

## Osady lodowcowe na przedpolu Tatr w rejonie Toporowej Cyrhli i Niżniej Palenicy Pańszczykowej

Magda Derkacz<sup>1</sup>, Bogusław Marcinkowski<sup>1</sup>, Marcin Żarski<sup>1</sup>



M. Derkacz      B. Marcinkowski      M. Żarski

Glacial deposits in the foreland of Tatra Mountains near Toporowa Cyrhla and Niżnia Palenica Pańszczykowa. *Prz. Geol.*, 57: 80–84.

*Abstract.* Tills in fluvioglacial cone of Sucha Woda Valley near Toporowa Cyrhla and Niżnia Palenica Pańszczykowa were recognized during mapping Tatra Mountains in scale 1 : 10 000. Tills with big boulders occur outside maximum range of Würm Glaciation end moraines and probably were accumulated by glacier of Riss Glaciation. Grain size composition, petrographical content (grains 5–10 mm) and compositions of heavy minerals (grains 0.1–0.25 mm) were investigated in tills. Dusty and clay fraction prevails (50–70%) above sandy and gravel fraction in these sediments. Gravel of granite without sandstone predominates in samples from Toporowa Cyrhla

and gravels of sandstone with granite prevail in deposits of Niżnia Palenica Pańszczykowa. Granite in tills deposits occur in upper part of Sucha Woda Valley near Hala Gąsienicowa. Sandstone occur in middle and lower part of valley. Different petrographical content of samples from Toporowa Cyrhla and Niżnia Palenica Pańszczykowa could indicate various glaciers accumulated tills or various age of investigated sediments. Non-resistant minerals and magnetite prevail among heavy minerals. These investigations suggest glacial origin of these deposits and delimit bigger range of glacial tills by this day.

**Keywords:** *The Tatra Mountains, Pleistocene Glaciations, glacial and fluvioglacial deposits*

Utwory czwartorzędowe w Tatrach i na ich przedpolu, mimo prowadzonych od blisko stu lat wielu badań i opracowań, nie zostały dotychczas dokładnie rozpoznane. Brakuje przede wszystkim syntetycznego opracowania korelującego wiek i zasięgi zlodowaceń tatrzańskich. Przyczyną tego stanu są trudności w wyborze i zastosowaniu odpowiednich metod badawczych do określenia wieku bezwzględnego osadów czwartorzędowych oraz trudności kartograficzne wynikające ze skomplikowanej budowy form rzeźby lodowcowej (trudne do sprecyzowania i korelacji resztkowo zachowane osady starszych zlodowaceń oraz złożoność budowy akumulowanych form rzeźby glacialnej — nakładanie się na siebie różnowiekowych form jednego zlodowacenia i wieloetapowość recesji zaznaczająca się na niewielkiej odległości).

