

## Morena szaflarska w świetle nowych danych z odsłoneń i wierceń w 100-lecie jej odkrycia

Antoni Wójcik<sup>1</sup>



**Szaflary moraine in the light of new data from exposures and drilling on the 100<sup>th</sup> anniversary of its discovery.** Prz. Geol., 70: 458–467; doi: 10.7306/2022.15

*Abstract.* In the northern part of the Podhale Region, nearly 100 years ago, Małkowski (1924, 1928) described gravels exposed in a quarry in Szaflary and considered them to be moraine sediments – Szaflar moraine. Romer (1929) confirmed this interpretation of the sediments. Later studies of Halicki (1930), Klimaszewski (1948, 1988), Birkenmajer (1976) and Birkenmajer and Stuchlik (1975) completely excluded the possibility of moraines in this area and showed that these sediments have are of fluvio-glacial origin. Comparing the quarry's ranges due to exploitation, it was found that the authors could observe various deposits exposed during the progress of exploitation towards the west. In the profiles of trenches for new buildings to the NW from the quarry, clays containing sands and gravels and individual boulders and blocks of quartzite and granite with a diameter of 0.8 to 1.2 m were found. The exposed erratics exactly correspond to the description of the moraine by Małkowski (1924, 1928) from the quarry in Szaflary. In addition, in the recently drilled Nowy Targ PIG-2 borehole, similarly developed pieces were found at a depth of 19.7–69.5 m. Combining archival data and new facts from drilling and exposures, a view can be proposed that, during the Southern Polish Glaciations, the Tatra glaciers reached the Nowy Targ Basin and perhaps the foothills of the Gorce Mts, which was already suggested by Rehman (1895), Zapalowicz (1913) and Małkowski (1928).

**Keywords:** Quaternary, Podhale Region, Tatra glaciers, moraine, quarry in Szaflary

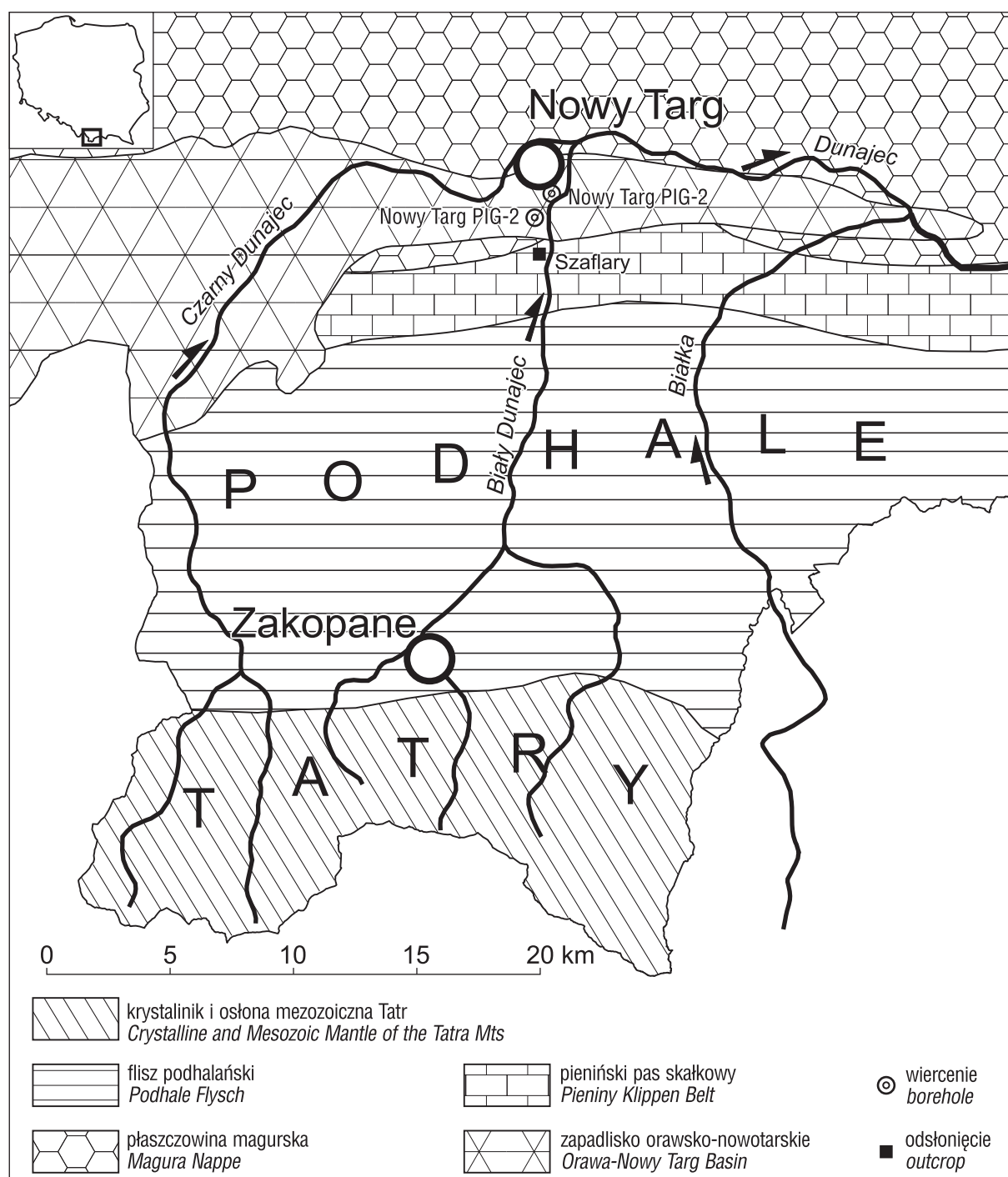
Termin morena szaflarska wprowadził do literatury w 1924 r., czyli blisko 100 lat temu, Małkowski (1924), określając nim utwory czwartorzędowe odsłonięte w pienińskim pasie skałkowym w kamieniołomie w Szaflarach, oddalonym o ok. 4 km na południe od Nowego Targu (ryc. 1, 2). W południowej ścianie kamieniołomu (wapienika) w Szaflarach, na wysokości około 660–670 m n.p.m. (wg mapy topograficznej z 1920 r. jest to rejon występowania jaskini) Małkowski (1924, 1928) wyróżnił i opisał 4,5-metrowy profil utworów złożonych: z gliny pomieszanej bezładnie ze żwirami i głazami o średnicy ponad 1 m. Pod względem petrograficznym materiał skalny rozpoznany w tym profilu reprezentował szare granity biotytowe, różowe kwarcyty, gnejsy oraz piaskowce fliszowe. Bloki granitów były silnie zwietrzałe. Utwory te Małkowski (1924) uznał za morenę najstarszego zlodowacenia tatrzańskie. Te domniemane utwory lodowcowe z głazami granitowymi leżały na nierównej powierzchni wapieni oraz występowały w leju krasowym i jaskini. Główny profil o miąższości około 4–4,5 m odsłaniał się na odcinku około 30 m (Małkowski, 1928). W górnej części profilu o miąższości ok. 0,5–1 m występowały: żwiry i piaski warstwowane (Małkowski, 1928), a poniżej morena.

W czasie prezentacji przez Małkowskiego (1928) stanowiska w Szaflarach uczestnicy posiedzenia Towarzystwa Geograficznego w Krakowie, które odbyło się 3.12.1926 r., zgłaszali wątpliwości co do lodowcowej genezy wspomnianych utworów, m.in. z powodu braku rys i wyglądów. Wydaje się to trudne do wyjaśnienia na terenie fliszu podhalańskiego i pienińskiego pasa skałkowego. Zarzuty te nie zostały opublikowane.

