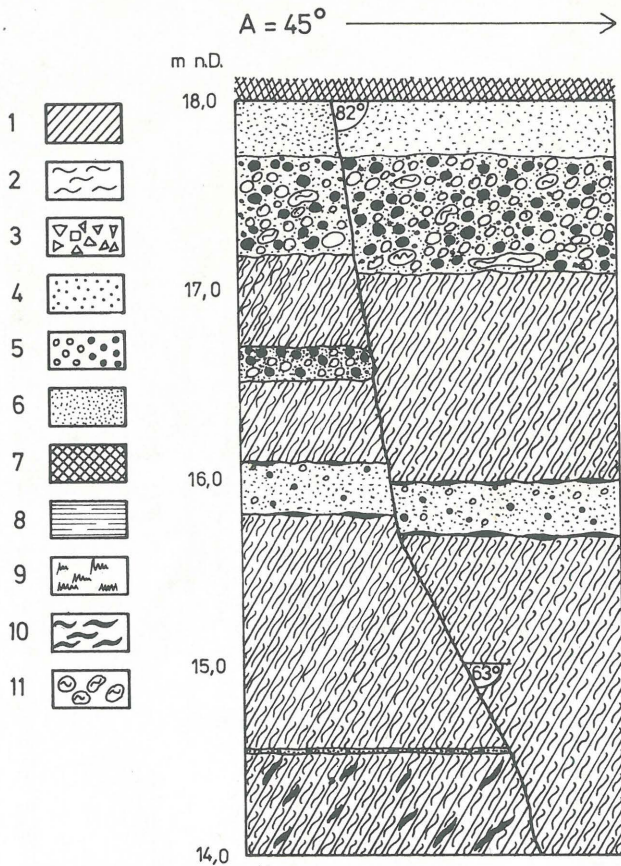
A – przekrój lewego zbocza potoku Barcynka w Gostwicy, B – profil utworów wczesnoczwartorzędowych, 1 – otoczaki skał fliszowych, 2 – otoczaki skał tatrzańskich, C – fragment odsłonięcia przedstawionego na ryc. A, 1 – głazy i głaziki, 2 – otoczaki skał fliszowych, 3 – żwiry i piaski, 4 – piaski, 5 – piaski scementowane spoiwem illitowo-węglanowym, 6 – mułowce margliste, 7 – próba datowana TL

Fig. 4. Site Barcynka (near Gostwica) of the Cromerian (Podlasiian) deposits

A – section of the left-hand side of the Barcynka valley, B – profile of Early Quaternary deposits, 1 – pebbles of flysch rocks, 2 – pebbles of Tatra rocks, C – fragment of the outcrop shown in Fig. A, 1 – boulders, 2 – pebbles of flysch rocks, 3 – gravels and sands, 4 – sands, 5 – sands cemented by illite-carbonate matrix, 6 – marly mudstones, 7 – sample dated by TL method



## Podegrodzie - Płusy



Ryc. 5. Fragment odsłonięcia utworów z glacialu Warty (riss II) w Plusach

1 - gliny, 2 - pyły, 3 - rumosz ostrokrawędzisty, 4 - żwiry, 5 - otoczaki materiału lokalnego i tatrzańskiego, 6 - piaski, 7 - gleba, 8 - ily, 9 - mułki, 10 - naloty żelaziste, 11 - toczące ilaste. Trójkąt oznacza miejsce pobrania próbki

