

JANUSZ DZIEWAŃSKI, LESZEK STARKEL

GENEZA I WIEK TERASY WYSOKIEJ W DOLINIE SANU

(7 fig.)

The origin and age of the high terrace in the San river valley (Carpathians)

(7 fig.)

Streszczenie. Na podstawie analizy 2 stanowisk terasy wysokiej autorzy określają wiek i złożoną genezę 35—60-metrowych spłaszczeń terasowych w dolinie górnego Sanu. Udział materiału nie obtoczonego w żwirach i zazębienie osadów rzecznych z soliflukcyjnymi wskazuje na utworzenie pokrywy aluwialnej w klimacie zimnym, peryglacjalnym. Wysokie spłaszczenia terasowe składają się z różnych genetycznie elementów: równin erozyjnych, równin akumulacji rzecznej i równin akumulacji soliflukcyjnej. W aluwjach teras wyższych (75 m i 100 m nad poziom rzeki) brak udziału materiału stokowego — pokrywa terasy 35—60 m jest najwyższa z czwartorzędowych. Seria żwirów pochodzi z trzeciego (od góry), najstarszego u nas zlodowacenia krakowskiego, ponieważ w dwóch terasach niższych stwierdzono zazębienie osadów rzecznych z soliflukcyjnymi (serie z dwóch młodszych glacjałów). Na wiek terasy wysokiej wskazuje również interglacjalne zwiertrzenie chemiczne stropu aluwiiów i otulenie młodszymi pokrywami soliflukcyjnymi.

WSTĘP

W karpackim odcinku doliny Sanu poniżej wysokich 100-metrowych spłaszczeń plioceńskich występują na zboczach liczne listwy i spłaszczenia w wysokości 35—45 m, dochodzące niekiedy do 60 m nad poziom rzeki. Budowa tych spłaszczeń jest niejednolita. Łagodnie przechodzącą w stok powierzchnię otulają pokrywy gliniaste lub gliniasto-rumoszowe, a na równinie w części przykrawędziowej sypią się w różnej wysokości żwiry. W spągu występuje zawsze cokolś skalny o nierównej powierzchni. Brak jednolitych równin akumulacyjnych i duże wahania wysokości względnej wskazują na złożoną genezę i wiek zarówno osadów, jak i samej formy terasy wysokiej (1). Jedyńm dowodem wieku występującej tu serii żwirowej jest stwierdzona na niej pokrywa osadów lodowcowych i fluwio-glacjalnych u wylotu z Karpat pod Przemyślem. Na tej podstawie M. Klimaszewski (1948) wiąże serię żwirów ze zlodowaceniem krakowskim, po którym nastąpiło pogłębienie doliny. Celem niniejszej notatki jest szczegółowe omówienie budowy dwóch fragmentów terasy wysokiej, które rzucają światło na złożoną genezę i na wiek tego poziomu. Pierwszy fragment znajduje się na lewym zboczu Sanu w Zabrodziu poniżej przełomowego zwiężenia przez pasmo Jawor-Berdo. Drugi — na szyi dużego meandru poniżej Myczkowiec u podnóża góry Grodzisko (fig. 1).

TERASA WYSOKA W ZABRODZIU

(stanowisko A na fig. 1)

Spłaszczenie terasy wysokiej znajduje się na północno-wschodnim stoku pasma kulminującego ostrą grzędę o wysokości 499 m npm. Oś grzbie-tu buduje gruboławicowy piaskowiec, oddzielający serię łupkowo-piaskow-cową (środkowo-krośnieńską), występującą w dolnej części stoku, od serii piaskowcowo-łupkowej (dolno-krośnieńskiej).