Koncepcja dalekiego zasięgu lodowców tatrzańskich nawiązywała do wcześniejszych tez Rehmana (1895) i Zapalowicza (1913), którzy przyjmowali, że lodowce tatrzań-

skie swymi jezorami sięgnęły po Gorce. Pogląd Małkowskiego (1924, 1928) o morenowej genezie osadów z kamieniołomu w Szaflarach podzielał Romer (1929), który uważał, że w czasie zlodowacenia Hurkotne+1 zwarta pokrywa lodowa przykrywała całe Tatry wraz z Podhalem i mogła sięgać okolic Frydmana. Myślano również, że w czasie zlodowacenia Hurkotne lodowce mogły wyjść na przedpole Tatr, tworząc lodowce piedmontowe. Natomiast Halicki (1930), Klimaszewski (1948, 1961, 1967, 1988) i Birkenmajer (1958, 1968, 1976, 1979) uznali utwory odsłonięte w kamieniołomie w Szaflarach za fluvio-glacialne. Podobnie Birkenmajer i Stuchlik (1975) przyjęli fluvio-glacialną genezę tych utworów, wyróżniając żwiry dolne i górne rozdzielone łałami warstwowanymi (wstęgowymi). Czarne łały rozdzielające serie żwirowe zawierają zespoły roślinności borealnej z dużym udziałem drzew liściastych i zostały uznane przez Birkenmajera i Stuchlika (1975) za utwory osadzone w czasie interglacjalu Günz/Mindel (interglacjal kromerski). Badacze owi przyjęli, że górna seria żwirowa osadziła się w czasie maksymalnego zlodowacenia tatrzańskie, związanego z piętnem Mindel. Wiek utworów górnej serii żwirowej został później oznaczony metodą TL na 328±49 tys. lat BP (Lindner i in., 1993). Taka data TL nie dowiadcza do modelu stratygraficznego Podhala, przyjętego wcześniej przez Birkenmajera i Stuchlika (1975) czy podziału stratygraficznego Lindnera (1992), według którego utwory Mindel III są wieku między 480 a 450 tys. lat lub starsze od 420 tys. lat (Marks i in., 2016). Również wyniki badań wieku metodą OSL osadów rzecznych wzdłuż doliny Białego Dunajca (Olszak i in., 2018) dają wyniki rozbieżne odnośnie wieku tarasów położonych na różnej wysokości. Różnice te trudno jest tłumaczyć ruchami tektonicznymi. W nawiązaniu do

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki, Centrum Geozagrożeń, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków; [antoni.wojcik@pgi.gov.pl](mailto:antoni.wojcik@pgi.gov.pl)



**Ryc. 1.** Lokalizacja obszaru badań w okolicach Szaflar i Nowego Targu z zaznaczonym odsłonięciem i otworami badawczymi  
**Fig. 1.** Location of the research area in the vicinity of Szaflary and Nowy Targ, with the exposure and study boreholes marked

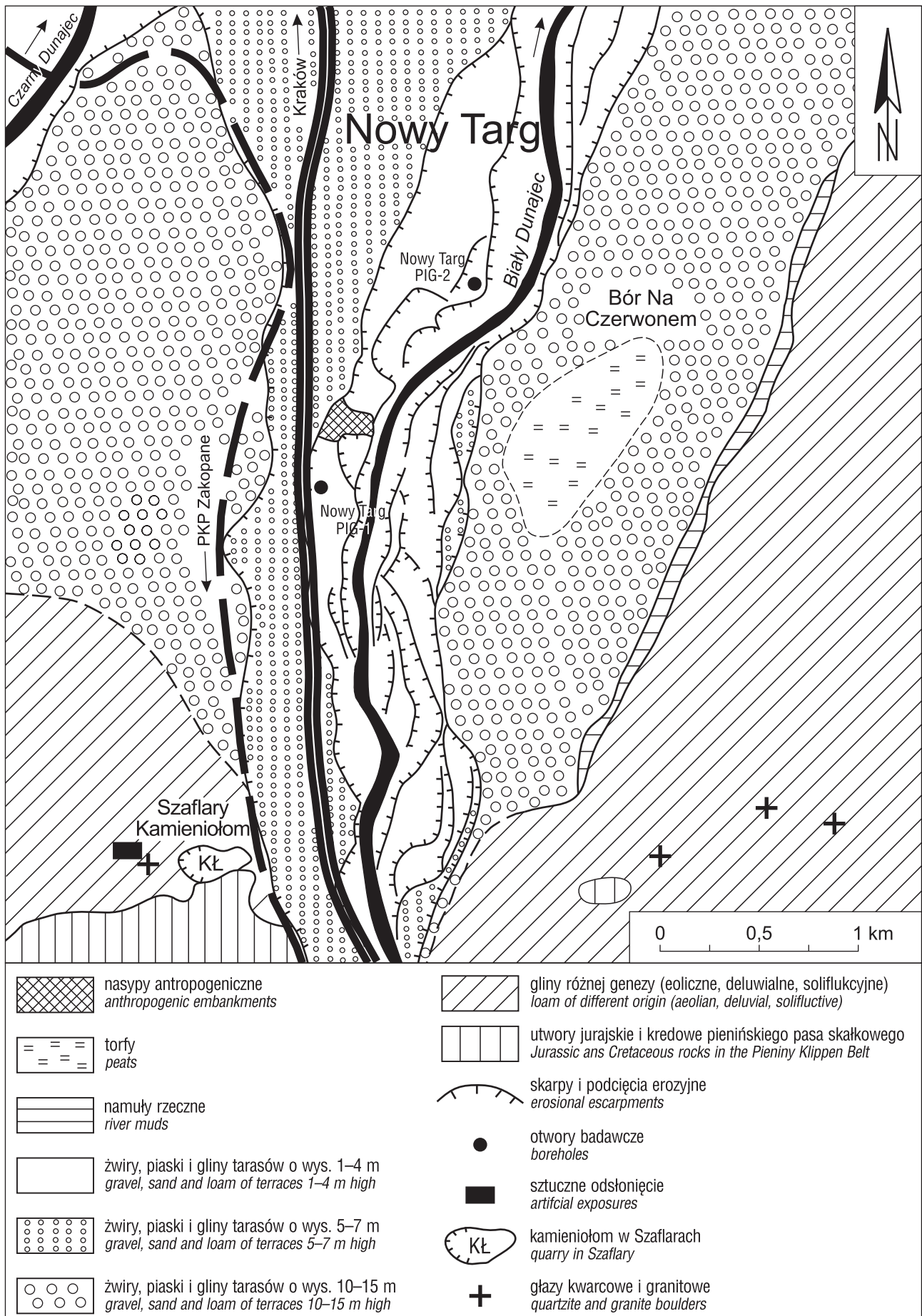
dotychczas wykonanych badań wyniki te budzą wątpliwości co do poprawności interpretacji wykonanych oznaczeń.

Opis utworów z kamieniołomu w Szaflarach sporządzony przez Małkowskiego (1924, 1928) różni się od późniejszych opisów Halickiego (1930), Klimaszewskiego (1948, 1961, 1988) oraz Birkenmajera i Stuchlika (1975), co może być związane z odsłanianiem się różnych profili w czasie postępu eksploatacji w kamieniołomie (ryc. 3).

Liczba i czas występowania zlodowaceń w Tatrach nadal są dyskusyjne. Geomorfodzy, m.in. Klimaszewski (1988), Lukniś (1973), Halouzka (1979, 1989), Baumgart-Kotarba i Kotarba (1979) oraz Gądek (1988), przy-

mowali istnienie śladów trzech zlodowaceń. Przeprowadzone w ciągu ostatnich 40 lat badania geologiczne (Dzierżek i in., 1987; Butrym i in., 1990, Lindner i in., 1990, 1993, 2003, 2008b; Piotrowska, 2015) dopuszczają możliwość rozwoju sześciu zlodowaceń.

Według poglądów utrwalanych od lat 50. XX w. przyjmowano, że lodowce tatrzańskie nie zajmowały obszaru poza Tatrami i nie przekroczyły Rowu Zakopiańskiego. Są one sprzeczne z poglądami Rehmana (1895), Małkowskiego (1928), Romera (1929) czy prezentowanymi wcześniej przez Zapałowicza (1913). Ostatnio Lindner i in. (2008b) oraz Pliszczyńska (2012) przyjęli, że głązy znajdujące na



**Ryc. 2.** Szkic geologiczny utworów powierzchniowych w rejonie otworów badawczych Nowy Targ PIG-1 i Nowy Targ PIG-2  
**Fig. 2.** Geological sketch-map of surface formations in the area of Nowy Targ PIG-1 and Nowy Targ PIG-2 boreholes



północ od granicy Tatr, w okolicach Jurgowa nad doliną Białki, są pochodzenia lodowcowego i powiązali je ze zlodowaczeniami Mindel i Riss.

W artykule przedstawiono nowe dane z wykonanego wiercenia Nowy Targ PIG-2 i odsłonięć w rejonie kamieniołomu w Szaflarach, które zostały zinterpretowane jako utwory o genezie lodowcowej. Ich wykształcenie jednoznacznie dowiązuje do opisów zamieszczonych w pracach Małkowskiego (1924, 1928).