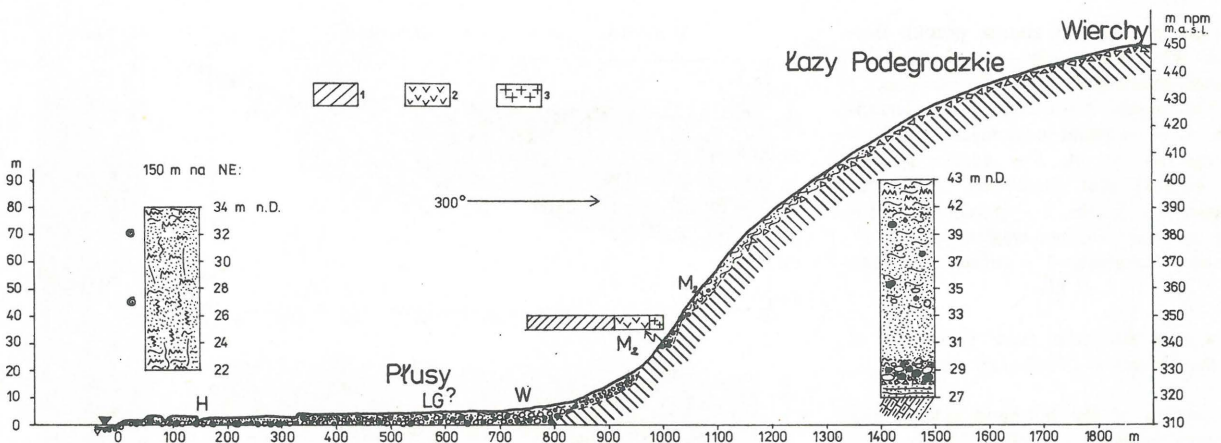
Fig. 5. Outcrop of the Wartian (Riss II) deposits at Plusy

1 - loams, 2 - silts, 3 - angular debris, 4 - gravels, 5 - pebbles of local and Tatra rocks, 6 - sands, 7 - soil cover, 8 - clays, 9 - sandy silts, 10 - ferruginous hardpans and concretions, 11 - clay balls. The triangle denotes sample taken for TL dating

drobnoziarnistego piasku, poziomo laminowanego. Wiek tych osadów wskazuje ( $80 \pm 12$  ka BP) na akumulację pokryw stokowych także we wczesnym wistulianie (interstadium Brörup, geoklimatocrona TMS 3/2 - por. 32).

Poniżej ujścia Stomki, na W od Podegrodzia, w Plusach, na 14 m wysokości cokole skalnym zbudowanym z warstw belowskich odsłaniają się utwory zaklasyfikowane uprzednio (34, 35) do piętra riss I. Są to pyły barwy siwej i jasnożółtej, silnie scementowane, przeławiczone zbitymi glinami pylastymi i pylasto-piaszczystymi oraz warstewkami żwirów skał fliszowych i tatrzańskich. Często są także konkracje węglanowe oraz nieuzbrojone toczące ilaste. Strop serii budują zbite piaski bardzo drobnoziarniste oraz gliny pylaste. Profil omawianych osadów przedstawia się następująco:

14,0 - 14,5 m jasnoniebieska zbita glina pylasta z nalotami limonitycznymi,  
 14,5 - 14,6 scementowany drobnoziarnisty piasek z drobnym żwirum kwarcytów (0,5 - 1 cm) oraz ostrokrawędzistym rumoszem piaskowców,  
 14,6 - 15,8 siwa zbita glina pylasta,  
 15,8 - 16,0 żółty piasek bardzo drobnoziarnisty z rzadkimi otoczkami skał tatrzańskich i fliszowych, o średnicy 2 - 4 cm do 4 - 5 cm, w drobnym żwirze,  
 16,0 - 16,5 jasnoniebieski silnie zbity pył (TL  $137 \pm 20$  ka BP),  
 16,5 - 16,8 otoczki o średnicy 4 - 6 cm w bardzo drobnoziarnistym piasku,  
 16,8 - 17,2 jasnożółte scementowane gliny pylaste,  
 17,2 - 17,9 otoczki o rozmiarach 3 - 4 (do 8) cm, w piasku bardzo drobnoziarnistym, rzadkie nieuzbrojone toczące ilaste,  
 17,9 - 18,1 zbita jasnożółta glina pylasta, zażelaziona, pocięta spękaniem subwertykalnymi,  
 18,1 - 18,7 łożko żwirowe w zbitym piasku drobnoziarnistym, w spągu otoczki o średnicy 4 cm (do 8 - 12 cm), z nieregularnego kształtu toczkami ilastymi (5 - 10 cm) oraz konkracjami węglanowymi. Otoczki piaskowcowe silnie spękane. Zaznacza się 10 - 22 cm miąższości soczewka zbitego piasku drobnoziarnistego z 3 cm wkładką drobnego żwiru,  
 18,7 - 19,6 piasek bardzo drobnoziarnisty, zbity,  
 19,6 - 22,0 zbity żółty piasek ilasty,