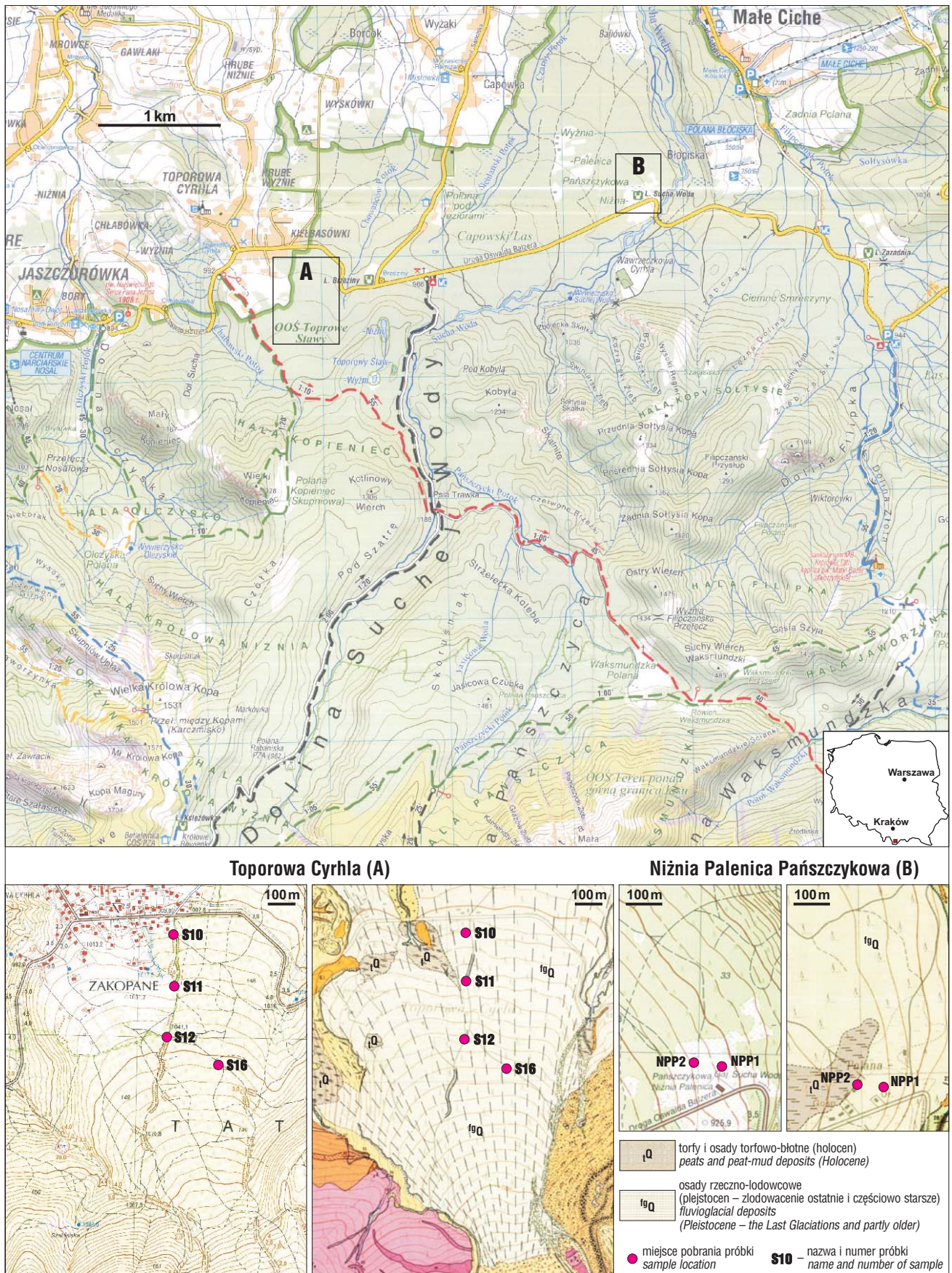
Podczas kartograficznych prac reambulacyjnych pierwszych 9 arkuszy *Szczegółowej mapy geologicznej Tatr w skali 1 : 10 000* (Iwanow i in., 2007a i b) w rejonie Toporowej Cyrhli i poniżej wylotu Doliny Suchej Wody — na Niżniej Palenicy Pańszczykowej stwierdzono występowanie glin o genezie prawdopodobnie lodowcowej (Derkacz i in., 2008a i b; Iwanow i in., 2008a i b; Wójcik i in., 2008). Są to utwory gliniaste barwy brązowej bądź szarej ze żwirkami, głównie granitoidów i piaskowców. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki wstępnych badań szczegółowych rozpoznanych glin.