## OBSZAR BADAŃ

Teren badań, w którym stwierdzono utwory lodowcowe, znajduje się w północnej części Podhala i obejmuje fragment pienińskiego pasa skałkowego oraz zapadlisko nowotarskie (ryc. 1). Jest to obszar o małych deniwelacjach. Najwyższe kulminacje terenu znajdują się w pienińskim pasie skałkowym (do 735 m n.p.m.), a od kamieniołomu w Szaflarach jego powierzchnia obniża się ku północy. Najniżej jest usytuowana dolina Białego Dunajca, która rozcina pieniński pas skałkowy. Koryto Białego Dunajca w rejonie Szaflar znajduje się na wysokości 627 m n.p.m., a poniżej otworu Nowy Targ PIG-2 (ryc. 2) – na wysokości 595 m n.p.m.

W kamieniołomie w Szaflarach odsłaniają się utwory jednostki czorsztyńskiej, które kontaktują wzdłuż uskoku z jednostką Grajcarka (Birkenmajer, 1979). W ścianie kamieniołomu występują głównie białe wapienie krynowidowe, wapienie czorsztyńskie, wapienie łyzańskie oraz formacja margli z Jaworek (Birkenmajer, 1979). W górnej części kamieniołomu odsłaniają się utwory czwartorzędowe opisane przez Birkenmajera i Stuchlika (1975) oraz Birkenmajera i in. (2008).

W dolinie Białego Dunajca występuje system tarasów rzecznych (Klimaszewski, 1948; Watycha, 1976). Na południu, od strony pienińskiego pasa skałkowego, występują tarasy skalno-erozyjne o wysokości 40–90 m (poziom I, poziom najwyższego zasypania; Klimaszewski, 1948; Watycha, 1976; Birkenmajer, Stuchlik, 1975). W odległości ok. 3 km na południe od kamieniołomu w Szaflarach zachował się taras o wysokości do 75 m, tworzy go cokół skalny o wysokości 45, na którym leżą utwory rzeczne o miąższości blisko 30 m (Birkenmajer, Stuchlik, 1975). Kolejny taras wiązany ze zlodowaczeniem środkowopolskim (Riss), o wysokości ok. 25 m, składa się z cokołu skalnego o wysokości ok. 15 m, na którym leżą osady rzeczne o miąższości ok. 10 m. Wysokość najmłodszego tarasu jest bardziej zróżnicowana niż morfologia cokołu skalnego. W tarasie tym zaznaczają się 2 poziomy akumulacyjne, o wysokości 12–15 m i 6–8 m (ryc. 2; Birkenmajer, Stuchlik, 1975).

Podobny system tarasów, z wyjątkiem najwyższego, zaznacza się w przekroju poprzecznym doliny Białego Dunajca w rejonie kamieniołomu w Szaflarach (Birkenmajer, Stuchlik, 1975). Na północ od Szaflar występuje zapadlisko nowotarskie, gdzie na powierzchni zachowały się tylko młodsze utwory plejstoceniowe – ostatniego zlodowaczenia i holoceniowe (ryc. 2).

## METODYKA BADAŃ

W celu zbadania genezy utworów tzw. moreny szaflarskiej analizie poddano dane z pełnordzeniowanego otworu

Nowy Targ PIG-2, wykonanego w dolinie Białego Dunajca (ryc. 1, 2), a także poczyniono obserwacje terenowe w kamieniołomie w Szaflarach oraz w wykopach budowlanych pod budynki mieszkalne przy ul. Skałka i ul. Słonecznej, usytuowanych w odległości ok. 220 m na NW od kamieniołomu (ryc. 3, 4). Ze względu na wykonywane prace budowlane nie było możliwości szczegółowego profilowania i pobrania próbek z wykopów w Szaflarach. Chcąc lepiej rozpoznać wykształcenie czwartorzędowych i neogeńskich utworów wypełniających zapadlisko nowotarskie pobrano i opisano próbki osadów z profilu otworu Nowy Targ PIG-2, usytuowanego na północ od otworu Nowy Targ PIG-1 (ryc. 1, 2, 5). W najbliższej okolicy wiercenia Nowy Targ PIG-2 przeprowadzono prace kartograficzne i obserwacje wychodni utworów czwartorzędowych, na podstawie których wyróżniono różnowiekowy system tarasów rzecznych (ryc. 2). Przystudowano także dotychczasową literaturę przedmiotu, w tym m.in. prace Małkowskiego (1924, 1928), Romera (1929) i wcześniejszych badaczy (Rehman, 1895; Zapałowicz, 1913), oraz Halickiego (1930), Klimaszewskiego (1948, 1961, 1967), a także dane dotyczące utworów wypełniających Kotlinę Nowotarską zawarte w pracach Niedzielskiego (1971), Watychy (1975) i Birkenmajera (1976, 1978) oraz w objaśnieniach do SMGP arkusz Nowy Targ (Watycha, 1976).

## WYNIKI

### Kamieniołom w Szaflarach i sztuczne odsłonięcia w jego okolicy

Sporządzony przez Małkowskiego (1924, 1928) opis utworów czwartorzędowych występujących w kamieniołomie w Szaflarach istotnie różni się od późniejszych opisów tych osadów – Halickiego (1930), Klimaszewskiego (1948, 1961, 1967) oraz Birkenmajera i Stuchlika (1975). Prawdopodobnie kolejni badacze opisywali inne fragmenty ścian odsłanianych od 1920 r. wraz z postępem eksploatacji w kamieniołomie w Szaflarach (ryc. 3). Porównując szkice kamieniołomu wykonane przez Małkowskiego (1928) z zamieszczonymi w pracy Birkenmajera i Stuchlika (1975) oraz Birkenmajera i in. (2008), można stwierdzić, że w trakcie eksploatacji jego obszar uległ dwukrotnemu powiększeniu w kierunku zachodnim (ryc. 3).

Obecnie na terenie kamieniołomu w Szaflarach są widoczne jedynie żwiry składające się z otoczków granitów, kwarcytów i piaskowców o średnicy 2–50 cm, które są spojone gliną piaszczystą o miąższości 2–2,5 m. Są one najbardziej podobne do opisanych w pracach Halickiego (1930) i Klimaszewskiego (1948, 1961, 1967) oraz Birkenmajera i in. (2008). W kamieniołomie tym nie odsłaniają się osady (tj. gliny z gładzami) opisane przez Małkowskiego (1928) ani opisane przez Birkenmajera i Stuchlika (1975). Prawdopodobnie zostały one zniszczone w wyniku eksploatacji.

We wkopach budowlanych pod budynki mieszkalne przy ul. Skałka i ul. Słonecznej, wykonanych nieopodal kamieniołomu Szaflarach, gdzie do głębokości 2,5 m odsłonięto osady czwartorzędowe, stwierdzono obecność glin piaszczystych z gładzami i żwirem oraz pojedynczymi gładzami kwarcytowymi o średnicy 0,8–1 m (ryc. 4) i granitowym gładzem o średnicy 1,2 m. Udział piasków i żwirów oraz pojedynczych bloków granitu i kwarcytów

w odsłoniętych utworach jest różny. Oprócz głązów i otoczków różowych kwarcytów i granitów pochodzących z Tatr (ryc. 4) w urobku wydobytym z podłoża przez koparkę były widoczne ostrokrawędziste fragmenty wapieni pienińskiego pasa skałkowego.

Obecność głązów kwarcytowych i granitowych we wkopach w Szaflarach (ryc. 4) dokumentuje zasięg lodowca tatrzańskiego. Stwierdzono, że bloki kwarcytowe występują bezpośrednio na wychodniach wapieni i uznano, że są w tym miejscu pozostałością moreny. Głązy te zostały odsłonięte na spłaszczeniu grzbietowym na podobnej wysokości (ok. 660 m n.p.m.), co opisane przez Małkowskiego (1928) głązy w kamieniołomie w Szaflarach. W tym rejonie Watycha (1975) zaznaczył na *Szczegółowej Mapie Geologicznej Polski* (SMGP) występowanie głązów granitowych.