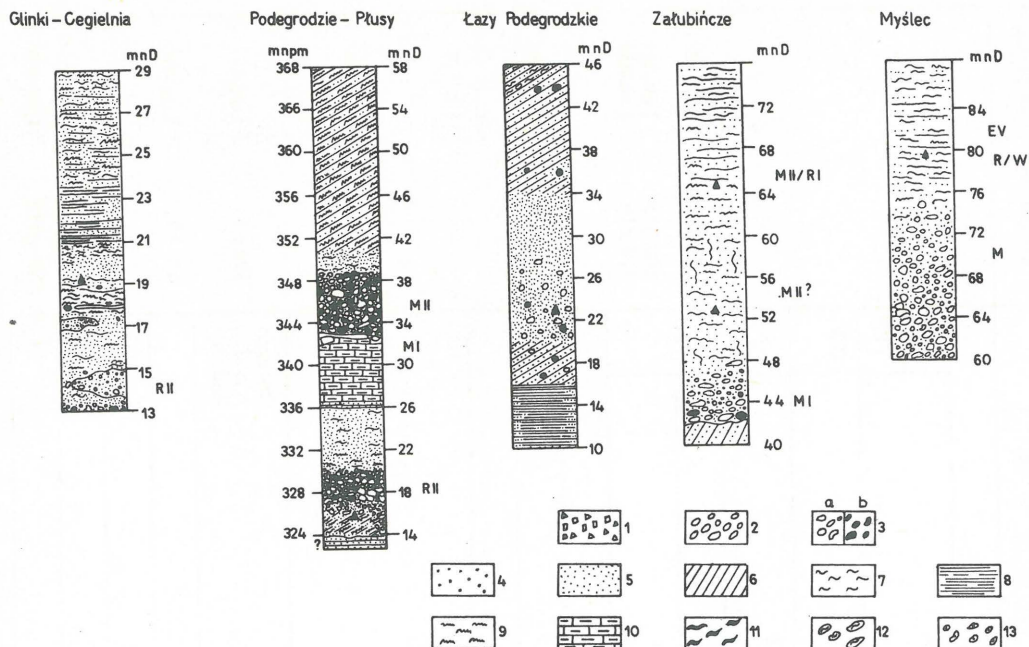


Ryc. 6. Przekrój przez dolinę Dunajca w Plusach - Podegrodziu

H - holocen, LG - późny glacial, W - zlodowacenie Wisły, M<sub>2</sub> - zlodowacenie Sanu. Diagram składu petrograficznego: 1 - piaskowce, 2 - kwarcyty, 3 - granity. Pozostałe objaśnienia - por. ryc. 5

Fig. 6. Section across the valley of Dunajec at Plusy - Podegrodzie

H - Holocene, LG - Late Glacial, W - Vistulian, M<sub>2</sub> - Sanian (Mindel II). Diagram of petrographic composition: 1 - sandstones, 2 - quartzites, 3 - granites. Other explanations - see Fig. 5



Ryc. 7. Wybrane profile litologiczne utworów czwartorzędowych Kotliny Sądeckiej

1 - rumosz ostrokrawędzisty, 2 - bloki, 3 - otoczaki: a - materiału lokalnego, b - materiału tatrzańskiego, 4 - żwir, 5 - piaski, 6 - gliny, 7 - pyły, 8 - iły, 9 - mułki, 10 - margle, 11 - naloty żelazisto-manganowe, 12 - toczące ilaste, 13 - kongrecje węglanowe, 14 - lokalizacja próbek TL