W rejonie Toporowej Cyrhli występowanie utworów gliniastych stwierdzono w miejscu, w którym według autorów starszej mapy geologicznej (Sokołowski & Jaczynowska, 1979a) znajdują się osady wodnolodowcowe stożka sandrowego, uformowanego podczas zlodowacenia starszego niż Würm (ryc. 1). Stożek ten leży na zewnątrz moren czołowo-bocznych Toporowych Stawów, które wyznaczają maksymalny zasięg zlodowacenia Würm. Osady gliniaste (ryc. 2)

zostały stwierdzone w kilkunastu odsłonięciach na powierzchni stożka, a także we wkopie w miejscowości Toporowa Cyrhla. Na powierzchni stożka Cyrhli występują też głązy granitoidowe o średnicy do 5 m (ryc. 3), potwierdzające glacialną genezę jego osadów. Utwory te są związane ze starszą fazą zlodowacenia Würm lub reprezentują zlodowacenie Riss (Derkacz i in., 2008a i b; Iwanow i in., 2008a i b; Wójcik i in., 2008). Potwierdzeniem tej tezy może być wyrównanie powierzchni terenu, spowodowane głównie procesami denudacyjnymi podczas deglacjacji najmłodszego zlodowacenia. W rejonie Toporowej Cyrhli nie zaobserwowano moren czołowych zlodowacenia Riss, gdyż prawdopodobnie zostały one zniszczone przez procesy erozyjne. Problem wyznaczenia zasięgu tego zlodowacenia wymaga dalszych badań, podobnie jak zasięgów innych lodowców na terenie całych Tatr.

Na Niżniej Palenicy Pańszczykowej glina została nawiercona sondą ręczną do głębokości 2 m i nie osiągnięto jej spagu (ryc. 4). Na mapie geologicznej Sokołowskiego i Jaczynowskiej (1979b) w tym miejscu są przedstawione osady rozległego stożka fluwioglacialnego Suchej Wody, reprezentującego zlodowacenie Würm, który miejscami przykrywają holoceni torfy. W rejonie polany nie wykonywano jeszcze prac reambulacyjnych. Nasuwa się wniosek, że jest to „stożek dziurawy”, na powierzchni którego spod osadów fluwioglacialnych odsłaniają się starsze gliny lodowcowe. Przyczyną takiej sytuacji może być nierównomierna akumulacja osadów fluwioglacialnych bądź procesy erozyjne zachodzące po etapie akumulacji. Nawiercone gliny reprezentują prawdopodobnie zlodowacenie Riss. Nie można jeszcze wykluczyć, że gliny na Niżniej Palenicy Pańszczykowej i w rejonie Toporowej Cyrhli mają genezę spływową i powstały podczas zlodowacenia Würm. Orientacyjna miąższość osadów czwartorzędowych, oszacowana na podstawie tomografii elektrooporowej (Zientara i in., 2008), wynosi na Niżniej Palenicy Pańszczykowej od 5 do 15 m.

<sup>1</sup>Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa



Ryc. 1. Lokalizacja miejsc pobrania do badań mineralogiczno-petrograficznych prób glin lodowcowych: A — na Toporowej Cyrhli; B — na Nizniej Palenicy Pańszczykowej (na podkładzie *Mapy topograficznej Polski w skali 1 : 10 000* oraz *Mapy geologicznej Tatr 1 : 10 000*)  
 Fig. 1. Localization of till samples for mineralogical and petrographic investigation collected at Toporowa Cyrhla (A) and Niznia Palenica Pańszczykowa (B) shown on topographic *Map of Poland in scale 1 : 10 000* and on *Geological Map of Tatra in 1 : 10 000*



Ryc. 2. Gлина lodowcowa z odsłonięcia S12 na Toporowej Cyrhli  
Fig. 2. Till from S12 outcrop at Toporowa Cyrhla



Ryc. 3. Głaz morenowy na stożku Toporowej Cyrhli  
Fig. 3. Moraine boulder on the Toporowa Cyrhla cone