Osady obserwowane w wykopach budowlanych w Szaflarach przypominają opisy moreny szaflarskiej zamieszczone w pracach Małkowskiego (1924, 1928). Tak duże głązy z Tatr, stwierdzone w osadach czwartorzędowych (ryc. 4), nie mogły być przemieszczone przez transport rzeczny. Ich obecność w rejonie Szaflar i Nowego Targu najprościej można wytłumaczyć, przyjmując koncepcję transportu lodowcowego. Również Klimaszewski (1948) twierdził, że duże bloki granitowe na Antałówce, o średnicy do 1,5 m, są pozostałością po przemytej morenie.

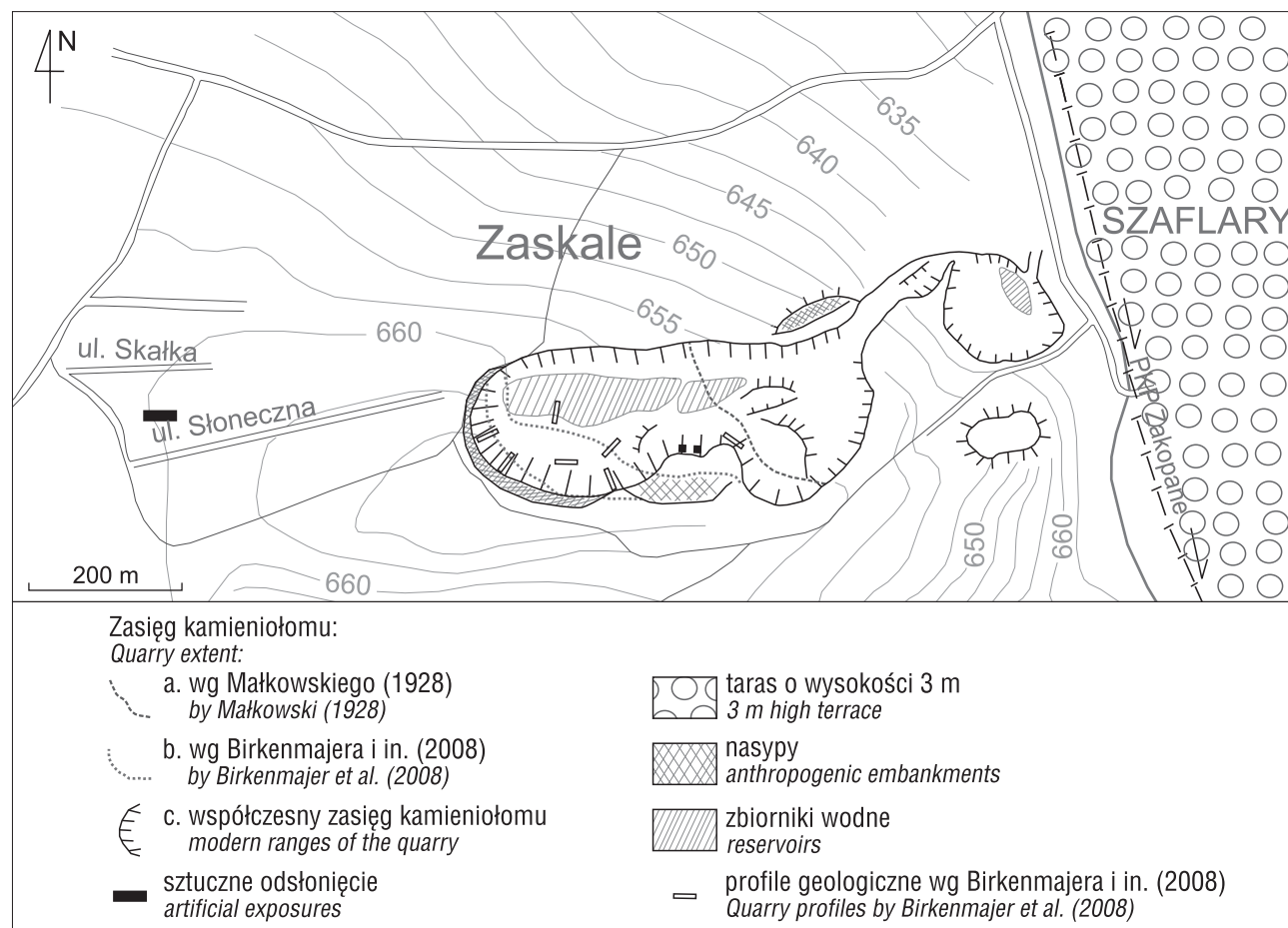
Obecność dużych głązów i bloków w Szaflarach pozwala przyjąć za Małkowskim (1924, 1928) większy zasięg lodowców tatrzańskich, aż po okolice Nowego Tar-

gu, oraz wrócić do poglądów Romera (1929) i wcześniejszych badaczy (Rehman, 1895; Zapałowicz, 1913). Nie jest wykluczone, że duże głązy granitowe i kwarcytowe, zaznaczone na mapie przez Watychę (1975) oraz Birkenmajera i Stuchlika (1975) w okolicy Boru Lipnica po prawej stronie doliny Białego Dunajca, mogą odpowiadać głązom z rejonu Szaflar (ryc. 2). Głązy w rejonie Boru Lipnica, zdaniem Birkenmajera i Stuchlika (1975), mogły zostać przemieszczone w niższe położenie przez procesy soliflukcji. Problem występowania utworów lodowcowych na Podhalu wymaga dalszych prac.

#### Dane z wierceń Nowy Targ PIG-2 i Nowy Targ PIG-1

Otwór Nowy Targ PIG-2 usytuowano w odległości ok. 2 km na północ od otworu Nowy Targ PIG-1 (Paul, Poprawa, 1990, 1992; ryc. 1, 2) i ok. 5 km na północ od pienińskiego pasa skałkowego (20°01'56"E; 49°27'53"N). Wywiercono go w płaskim dnie doliny Białego Dunajca na rzędnej 601 m n.p.m., na tarasie wznoszącym się 4 m nad poziom rzeki (ryc. 2), gdzie były spodziewane miąższe utwory wypełniające Kotlinę Nowotarską (Watycha, 1976).

W profilu otworu Nowy Targ PIG-2 do głębokości 19,7 m nawiercono holocenijskie i plejstocenijskie osady rzeczne oraz rzeczno-lodowcowe (ryc. 5). Od powierzchni ziemi do głębokości 2,5 m występują holocenijskie osady powodziowe stożka Białego Dunajca, które charakteryzują się małymi średnicami materiału okrucowego i znacznym udziałem glin i mułków. Poniżej, do głębokości 8,0 m,



**Ryc. 3.** Zmiany zasięgu eksploatacji w kamieniołomie w Szaflarach 1924–2010  
**Fig. 3.** Changes in the mining area range in the Szaflary quarry, period 1924–2010



→

**Ryc. 4.** Głazy kwarcytowe oraz gliny i żwiry we wkopie pod budynek w Szaflarach na ul. Słonecznej. Fot. W. Rączkowski

**Fig. 4.** Quartzite boulders, tills and gravels in a trench under the building in Szaflary at Słoneczna Street. Photo by W. Rączkowski

stwierdzono różnoziarniste piaski i drobne żwiry (pospółki) barwy szarozółtej. Prawdopodobnie są to utwory rzeczne związane z ostatnim piętnem zimnym, odpowiadającym spagowej części osadów tarasu wznoszącego się 15 m n.p.rz. (ryc. 5, 6). Podobny typ osadów stwierdzono w wierceniach na zachód od otworu Nowy Targ PIG-2, odwierconych na tarasie utworzonym podczas ostatniego zlodowacenia. Poniżej 8,0 m występują gliny barwy jasnopopielatej, warstwowane piaskami ze żwirami, w stropie ze śladami organicznymi (szczątkami roślinnymi). Być może odpowiadają one interglacjałowi eemskiemu (Riss/Würm). Na głębokości od 9,0 do 19,7 m dominującym utworem są żwiry z piaskami zaglinionymi i przewarstwieniami glin piaszczystych z drobnym żwirem oraz poziomami rdzawobrunatnymi (zażelazienia) na głębokości ok. 14, 15 i 16 m (ryc. 5, 6). Ten odcinek profilu może odpowiadać zlodowaceniom środkowopolskim (Riss) i interglacjałowi Mindel/Riss. Wkładki glin szarych (być może ślad poziomu glebowego) oraz warstwę przemytych żwirów stwierdzono na głębokości 19,0–19,7 m. Brak danych paleontologicznych sprawia, że interpretacja profilu w interwale 2,5–19,7 m jest trudna (ryc. 5). Oparto ją głównie na zmianach w wykształceniu litologicznym nawierconych utworów i powiązano ze zlodowaceniem Riss (środkowopolskim).