Fig. 7. Selected lithological profiles of Quaternary deposits of the Nowy Sącz Basin

1 - angular debris, 2 - blocks, 3 - pebbles: a - of the local material, b - of the Tatra material, 4 - gravels, 5 - sands, 6 - loams, 7 - silts, 8 - clays, 9 - sandy clays, 10 - marls, 11 - Fe-Mn hardpans and concretions, 12 - clay balls, 13 - carbonate concretions, 14 - samples taken for TL dating

22,0–26,0 zglinione piaski bardzo drobnoziarniste, żółte.

Datowanie TL próbki pobranej z wysokości 16 m nad Dunajcem, 1,2 m poniżej spągu serii otoczakowej, skłania do zaliczenia omawianych utworów do zlodowacenia Warty (riss II, Lausitzer Kaltzeit, zlod. moskiewskie).

Na NE od stanowiska w Płusach odsłaniają się 13 m miąższości (22–35 m nad Dunajcem) utwory pylasto-piaszczyste, zawierające faunę ślimaków lessowych. Profil rozpoczyna się plastycznymi, lekko spiaszczonymi glinami barwy brunatnej, przykrytymi przez 4 m miąższości warstwowane jasnożółte gliny pylaste. Malakofauna występuje w piaskach pylastych w poziomie 26–32 m. W próbkach pochodzących z wysokości 28 m dr M. Stworzewicz uprzejmie oznaczyła następujące gatunki: *Succinea oblonga elongata*, *Pupilla muscorum*, *Vallonia pulchella*, *Helicella cf. strata*, a z wysokości 32 m: *P. muscorum*, *S. oblonga elongata*, *V. costata* oraz *V. pulchella*. Badania prowadzone w rejonie Podegrodzia przez S.W. Alexandrowicza (1) wykazały dominację zimnolubnych form stepowych, w szczególności *Succinea blonga*, *Pupilla muscorum*, *Vallonia*, *Cochlodina* i *Vitrea*.

Na lewym zboczu doliny Dunajca w Podegrodziu (ryc. 6, 7) seria żwirowa z piętra riss I (Odry) jest przykryta przez 16 m miąższości pokrywę utworów pylastych i pylasto-piaszczystych:

- 16,0–16,5 m żółte gliny pylasto-piaszczyste, silnie plastyczne,
- 16,5–17,0 drobny rumosz piaskowcowy w glinie piaszczystej,
- 17,0–19,5 żółte gliny pylasto-piaszczyste,
- 19,5–20,0 siwe iły plastyczne,
- 20,0–21,0 silnie zbite, plastyczne, żółte gliny pylaste, w stanie niezwiertalnym siwe, ze śladami laminacji poziomej,

21,0–22,0 jasnożółte piaski bardzo drobnoziarniste, bezstrukturalne, z soczewkami silnie zbitej jasnosiej gliny, przykryte przez mułki pylaste z nalotami limonitycznymi i 2–3 cm miąższości wkładkami piasków pylastych, w stropie poziomo laminowane. Próbkę do datowania TL pobrano z wysokości 22 m nad Dunajcem, uzyskując wiek  $110 \pm 16$  ka BP, co wskazuje na sedymentację w późnym eemie *s.l.* lub na początku wczesnego glacjału (Vistulian I),

- 22,0–22,5 siwe gliny pylaste zbite, poziomo laminowane, powierzchnie graniczne lamin zażelazione,
- 22,5–26,0 jasnożółte piaski bardzo drobnoziarniste, miejscami poziomo laminowane oraz piaski pylaste z 20 cm miąższości soczewkami piasku drobnoziarnistego,
- 26,0–31,0 w spągu piaski bardzo drobnoziarniste, wyżej – piaski pylaste i zbite pyły piaszczyste,
- 31,0–32,0 żółte gliny pylasto-piaszczyste, silnie plastyczne.