### Moreny lodowca Suchej Wody

Podczas zlodowaceń plejstocenyjskich w Tatrach lodowiec w Dolinie Suchej Wody brał swój początek w obecnym kotle Czarnego Stawu Gąsienicowego i w cyrku Stawów Gąsienicowych, a w niższych partiach masywu łączył się z lodowcem Pańszczycy. Podczas ostatniego zlodowacenia zasilany z obu dolin lodowiec pozostawił po sobie w okolicy Brzeziny potężnych rozmiarów wały moren czołowobocznych. Skład petrograficzny tych moren odzwierciedla litologię skał występujących w podłożu Doliny Suchej Wody. W składzie petrograficznym moren przeważa materiał pochodzący z trzonu krystalicznego (71–95%), znacznie mniejszy jest udział piaskowców i kwarcytów serii reglowej i wierzchowej Tatr (5–25%), najmniejszy — wapieni i dolomitów serii reglowej dolnej i eocenu (0–7%). Zaobserwowano także różnice pomiędzy składem petrograficznym moren Suchej Wody a składem moren lodowca Pańszczycy (Derkacz, 2004, 2005).

### Wyniki analiz mineralogiczno-petrograficznych glin pobranych na Toporowej Cyrhli i Niżniej Palenicy Pańszczykowej

W rejonie Toporowej Cyrhli pobrano do badań próbki glin z czterech odsłoneń oddalonych od siebie o kilkaset metrów (S10, S11, S12, S16) — ryc. 1 i 2. Analizie poddano uziarnienie osadu (tab. 1), skład petrograficzny frakcji żwirowej osadu o średnicy 5–10 mm (ryc. 5) oraz skład minerałów ciężkich we frakcji 0,1–0,25 mm (tab. 2).

Zawartość frakcji pyłowej i ilowej (poniżej 0,1 mm) w próbkach glin waha się od 29% (S10) do 73% (S11) — średnia arytmetyczna wynosi ok. 50% (tab. 1). Średnia arytmetyczna zawartość frakcji piaszczystej (drobnej i średniej — od 0,1 do 1 mm) wynosi 17%, a frakcji powyżej 1 mm (grubopiaszczystej i żwirowej) — 33%.

W składzie petrograficznym frakcji żwirowej osadu występują głównie dwa rodzaje granitoidów: zwiertzałe biało-szare z białymi skaleniami oraz z czerwonymi skaleniami (ryc. 5). Ich zawartość waha się od 67% (S11) do 88,4% (S16). Resztę stanowią kwarcy i kwarcyty. Granitoidy zostały pobrane przez lodowiec z rejonu Kotłów Gąsienicowych, kwarcyty zaś reprezentują prawdopodobnie serię wierzchową rejonu Żółtej Turni, Koszystej i Kopy Magury. Nie stwierdzono w tych osadach piaskowców. Skład granulometryczny jest charakterystyczny dla osadów lodowcowych, a zróżnicowanie petrograficzne skał w badanych utworach wskazuje na ich prawdopodobny glacialny transport. Wyniki badań minerałów ciężkich są podobne do uzyskanych z próbek glin z Palenicy Pańszczykowej. Przeważają ostro-



Ryc. 4. Gлина lodowcowa odwiercona sondą na polanie Niżnia Palenicy Pańszczykowa  
Fig. 4. Till drilled by hand probe on Niznia Palenica Pańszczykowa

krawędziste ziarna magnetytu z domieszką amfiboli i łyszczyków oraz z bardzo niewielkim udziałem minerałów odpornych na wietrzenie (granat, epidot, dysten i cyrkon). Wyniki analiz tych minerałów sugerują lodowcowe pochodzenie osadów.

Z Polany Niznia Palenica Pańszczykowa pobrano dwie próbki glin (NPP1 i NPP2; ryc. 1) do badań uziarnienia (tab. 1), badań petrograficznych frakcji 5–10 mm (ryc. 5) oraz badań minerałów ciężkich we frakcji 0,1–0,25 mm

(tab. 2). W próbkach tych zawartość frakcji pylastej i ilastej (64% i 78%) przeważa nad zawartością frakcji piaszczystej i żwirowej. We frakcji żwirowej dominują dwie grupy skał: piaskowce (53,5%) i granitoidy (40%), występuje też domieszka kwarców oraz kwarcytów (6,5%). Wszystkie piaskowce są zwietrzałe. Wyróżniono wśród nich: ciemnoszare piaskowce zwięzłe, szarobrazowe piaskowce z łyszczykami i zwietrzałe piaskowce brązowszare. Zróżnicowanie piaskowców świadczy o tym, że pochodzą one z różnych