W otworze Nowy Targ PIG-2 na głębokości 19,7 m występuje granica erozyjna, poniżej której do głębokości 69,5 m na całym odcinku występują podobnie wykształcone gliny, gliny piaszczyste ze żwirami (diamikton), gładzikami i gładzami (ryc. 5, 6). Pod względem petrograficznym na całym odcinku profilu dominują granity, czasami różowe kwarcyty i wapienie o różnym stopniu obtoczenia. Wraz z głębokością wzrasta wielkość gładzików oraz zaznacza się większy stopień ich zwiertzenia. Głazy granitowe w rdzeniu osiągają do 0,9 m średnicy, co stwierdzono w przedziale głębokości 57,0–58,5 m (ryc. 5).

W otworze Nowy Targ PIG-1 do głębokości 59,5 m stwierdzono otoczaki, żwiry, piaski i namuły rzeczne. Na głębokości 59,5–96,0 m – iłowce margliste i mułki szare, silnie zapiaszczone, warstwowane piaskami szarozółtymi oraz lignity. Poniżej 96,0 m nawiercono warstwy malcowskie w postaci piaskowców, zlepieńców, łupków i mułowców (Paul, Poprawa, 1992).

Profil utworów czwartorzędowych w otworze Nowy Targ PIG-1 ma mniejszą miąższość (58 m) niż w otworze Nowy Targ PIG-2 (69,5 m). Na podstawie opisu osadów Paula i Poprawy (1992) trudno jest je skorelować z osadami z profilu otworu Nowy Targ PIG-2. W profilu otworu Nowy Targ PIG-2 pod utworami czwartorzędowymi zalegają osady górnioeoceniowe (69,5–104 m).

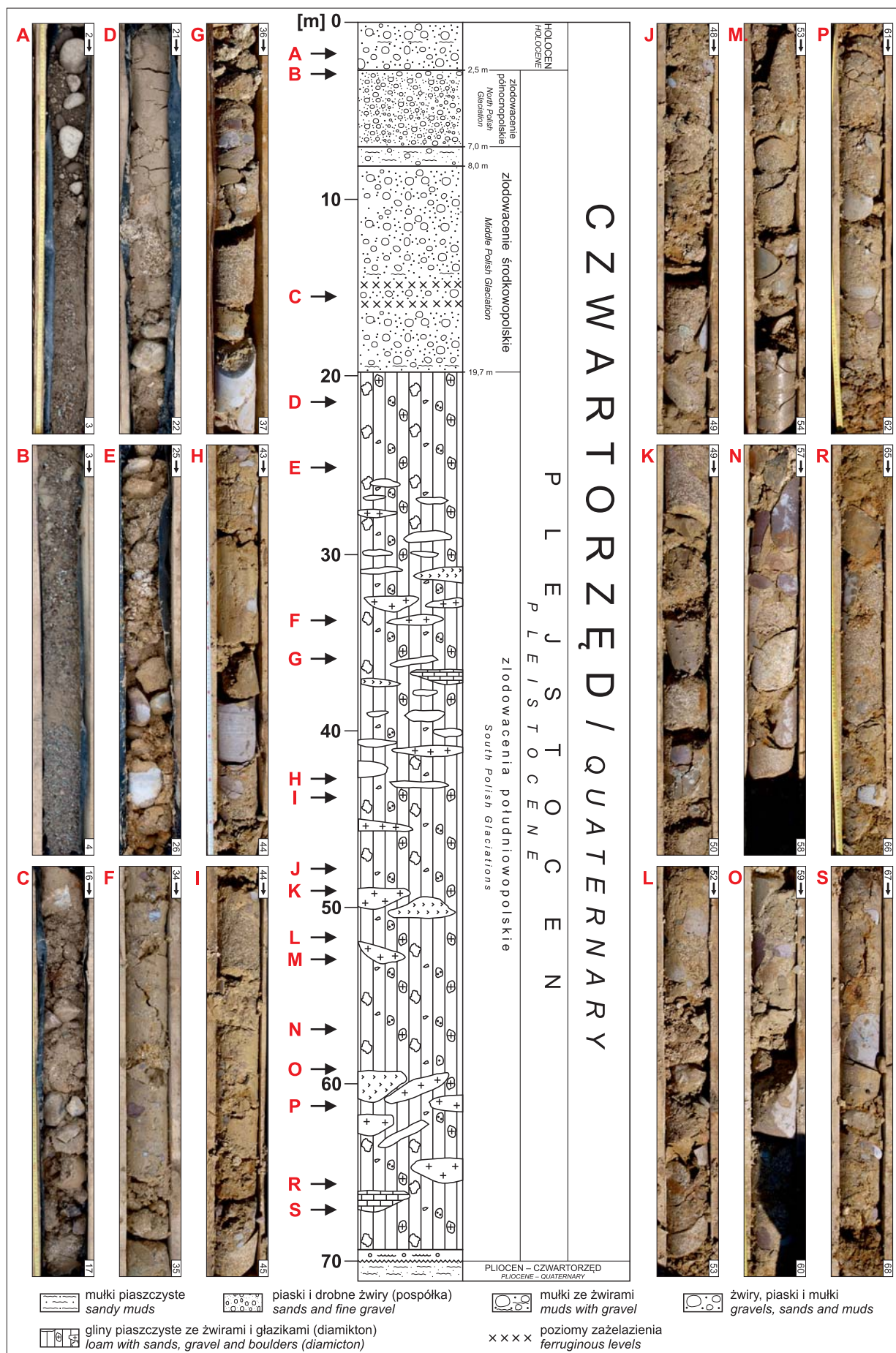


Poniżej występują utwory płaszczowiny magurskiej. Natomiast w profilu otworu w miejscowości Frydman, który odwiercono na wschód od Nowego Targu, stwierdzono 103 m utworów czwartorzędowych, podścielonych 23-metrową serią skał plioceńskich (Niedzielski, 1971).

Wykształcenie czwartorzędowych osadów w profilu otworu Nowy Targ PIG-2 pozwala przyjąć, że są to utwory lodowcowe – moreny (ryc. 5). Osady te składem, a zwłaszcza wielkością przewiercanych gładzów, występujących wraz z glinami, najbardziej przypominają utwory lodowcowe odsłaniające się w wałach morenowych, np. w dolinie Suchoj Wody i innych miejscach na terenie Tatr. Występowanie w profilu wiercenia obok gładzów glin piaszczystych barwy brązowo-szarej (ryc. 5, 6) trudno jest wiązać z sedimentacją z wód płynących, gdyż drobny materiał zostałby wymyty, podobnie jak w górnej części profilu otworu Nowy Targ PIG-2 czy w odsłonięciach profili plejstoceniowych tarasów rzecznych wzdłuż doliny Dunajca.

W otworze Nowy Targ PIG-1 profil stratygraficzny utworów czwartorzędowych jest niepełny, jak to wcześniej dla zapadliska nowotarskiego sugerował Watycha (1976). Utwory te ulegały erozji rzecznej, zwłaszcza w ciepłych okresach plejstocenu. Przykładem mogą być utwory ostatniego piętra zimnego, które uległy erozji, na co wskazuje





Ryc. 5. Profil wiercenia Nowy Targ PIG-2 – utwory czwartorzędowe  
 Fig. 5. Nowy Targ PIG-2 borehole section – Quaternary deposits

przekrój geologiczny (ryc. 6) – utwory górnego plejstoce-  
nu i holocenu mają miąższość jedynie 19,7 m (ryc. 5).