Na południowym obrzeżeniu Kotliny Sądeckiej kilkumetrowej miąższości gliny pylasto-piaszczyste przykrywają serię żwirową stożka fluwioglacjalnego u zbiegu Dunajca i Popradu, o wysokości względnej 20–25 m. Gliny te wykazują liczne ślady zaburzeń krioturbacyjnych (11).

W dolinie Popradu, na aluwialnym tarasie z piętra riss II (Warty) zalega 5–15 m miąższości seria scementowanych ciemnożółtych piasków bardzo drobnoziarnistych, gliniastych oraz glin piaszczysto-pylastych o barwach żółtych i brunatnych.

W obrębie prawego zbocza doliny Popradu w Mysłcu (ryc. 7) odsłaniają się 16 m miąższości seria otoczaków o zdecydowanej przewadze piaskowców i kwarcytów nad silnie



Piętra <sup>18</sup> O (24)	Wiek tys. lat BP (18, 27, 23, 15)	Wiek tys. lat BP (31, 32)	Europa NW (30, 9)	NRD (6, 8, 29)	Alpy	Tarasy Renu (3)	Cykle lessowe (13, 14)	Polska Centralna (23, 31, 32, 15, 16)	Karpaty – Kotlina Sądecka tys. lat BP nr próbki		
1			Flandrian	Holocen	Holocen		A	Holocen			
2		32,9	Late Gl.	Vistulian	Würm	LOW T	B	Vistulian	Vistula 3	LV	
			Denekamp						KMS 1	YPV	
			Hengelo Moershoofd						TMS 2/1	IPV	
			Odderade						Vistula 2 KMS 2	OPV	
			Brörup						TMS 3/2	EV	
5	Ammersfoort	Vistula 1 KMS 3									
6	73–128	114,63	Eemian	Eem	R/W			Eemian			
	128–158	135,12	Saalian	Saale	Saale 3	Riss	MT IV	C	Wartanian	137±20	Lub-454
7	158–208	Rügen			Lublinian						
8	208–277	Saale 2			D				Odranian		
9		Treene Saale 1	M/R	MT III		D					
10		Holsteinian						Holstein	Dömnitz Fuhne		
11	277–442		Holstein s. str.								
12											
13											
14	442–500	687–748,5	Elsterian	Elster	Mindel II	MT II	E	Sanian	476±71	Lub-456	
15	500–605			Voigstedt	MI/MII			Malopolitanian			
16	605–690			Helme	Mindel I			Nidanian			
17	690–870	810–871	Cromerian	Artern	G/M	HT	F	Podlasian	749±112	Lub-452	
18	870–920	Menapian	Unstrut	Günz	Narewian						
19	920–1250	Waalian	Borntal	D/G	Celestynowian						
20	1250–1790	Eburonian		Donau	Ottockian						

zwietrzalnymi granitami, tworzących tłok zwirowy w jasno-żółtym piasku średnio- i gruboziarnistym, miejscami żelazionym. Seria ta, datowana na piętro mindel (południowopolskie, Elstery, Oki – por. 33, 34, 35), spoczywa na 47–48 m wysokości cokole skalnym. Przykrywa ją 7 m miąższości warstwa zbitych, brunatnoczerwonych glin pylasto-piaszczystych, silnie spękanych. Próbką pobrana z wysokości 79 m nad Popradem określa czas depozycji utworów pylasto-piaszczystych na wczesny wistulian (KMS 3) bądź późny eem *s.l.* ( $100 \pm 15$  ka BP).