**Tab. 1. Procentowy i wagowy udział głównych frakcji badanych próbek z Toporowej Cyrhli (S) i Nizniej Palenicy Pańszczykowej (NPP)**

Table 1. Percentage and percentage by weight of main fraction in research samples from Toporowa Cyrhla (S) and Niznia Palenica Pańszczykowa (NPP)

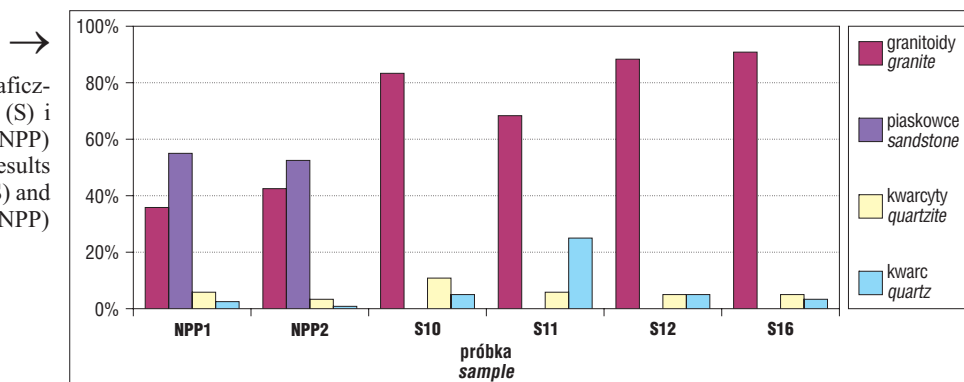
Nr próbki No. of sample	Naważka Weighed amount	Frakcja [mm] Fraction [mm]									
		> 1		1–0,5		0,5–0,25		0,25–0,1		< 0,1	
		[g]	[%]	[g]	[%]	[g]	[%]	[g]	[%]	[g]	[%]
NPP1	385,50	92,50	24,00	25,95	6,73	15,09	3,91	6,75	1,75	245,21	63,61
NPP2	339,72	45,80	13,48	12,13	3,57	11,31	3,33	6,00	1,77	264,48	77,85
S10	200,24	98,07	48,98	22,07	11,02	16,48	8,23	5,70	2,85	57,92	28,92
S11	274,02	39,09	14,26	16,36	5,97	10,43	3,81	7,07	2,58	201,07	73,38
S12	273,37	113,07	41,36	20,75	7,59	13,14	4,81	10,30	3,77	116,11	42,47
S16	281,45	80,08	28,45	24,54	8,72	15,69	5,57	11,04	3,92	150,10	53,34

**Tab. 2. Wyniki badań minerałów ciężkich pochodzących z gliny z Toporowej Cyrhli (S) i Nizniej Palenicy Pańszczykowej (NPP)**

Table 2. Heavy mineral research results of tills from Toporowa Cyrhla (S) and Niznia Palenica Pańszczykowa (NPP)

Minerały ciężkie Heavy minerals	Nr próbki No. of sample					
	S 10	S 11	S 12	S 16	NPP 1	NPP 2
Pierwotne tlenki Fe (głównie magnetyt) Primary Fe Oxide (mostly magnetite)	280	152	202	161	121	267
Wtórne tlenki Fe (limonit, getyt) Secondary Fe Oxide (limonite, goethite)	15	60	9	5	117	20
Amfibole Amphibole	9	32	40	12	33	6
Pirokseny Pyroxene	3		4	7		
Chloryty Chlorite	9	24	45	68	65	21
Biotyt Biotite		3	35	8	2	8
Muskowit Muscovite	4	3	8	19	0	13
Serycyt Sericate				5	15	24
Granaty Garnet	3	5	16	12	5	10
Apatyt Apatite	1		4	4	2	2
Dysten Disthene				1		
Cyrkon Zircon			1			
Tytanit Titanite	2				2	
Epidot Epidote	1	1			1	
Turmalin Tourmaline						2
Hematyt Haematite		8				6