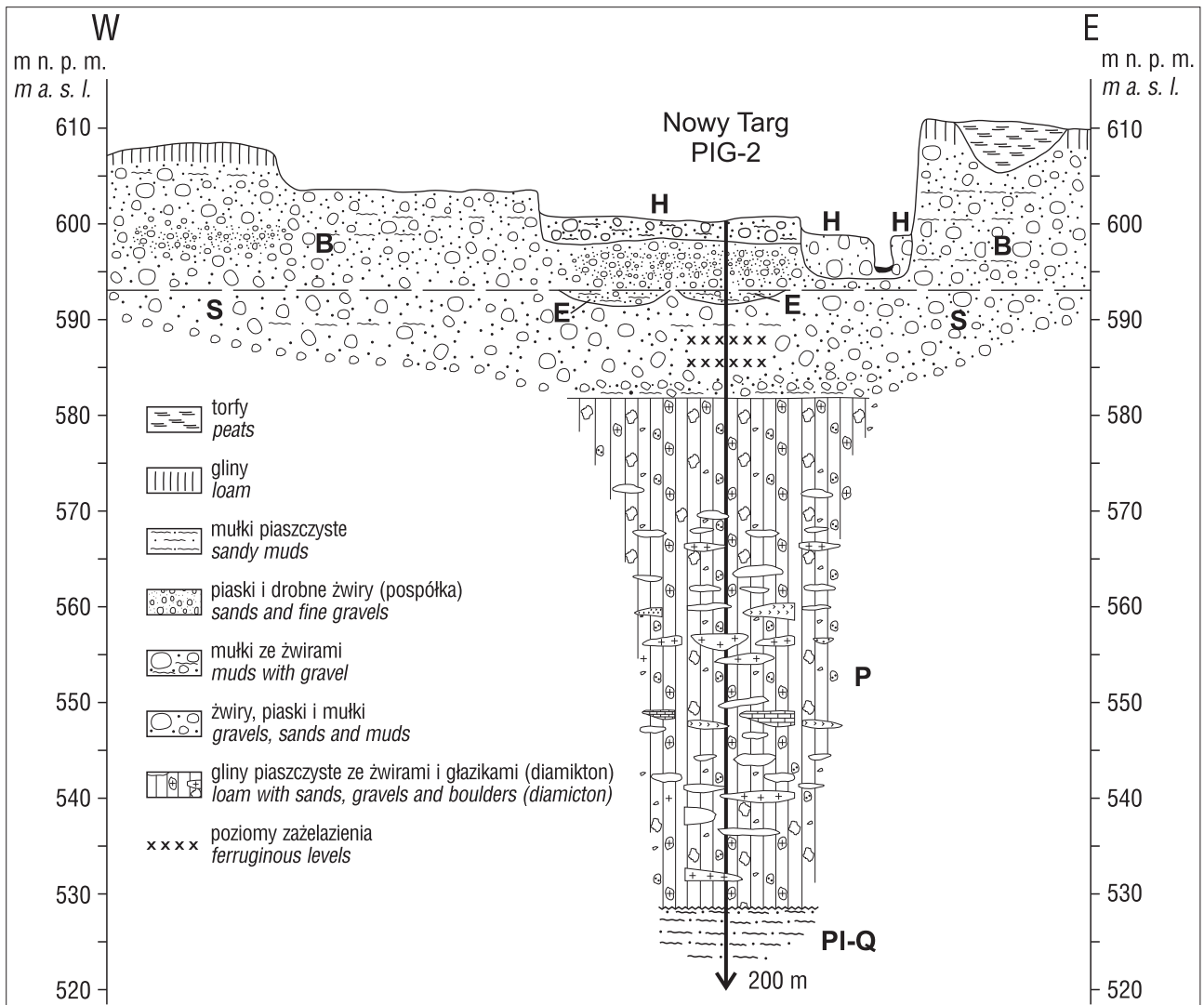
W późnym glacie i holocenie na terenie zapadliska  
nowotarskiego postępowało rozcinanie utworów zlodow-  
aczenia Würm, tworzących taras o wysokości do 15 m (ryc. 6).  
Pierwszym śladem tego rozcinania jest torfowisko Bór nad  
Czerwonym, którego rozwój przypada na późny glaciał  
(Obidowicz, 1990). Kolejnym etapem było dalsze rozcię-  
cie i utworzenie tarasu erozyjnego o wysokości ok. 8 m,  
zachowanego głównie po lewej stronie doliny Białego  
Dunajca (ryc. 6). Najniższe tarasy, o wysokości 2 do 4 m,  
są związane z dalszą erozją i osadzeniem żwirów oraz pias-  
ków w holocenie.

### Taras Białego Dunajca

Po wschodniej stronie koryta Białego Dunajca, około  
140–150 m na wschód od wiercenia Nowy Targ PIG-2,  
wznosi się wyraźna skarpa o wysokości ok. 15 m (ryc. 2).  
W ścianie tej skarpy odsłaniają się głównie żwiry oraz  
głaziki o średnicy 15–30 cm (maksymalnie do 40 cm), z do-

mieszka mułków piaszczystych. Górna część tej serii żwi-  
rowej była datowana metodą TL na 25±3 tys. lat BP i 27±4  
tys. lat BP (Lindner i in., 1993, 2008a, b). Natomiast  
Olszak i in. (2018) wiek odsłaniających się utworów okre-  
ślili metodą OSL na 50,5 ± 4,8 ka, czyli dużo starszy niż  
wcześniej przyjmowano. W późnym glacie na tarasie tym  
rozwinęło się torfowisko (Dyakowska, 1928, 1932; Obido-  
wicz, 1990). Sedymentacja serii rzecznej przypada na mak-  
symalny rozwój lądolodu i największe ochłodzenie w  
ostatnim piętrze zimnym (Romer, 1929; Halicki, 1930; Kli-  
maszewski, 1961, 1967; Watycha, 1976; Lindner i in.,  
1993, 2008). Natomiast na zachód od Nowego Targu taras  
ten wznosi się ok. 10 m n.p.rz. (ryc. 2). W stropie tarasu po  
lewej i prawej stronie doliny występuje od 2 do 3 m glin.  
W dnie doliny oprócz kamieńca o miąższości 1–1,5 m  
zachowały się 2 tarasy o wysokości 2,5–4 m i taras o wyso-  
kości ok. 5–8 m (ryc. 2).

W odsłonięciach pokryw fluwioglacjalnych i fluwial-  
nych (ryc. 2) różnowiekowych tarasów wzdłuż doliny  
Białego Dunajca nie stwierdzono głazów o średnicy ok. 1 m,



**Fig. 6.** Schematyczny przekrój przez dolinę Białego Dunajca w rejonie otworu Nowy Targ PIG-2: **H** – holocen; **B** – zlodowacenie północnopolskie; **E** – interglacjał eemski; **S** – zlodowacenia środkowopolskie; **P** – zlodowacenia południowopolskie; **PL-Q** – pliocen–wczesny czwartorzęd

**Fig. 6.** Schematic cross-section through the Białego Dunajca valley in the area of the Nowy Targ PIG-2 borehole: **H** – Holocene; **B** – North Polish Glaciation; **E** – Eemian; **S** – Middle Polish Glaciation; **P** – South Polish Glaciation; **PL-Q** – Pliocene–Lower Pleistocene



które tkwiłyby w glinach piaszczystych czy mułkach ze żwirami.

W profilach różnowiekowych tarasów Białego Dunajca dominuje materiał gruboklastyczny, w postaci obtoczonych głazików i żwirów. Udział mułów i glin w składzie tych osadów jest niewielki. Przykładem mogą być osady odsłaniające się po prawej stronie Białego Dunajca (Lindner i in., 2008), które reprezentują utwory ostatniego piętra zimnego i istotnie różnią się od osadów nawierconych na głębokości 19,7–69,5 m w otworze Nowy Targ PIG-2 (zobacz ryc. 6 i fig. 1 w Lindner i in., 2008).

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wyniki obserwacji terenowych i interpretacji danych z wiercenia Nowy Targ-2 pozwoliły wrócić do prawie 100-letniej koncepcji o występowaniu moreny w okolicach Nowego Targu i dalekim zasięgu lodowców tatrzańskich.

W sztucznych odsłonięciach osadów czwartorzędowych w Szaflarach potwierdzono obecność dużych głazów, o średnicy ok. 1 m, co można tłumaczyć tylko transportem lodowcowym. Odkryta przez Małkowskiego (1924, 1928) morena szaflarska, mimo kontrowersji i odrzucania przez późniejszych autorów lodowcowej genezy tych utworów, w świetle nowych danych zyskała poparcie.

Dotychczas do interpretacji profilu osadów wypełniających zapadlisko nowotarskie wykorzystywano głównie dane z wierzeń hydrogeologicznych, w których otwory wiercono tzw. gryzerem i uzyskiwano niepełny rdzeń, umożliwiającą dowolną interpretację. Z otworu Nowy Targ PIG-2 uzyskano pełen rdzeń, materiał ten umożliwił nową interpretację genezy utworów wypełniających zapadlisko, odmienną od przedstawionej przez Watychę (1976).