#### UWAGI KOŃCOWE

Omówione wyniki datowań termoluminescencyjnych osadów czwartorzędowych Kotliny Sądeckiej wskazują na interglacjalny lub interstadialny (tab. III) charakter utworów pylasto-piaszczystych i pylastych, przykrywających różnowiekowe serie aluwialne. Etapy wzmoczonej akumulacji pokryw stokowych zaznaczały się w interglacjale mazowieckim (Załubińcze) i eemskim (Płusy, Podegrodzie, Myślec), a także w interstadiale Brörup (Glinki). Na szczególną uwagę zasługują zlepieńce NW obrzeżenia Kotliny Sądeckiej (Gostwica, Brzezna, Niskowa), reprezentujące jedyne – obok itów z Szaflar (2) – stanowisko osadów z interglacjalu podlaskiego w Karpatach.

#### LITERATURA

- Alexandrowicz S.W. – Malakofauna osadów czwartorzędowych w Karpatach. Program 95 Sesji Nauk. Inst. Geol. Kraków 1980.
- Birkenmajer K., Stuchlik L. – Early Pleistocene pollen-bearing sediments at Szaflary, West Carpathians, Poland. Acta Palaeobot. 1975 nr 2.
- Brunnacker K. – Classification and stratigraphy of the Quaternary terraces of the Lower Rhine area. Rep. no 5 "Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere" IGCP 1979.
- Cegła J. – Porównanie utworów pyłowych kotlin karpackich z lessami Polski. Ann. UMCS Sec. B 1963 v. 18.
- Cegła J., Harasimiuk M. – Niektóre właściwości fizyczne utworów pyłowych kotlin karpackich i lessów wyżynnych. Ibidem 1969 v. 22.
- Čepek A.G. – Stand und Probleme der Quartärstratigraphie im Nordteil der DDR. Ber. Deutsch. Geol. Ges. Wiss. A – Geol. Paläont. 1967 v. 12.
- Dziewański J., Starkel L. – Slope covers on the middle terrace at Zabrodzie upon the San. Stud. Geomorph. Carp.-Balc. 1967 v. 1.
- Głazek J., Harmon R.S., Nowak K. – Uranium-series dating of the hominid-bearing travertine deposit at Bilzingsleben, GDR and its stratigraphic significance. Acta Geol. Pol. 1980 v. 30.
- Hammen T. van der, Wijmstra T.A., Zagwijn W.H. – The floral record of the Late Cenozoic of Europe. The Late Cenozoic Glacial Ages. New Haven, Yale Univ. Press 1971.
- Klimaszewski M. – Polskie Karpaty Zachodnie w okresie dyluwialnym. Acta Geogr. Univ. Wratisl. 1948 nr 7.
- Klimaszewski M. – The Carpathians. Guide-book of excursion, Vith INQUA Congress, pt. 3, 1961.
- Klimaszewski M., Szafer W., Szafran B., Urbański J. – Flora dryasowa w Krościenku nad Dunajcem. Biul. Państw. Inst. Geol. 1950 nr 24.
- Kukla G. – Quaternary sedimentation cycle – survey of Czechoslovak Quaternary. Pr. Inst. Geol. 1961 nr 34.
- Kukla G. – The classical European glacial stages: correlation with deep-sea sediments. Trans. Nebraska Acad. Sci. 1978 v. 6.
- Lindner L. – Zarys chronostratygrafii czwartorzędu regionu świętokrzyskiego. Kwart. Geol. 1980 nr 3.
- Lindner L. – South-Polish glaciations (Nidanian, Sanian) in southern Central Poland. Acta Geol. Pol. 1982 v. 32.
- Maruszczak H., Racinowski R. – Dynamika akumulacji eolicznej lessu młodszego w okolicy Lublina w świetle badań uziarnienia i składu minerałów ciężkich. Biul. Inst. Geol. 1976 nr 297.
- Montfrans H.M. van – Palaeomagnetic dating in the North Sea Basin. N.V. Princo, Rotterdam 1971.
- Nowak J. – Charakterystyka uziarnienia utworów pyłowych strefy krawędziowej północnej części Wyżyny Lubelskiej. Ann. UMCS Sec. B 1977–78 v. 32–33.
- Oszczypko N. – W sprawie wieku zlepieńców z materiałem fliszowym w Kotlinie Sądeckiej. Kwart. Geol. 1970 nr 4.
- Oszczypko N. – Budowa geologiczna Kotliny Sądeckiej. Biul. Inst. Geol. 1973 nr 271.
- Oszczypko N., Wójcik A. – Utwory czwartorzędowe Beskidu Sądeckiego między Wietrznica a Jazowskiem. Ibidem w druku.
- Różycki S.Z. – Od „Mocht” do syntezy stratygrafii plejstocenu Polski. Roczn. Pol. Tow. Geol. 1978 z.3–4.
- Shackleton N.J., Opdyke N.D. – Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28–238: oxygen isotope temperatures and ice-volumes on a  $10^5$  year and  $10^6$  year scale. Quatern. Res. 1973 v. 3.
- Sobolewska M., Starkel L., Środoń A. – Młodszy plejstocen w Wadowicach. Folia Quaternaria 1964 v. 16.
- Starkel L. – Last Glacial and Holocene fluvial chronology in the Carpathian valleys. Studia Geomorph. Carpatho-Balkan, 1977 v. 9.
- Suggate R.P. – When did the Last Interglacial end? Quatern. Res. 1974 v. 4.
- Środoń A., Starkel L. – Pleistocene floras in the river system of the Upper Vistula. Guide-book of excursion, Vith INQUA Congress, pt. 3, 1961.
- Wiegank F. – Palaeomagnetic dating and correlation of Quaternary deposits in the GDR. Rep. 5 „Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere” IGCP 1979.
- Woldstedt P. – Das Eiszeitalter, v. 1, 2nd ed. Ferdinand Enke, Stuttgart 1953.
- Wysoczański-Minkowicz T. – Ustalenie wieku jednostek klimatostratygraficznych w interglacjale Riss-Würm. Arch. Inst. Geofiz. PAN, Warszawa 1979.
- Wysoczański-Minkowicz T. – Climatostratigraphic subdivision of the last cool period (Vistulian). Quatern. Stud. 1982 nr 3.
- Zuchiewicz W. – The Late Neogene-Quaternary tectonics of the Polish West Carpathians. Bull. INQUA Neotect. Comm. 1981 v. 4.
- Zuchiewicz W. – Quaternary evolution of valley floors in the Dunajec drainage basin (Polish West Carpathians). Studia Geomorph. Carpatho-Balkan., w druku.
- Zuchiewicz W. – The Late Neogene-Quaternary tectonic mobility of the Polish West Carpathians. A case study of the Dunajec drainage basin. Roczn. Pol. Tow. Geol., w druku.