**Ryc. 5.** Wyniki badań petrograficznych gliny z Toporowej Cyrhli (S) i Niżniej Palenicy Pańszczykowej (NPP)  
**Fig. 5.** Petrographic research results of tills from Toporowa Cyrhla (S) and Niżnia Palenica Pańszczykowa (NPP)



jednostek stratygraficznych odsłaniających się w Dolinie Suchej Wody. Wśród granitoidów oznaczono zwietrzałe biało-szare granitoidy pochodzące z trzonu krystalicznego Tatr. Kwarce pochodzą z wietrzenia skał krystalicznych. Kwarcyty, podobnie jak piaskowce, mogą pochodzić z różnowiekowych formacji osadowych występujących na zboczach Doliny Suchej Wody.

W składzie minerałów ciężkich dominują pierwotne tlenki żelaza, głównie magnetyt, oraz produkty jego przeobrażenia, czyli wodorotlenki żelaza: limonit, getyt i lepidokrokit. Wśród minerałów przezroczystych odpornych na wietrzenie występują w małej ilości granaty, sporadycznie turmalin, epidot i apatyt. Minerale te pochodzą ze skał krystalicznych. Powierzchnie ziaren minerałów z grupy żelaza i minerałów ciężkich odpornych na wietrzenie są ostrokrawędziste, nie obtoczone, charakterystyczne dla transportu lodowcowego. Minerale ciężkie nieodporne na zniszczenie są reprezentowane głównie przez łuszczyki (biotyt, muskowit, chloryt) i amfibole, które są znacznie liczniej reprezentowane niż minerale odporne na zniszczenie. Skład granulometryczny, petrograficzny i minerałów ciężkich osadów gliniastych z Niżniej Palenicy Pańszczykowej wskazuje na pochodzenie lodowcowe. Gлина z Toporowej Cyrhli jest bardziej piaszczysta niż gлина z Niżniej Palenicy Pańszczykowej. Różnicowany skład petrograficzny tych glin może wskazywać na nieco inny obszar alimentacji bądź sugerować różne epizody glacialne.

### Wnioski

Obecność glin lodowcowych na zewnątrz udokumentowanych moren najmłodszego zlodowacenia (Toporowa Cyrhla) oraz w obrębie osadów wodnolodowcowych najmłodszego lodowca (Niżnia Palenica Pańszczykowa) stanowi dowód na szerszy zasięg zlodowacenia poprzedzającego najmłodsze zlodowacenie. Ponadto ważnym wnioskiem wynikającym z przeprowadzonych badań jest zróżnicowanie petrograficzne glin z Toporowej Cyrhli i z Niżniej Palenicy Pańszczykowej, świadczące o depozycji osadów przez dwa różne lodowce bądź też o pochodzeniu glin z różnych etapów glacialnych.

Obecność glin lodowcowych na przedpolu Tatr świadczy o większym niż do tej pory uważano zasięgu lodowców górskich, które w swym maksimum przekroczyły wylot Doliny Suchej Wody i wyszły poza Tatry. Problem ten wymaga dalszych badań, a przede wszystkim bardzo dokładnych prac kartograficznych, mających na celu opracowanie paleogeografii i stratygrafii czwartorzędowej Tatr.

Obecnie w Tatrach, również na Toporowej Cyrhli i Niżniej Palenicy Pańszczykowej, są prowadzone badania geofizyczne — płytka sejsmika oraz tomografia elektrooporowa (Zientara i in., 2008). Być może wyniki tych badań pomogą ustalić zasięg zlodowacenia poprzedzającego Würm.