W otworze Nowy Targ PIG-2, na głębokości 19,7–69,5 m, stwierdzono utwory, których genezę można wiązać z akumulacją lodowcową. Mają one cechy charakterystyczne dla moren lodowców górskich i są bardzo podobne do utworów moren odsłaniających się wzdłuż doliny Suchej Wody czy w innych miejscach w Tatrach.

Duża miąższość utworów czwartorzędowych w profilu otworu Nowy Targ PIG-2 jest związana z istnieniem młodego zapadliska nowotarskiego, które rozwinęło się na północ od pienińskiego pasa skałkowego. Było ono aktywne w neogenie (pliocenie) i plejstocenie. Obecne położenie spągu nawierconych serii jest efektem ruchów obniżających, które wg Birkenmajera (1976) nastąpiły w interglacjale Mindel/Riss lub w czasie zlodowaceń środkowopolskich (Riss). Zakładając, że w rejonie otworu Nowy Targ PIG-2 w czasie zlodowacenia Riss utwory lodowcowe były akumulowane na podobnej wysokości co morena szaflarska, można oszacować, że teren obniżył się co najmniej o 60 m, przy czym część utworów lodowcowych mogła być zerodowana. W związku z tym należy założyć, że profil otworu Nowy Targ PIG-2 dokumentuje na terenie nowotarskiego zapadliska tektonicznego występowanie moren odpowiadających maksymalnemu rozprzestrzenieniu się lodowców tatrzańskich w czasie zlodowacenia Mindel (?), które leżą na małoodpornych osadach górnego pliocenu i dolnego czwartorzędu. Uwzględniając wyniki badań Birkenmajera i Stuchlika (1975) oraz Birkenmajera i in. (2008) nie można jednak wykluczyć, że moreny te powstały w czasie zlodowacenia Günz.

Wyniki wiercenia Nowy Targ PIG-2 ujawniły, że 2/3 profilu utworów czwartorzędowych w zapadlisku nowotarskim stanowią utwory lodowcowe. Jest to być może efekt subsydencji zapadliska nowotarskiego w czasie akumulacji lodowcowej. Według Birkenmajera (1978) subsydencja na tym terenie rozpoczęła się w pliocenie i trwała do końca ostatniego zlodowacenia. Na południe od pienińskiego pasa skałkowego w dolinie Białego Dunajca powstawały tarasy skalno-akumulacyjne, natomiast na terenie zapadliska nowotarskiego tarasy akumulacyjne (Klimaszewski, 1948; Zuchiewicz, 2011). W późnym glacialu i holocenie nastąpiło wyraźne rozcięcie pokrywy ostatniego piętra zimnego i utworzenia tarasów erozyjno-akumulacyjnych (ryc. 6). Zaburzenia morfologii tarasów rzecznych zaznaczają się w strefie przebiegu uskoku obrzeżającego od północy pieniński pas skałkowy na północ od Szaflar (ryc. 2). Ma to związek z występowaniem względnych ruchów tektonicznych na granicy Pienin i płaszczowiny magurskiej.

Biorąc pod uwagę dane i opisy innych stanowisk moren w Tatrach (Romer, 1929; Klimaszewski, 1998; Piotrowska, 2015), utwory nawiercone w otworze Nowy Targ PIG-2 można uznać za moreny najstarszego zlodowacenia. Tym samym jest to dowód na maksymalne rozprzestrzenienie się lodowców tatrzańskich w kierunku północnym.

Dotychczas stwierdzone ślady dalekiego zasięgu lodowców tatrzańskich, zachowane w okolicach Szaflar i dolinie Białego Dunajca w Nowym Targu, nie wykluczają możliwości występowania podobnych osadów na innych obszarach, np. wzdłuż doliny Białki i w zapadlisku Frydman–Dębno. Również w miejscach opisanych przez Rehmana (1895) i Małkowskiego (1924), pod Cisową, nad Nową Białą, w rejonie Gronkowa, Rzepiska i innych, mogą się znajdować moreny. Weryfikacja ich obecności wymaga dalszych prac.

Być może znaczone przez Watychę (1975) oraz Birkenmajera i Stuchlika (1975) głazy granitowe i gnejsowe po prawej stronie doliny Białego Dunajca, między Szaflarami a przysiółkiem Bór nad Czerwonem, mogą pochodzić z utworów morenowych przykrytych glinami (ryc. 2) o podobnym wieku, co stwierdzone w rejonie kamieniołomu w Szaflarach.

W świetle przedstawionych danych należy wrócić do poglądów o dalekim zasięgu lodowców tatrzańskich w starszych piętrach plejstocenu. Problem zasięgu ówczesnych lodowców tatrzańskich jest otwarty, gdyż mogły one przykryć znaczną część Podhala i sięgnąć Gorców, jak uważali Rehman (1895), Romer (1929) i Zapałowicz (1913). Można też przyjąć za Romerem (1929), że lód lodowcowy wykorzystywał obniżenia dolin i jezorami spływał do zapadliska nowotarskiego, tworząc lodowiec piedmontowy.

Na obecnym etapie rozpoznania trudno jest rozstrzygnąć problem stosunku do moreny szaflarskiej, opisanych przez Birkenmajera i Stuchlika (1975), osadów z częściami organicznymi. Mogą one być włożone w morenę szaflarską lub osadzone na morenie. W obu przypadkach interglacjalne osady z Szaflar (Birkenmajer, Stuchlik, 1975) mogą odpowiadać osadom z Kończyc (Wójcik i in., 2004), interglacjale ferdynandowskiemu, augustowskiemu (Ber i in., 2007) lub podlaskiemu (Marks i in., 2016).

Dziękuję recenzentom za cenne uwagi i propozycje, które pozwoliły przygotować ostateczną wersję artykułu. Składam także serdeczne podziękowania Redakcji *Przeglądu Geologicznego* za opracowanie materiału do druku.