## SUMMARY

Seven thermoluminescent datings of alluvial and slope deposits of the Nowy Sącz Basin (Polish West Carpathians) have been made. The obtained results (cf. Table I) indicate interglacial or interstadial (Table III) character of silty-sandy and silty deposits, covering various alluvial series. Main stages of accumulation of slope covers could be assigned to the Masovian and Eemian interglacials, as well as to the Brörup interstadial period. Special attention should be given to Early Quaternary conglomerates cropping out on the NW margin of the Nowy Sącz Basin. These conglomerates represent, besides the clays of Szaflary (Pieniny Klippen Belt), the second locality of the Podlasiian (Cromerian) deposits in the Polish Carpathians.

*Translated by the Author*

## РЕЗЮМЕ

В окаймлении Сондетской котловины было проведено 7 термолюминесценционных датирований речных и склоновых осадков. Полученные результаты (таблица I) указывают на межледниковый или интерстадиальный характер пылюсто-песчанистых и пылистых отложений прикрывающих аллювиальные серии разного возраста. Этапы увеличенной аккумуляции склоновых покровов выделились в мазовецком и ээмском межледниковьях, а также в интерстадиале Брюруп. Особенно интересны конгломераты СЗ окаймления Сондетской котловины, представляющие собой единственное — кроме илов из Шафляр — нахождение осадков подляского (кромерского) межледниковья в Карпатах.