### Literatura

- DERKACZ M. 2004 — Budowa geologiczna, skład petrograficzny i wiek moren czołowych w północnej części Doliny Suchej Wody (Tatry). Arch. Wydz. Geol. UW.
- DERKACZ M. 2005 — Pierwsze etapy recesji lodowca Suchej Wody w Tatrach podczas ostatniego zlodowacenia. [W:] Współczesna ewolucja rzeźby Polski. VII Zjazd Geomorfologów Polskich, Kraków, 19–22 września 2005: 97–100.
- DERKACZ M., MARCINKOWSKI B. & ŻARSKI M. 2008a — Osady gliniaste u wylotu Doliny Suchej Wody i na Toporowej Cyrhli w Tatrach. [W:] Mat. konf., „Tatrzańskie mapy geologiczne”, Zakopane 27–29.05.2008, Państw. Inst. Geol.: 64–68.
- DERKACZ M., MARCINKOWSKI B. & ŻARSKI M. 2008b — Osady lodowcowe na przedpolu Tatr w rejonie Toporowej Cyrhli i na Niżniej Palenicy Pańszczykowej. [W:] XV Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski. Plejstocen Tatr i Podhala — zlodowacenia tatrzańskie”, 1–5.09.2008, Zakopane.
- IWANOW A., WÓJCIK A., DERKACZ M., PIOTROWSKA K., ZABIELSKI R., MROZEK T. & KAMIŃSKI M. 2007a — Szczegółowa mapa geologiczna Tatr 1 : 10 000, arkusz Łysa Polana. CAG Państw. Inst. Geol.
- IWANOW A., WÓJCIK A., ZABIELSKI R., DERKACZ M., PIOTROWSKA K. & KAMIŃSKI M. 2007b — Szczegółowa mapa geologiczna Tatr 1 : 10 000, arkusz Zakopane–Toporowa Cyrhla. CAG Państw. Inst. Geol.
- IWANOW A., ZABIELSKI R., WÓJCIK A., DERKACZ M. & GRANOSZEWSKI W. 2008a — Budowa geologiczna regli wschodnich między Doliną Suchej Wody i Doliną Białej Wody oraz ich pokrywa czwartorzędowa. [W:] Mat. konf., „Tatrzańskie mapy geologiczne”, Zakopane, 27–29.05.2008. Państw. Inst. Geol.: 117–128.
- IWANOW A., ZABIELSKI R., WÓJCIK A., DERKACZ M., GRANOSZEWSKI W. & KOT M. 2008b — Budowa geologiczna wschodniej części regli zakopiańskich między Doliną Bystrej i Doliną Suchej Wody oraz ich pokrywa czwartorzędowa. [W:] Konferencja „Tatrzańskie mapy geologiczne”, Zakopane, 27–29.05.2008. Państw. Inst. Geol.: 145–154.
- Mapa** topograficzna Polski w skali 1 : 10 000.
- Mapa** turystyczna Tatry Polskie 1 : 30 000, Wydaw. „Compass”, wyd. I, Kraków, 2007.
- SOKOŁOWSKI S. & JACZYŃSKA W. 1979a — Mapa geologiczna Tatr Polskich w skali 1 : 10 000, arkusz Kopieniec. Wyd. Geol.
- SOKOŁOWSKI S. & JACZYŃSKA W. 1979b — Mapa geologiczna Tatr Polskich w skali 1 : 10 000, arkusz Kopy Sołtysie. Wyd. Geol.
- WÓJCIK A., DERKACZ M. & ŻARSKI M. 2008 — Brzeziny–Toporowa Cyrhla: wiek i zasięg występowania starszych osadów glacialnych. [W:] XV Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski. Plejstocen Tatr i Podhala — zlodowacenia tatrzańskie”, 1–5.09.2008, Zakopane. Państw. Inst. Geol.: 205–206.
- ZIENTARA P., DERKACZ M. & RĄCZKOWSKI W. 2008 — Badania geofizyczne w Tatrach (płytki sejsmiki i tomografia elektrooporowa) w latach 2006–2008. [W:] XV Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski. Plejstocen Tatr i Podhala — zlodowacenia tatrzańskie”, 1–5.09.2008, Zakopane. Państw. Inst. Geol.: 147–148.