## LITERATURA

- BAUMGART-KOTARBA M., KOTARBA A. 1979 – Wpływ rzeźby dna doliny i litologii utworów czwartorzędowych na wykształcenie koryta Białej Wody w Tatrach. *Folia Geogr., ser. geogr. phys.*, 12: 49–66.
- BER A., LINDNER L., MARKS L. 2007 – Propozycja podziału stratygraficznego Polski. *Prz. Geol.*, 55: 115–118.
- BIRKENMAJER K. 1958 – Przewodnik geologiczny po pienińskim pasie skałkowym, cz. I–IV. *Wyd. Geol., Warszawa*.
- BIRKENMAJER K. 1968 – Nowa jaskinia na Podhalu. *Wszczęchwiat*, 11: 274–277.
- BIRKENMAJER K. 1976 – Plejstocenijskie deformacje tektoniczne w Szaflarach na Podhalu. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 46: 309–323.
- BIRKENMAJER K. 1978 – Neogene to Early Pleistocene subsidence close to the Pieniny Klippen Belt, Polish Carpathians. *Stud. Geomorph. Carpatho-Balcanica*, 12: 17–28.
- BIRKENMAJER K. 1979 – Przewodnik geologiczny po pienińskim pasie skałkowym. *Wyd. II. Wyd. Geol., Warszawa*.
- BIRKENMAJER K., STUCHLIK L. 1975 – Early Pleistocene pollen-bearing sediments at Szaflary, West Carpathians, Poland. *Acta Palaeobot.*, 16: 113–146.
- BIRKENMAJER K., DERKACZ M., LINDNER L., STUCHLIK L. 2008 – Szaflary wapienne – żwiry wodnolodowcowe zlodowacenia Mindel i starsze osady organiczne. *Wycieczka 1. Stanowisko 1. [W:] Plejstocen Tatr i Podhala – zlodowacenia tatrzańskie. XV Konferencja Stratygrafia Plejstocenu Polski. Zakopane 1–5 września 2008. Mat. konf. Państw. Inst. Geol.: 149–154.*
- BUTRYM J., LINDNER L., OKSZOS D. 1990 – Formy rzeźby, wiek TL osadów i rozwój lodowców ostatniego zlodowacenia w Dolinie Małej Łąki (Tatry Zachodnie). *Prz. Geol.*, 38 (1): 20–26.
- DYAKOWSKA J. 1928 – Historia torfowiska „Na Czewonem” pod Nowym Targiem w świetle analizy pyłkowej. *Spraw. Kom. Fizjogr. PAU*, 63: 129–150.
- DYAKOWSKA J. 1932 – Analiza pyłkowa kilku torfowisk. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 9: 473–530.
- DZIERŻEK J., LINDNER L., NITYCHORUK J. 1987 – Rzeźba i osady czwartorzędowe Doliny Pięciu Stawów Polskich (Tatry Wysokie). *Prz. Geol.*, 35 (1): 8–14.
- GADEK B. 1998 – Würmskie zlodowacenie Tatr w świetle rekonstrukcji lodowców wybranych dolin na podstawie prawidłowości glaciologicznych. *Pr. Nauk. Uniw. Śląskiego w Katowicach*, 1741: 1–151.
- HALICKI B. 1930 – Dyluwialne zlodowacenie północnych stoków Tatr. *Spraw. Państw. Inst. Geol.*, 5: 464–477.
- HALOUZKA R. 1979 – Quaternary Mountain Glaciation of the Tatra Mountains (the foreland of the West and High Tatra). [W:] *Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere, Ostrava, Czechoslovakia. Geol. Survey (ÚÚG), Prague (Praha): 85–98.*
- HALOUZKA R. 1989 – Nové poznatky o kvatérnej stratygrafii a zaľdenieniach v Západných Tatrách ich predpolí (vo vzťahu k oblasti Vsokých Tatier). *Region. Geol. Západ. Karpát. (Bratislava). Geol. Úst. D. Štúra*, 25: 35–40.
- HRYNOWIECKA-CZMIELEWSKA A. 2009 – Zarys badań paleobotanicznych czwartorzędu na terenie Tatr, Pienin i Podhala. *Prz. Geol.*, 57 (8): 714–714.
- KLIMASZEWSKI M. 1948 – Polskie Karpaty Zachodnie w okresie dyluwialnym. *Pr. Wrocł. Tow. Nauk.*, B, 4, 7: 1–236.
- KLIMASZEWSKI M. (red.) 1961 – Guide-book of Excursion. From the Baltic to the Tatras, Part III, South Poland. *INQUA, VI Congress, Poland, august-september 1961. PWN, Łódź.*
- KLIMASZEWSKI M. 1967 – Polskie Karpaty Zachodnie w okresie czwartorzędowym. [W:] *R. Galon, J. Dylak (red.), Czwartorzęd Polski, PWN, Warszawa: 431–497.*
- KLIMASZEWSKI M. 1988 – Rzeźba Tatr Polskich. *PWN, Warszawa.*
- LINDNER L. 1992 – Stratygrafia (klimatostratygrafia) czwartorzędu. [W:] *Lindner L. (red.), Czwartorzęd: osady, metody badań, stratygrafia. Wyd. PAE: 441–633.*
- LINDNER L., DZIERŻEK J., NITYCHORUK J. 1990 – Problem wieku i zasięgu lodowców ostatniego zlodowacenia (Vistulianu) w Tatrach Polskich. *Kwart. Geol.*, 34: 339–354.
- LINDNER L., NITYCHORUK J., BUTRYM J. 1993 – Liczba i wiek zlodowaceń tatrzańskich w świetle termoluminescencyjnych osadów wodnolodowcowych w dorzeczu Białego Dunajca. *Prz. Geol.*, 41: 10–21.
- LINDNER L., DZIERŻEK J., MARCINIAK B., NITYCHORUK J., 2003 – Outline of Quaternary glaciations in the Tatra Mts.: their development, age and limits. *Geol. Quart.*, 47: 269–280.
- LINDNER L., DERKACZ M., GRANOSZEWSKI W. 2008a – Nowy Targ – Bór nad Czerwonem: żwiry wodnolodowcowe zlodowacenia würm i przykrywające je torfy holocenijskie. *Wycieczka 1. Stanowisko 2. [W:] Plejstocen Tatr i Podhala – zlodowacenia tatrzańskie. XV Konferencja Stratygrafia Plejstocenu Polski. Zakopane 1–5 września 2008. Mat. konf., Warszawa. Państw. Inst. Geol.: 154–158.*
- LINDNER L., DZIERŻEK J., PLISZCZYŃSKA K. 2008b – O możliwości występowania śladów zlodowaceń środkowopolskich w dolinie Białki koło Jurgowa. [W:] *Tatrzańskie mapy geologiczne. Mat. konf., Zakopane 27–29.05.2008. Państw. Inst. Geol.: 75–76.*
- LUKNIŚ M. (red.) 1973 – Reliéf Vysokých Tatier a ich predpolia. *Vyd. SAV, Bratislava: 375.*
- MAŁKOWSKI S. 1924 – O morenie lodowca tatrzańkiego w okolicy Nowego Targu. *Kosmos*, 49: 1–8.
- MAŁKOWSKI S. 1928 – Odslonięcia utworów dyluwialnych w kamieniołomie szaflarskim pod Nowym Targiem. *Zabytki Przyr. Nieozryw.*, 1: 62–64.
- MARKS L., DZIERŻEK J., JANISZEWSKI R., KACZOROWSKI J., LINDNER L., MAJECKA A., MAKOS M., SZYMANEK M., TŁOCZKO-PASEK A., WORONKO B. 2016 – Quaternary stratigraphy and paleogeography of Poland. *Acta Geol. Pol.*, 66: 403–427.
- NIEDZIELSKI H. 1971 – Tektoniczne pochodzenie wschodniej części Kotliny Nowotarskiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 41 (2): 397–408.
- OBIDOWICZ A. 1990 – Eine Pollenanalytische und Moorkundliche Studie zur Vegetationsgeschichte des Podhale-Gebietes (West-Karpaten). *Acta Palaeobot.*, 30: 147–219.
- OLSZAK J., KUKULAK J., ALEXANDERSON H. 2016 – Revision of river terrace geochronology in the Orawa–Nowy Targ Depression, south Poland: insights from OSL dating. *Proc. Geologists' Association*, 127: 595–605.
- OLSZAK J., KUKULAK J., ALEXANDERSON H. 2018 – Climate control on alluvial sediment in the northern foreland of Tatra Mountains since the late Pleistocene. *Quater. Res.*, 91 (2): 520–533.
- PAUL Z., POPRAWA D. 1990 – Dokumentacja wynikowa geologiczna otworu Nowy Targ PGI-1. *Arch. Oddziału Karpackiego PIG-PIB, Kraków, nr inwent. 2498, nr kat. 5130/124.*
- PAUL Z., POPRAWA D. 1992 – Budowa geologiczna płaszczowiny magurskiej w strefie przypienińskiej w świetle wyników badań uzyskanych z wiercenia Nowy Targ PIG 1. *Prz. Geol.*, 40 (7): 404–409.
- PIOTROWSKA K. (red.) 2015 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Tatr w skali 1:10 000. *Państw. Inst. Geol.-PIB.*
- PLISZCZYŃSKA K. 20012 – Tarasy Białki w rejonie Jurgowa i ich związki z lodowcami tatrzańskimi. *Prz. Geol.*, 60 (2): 103–109.
- REHMAN A. 1895 – Ziemia dawnej Polski i sąsiednich krajów słowiańskich opisane pod względem fizyczno-geograficznym. *Lwów. Cz. Karpaty, XII: 657.*
- ROMER E. 1929 – Najstarszy okres lodowcowy w Tatrach. *Pam. II Zjazdu Słowiańskich Geografów i Etnografów w Polsce w roku 1927*, 1: 343–344.
- WATYCHA L. 1975 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Nowy Targ (1049). *Wyd. Geol., Warszawa.*
- WATYCHA L. 1976 – Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Nowy Targ (1049). *Wyd. Geol., Warszawa.*
- WÓJCİK A., NAWROCKI J., NITA M. 2004 – Plejstocen w profilu Kończycze (Kotlina Oświęcimska) – analiza genezy i wieku na tle schematów podziału stratygraficznego czwartorzędu. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 409: 5–50.
- ZAPĄLOWICZ H. 1913 – Dyluwialno-lodowy okres w Karpatach Pokucko-Marmarowskich i w Patagonii. *Kosmos*, 38 (7–9): 643–740.
- ZUCHIEWICZ W. 2011 – Pleistocene tectonic activity of the Polish Western Carpathians: insight from fluvial terraces. *Acta Geodyn. Geomater.*, 8 (163): 197–224.

Praca wpłynęła do redakcji 15.03.2022 r.  
Akceptowano do druku 9.05.2022 r.