W nieckowatym zakłębieniu na wierzcholinie w wysokości 460 m npm. leżą pojedyncze żwiry rzeczne, wieku zapewne pliocenckiego (100 m np. Sanu). Stok wypreparowanej grzedy ma nachylenie 25 — 30°, niżej w kierunku E nachylenie maleje stopniowo do 12°, a w wysokości 420 — 410 m npm. osiąga wartość 8 — 5°. Ta spłaszczona listwa stokowa o przebiegu N — S opada niżej krawędzią o nachyleniu około 15° do dna doliny Sanu, którego koryto leży tu w wysokości około 358 m npm. Spłaszczenie stokowe ciągnie się na długości 200 m i posiada szerokość 50 — 120 m. Od północy ograniczone jest zamknięciem małej dolinki erozyjnej, a ku południowi zweża się i przechodzi w jednostajnie nachylony

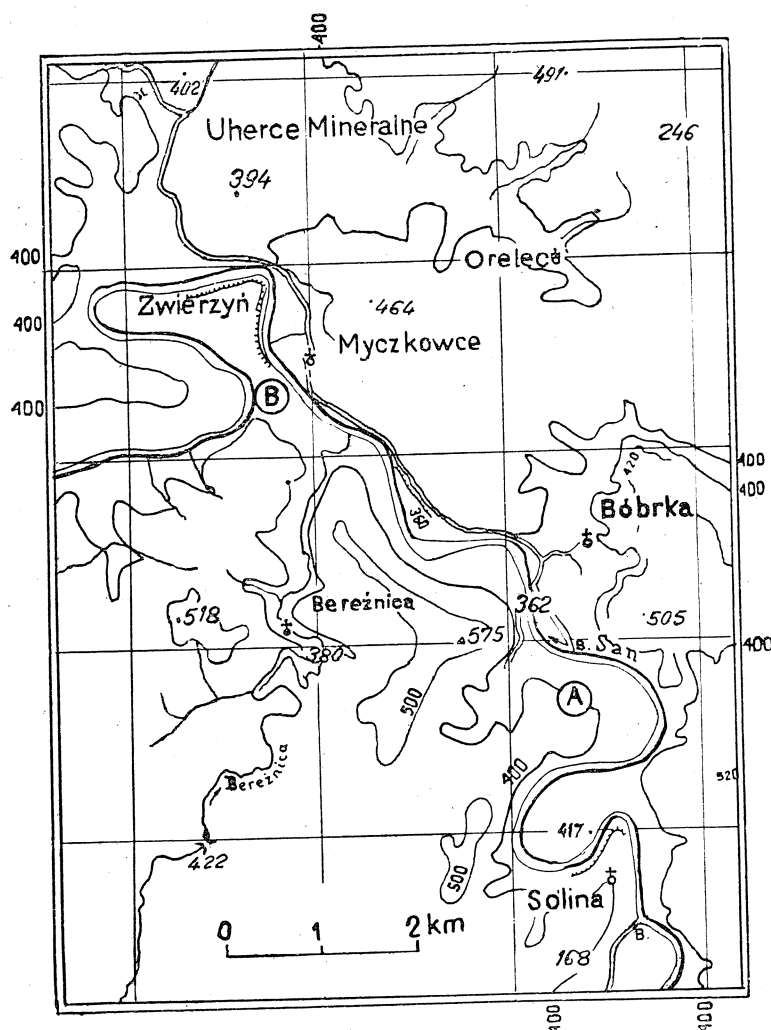


Fig. 1. Szkic sytuacyjny stanowisk. B — Stanowisko na ostrodze Grodziska w Myczkowcach. A — Stanowisko na wschodnim stoku wzgórza 499 m w Zabrodziu;
 Fig. 1. Sketch map of the described areas in the San river valley. A — area studied on the eastern slope of the hill 499 m at Zabrodzie; B — area studied on the spur of Grodzisko near Myczkowce

stek. Wklęsłą powierzchnię stoku budują gliny piaszczyste z okruchami piaskowców, na wypukłej zaś krawędzi spłaszczenia sypią się żwiry rzeczne, wskazujące na istnienie pod glinami kopalnej terasy. 10 szybków wykonanych na spłaszczeniu, odsłaniających skały podłoża, pozwala na poznanie wykształcenia i sposobu ułożenia pokryw.

Powierzchnia erozyjna stropu skał podłoża jest wyrównana, waha się od 403,5 — 405 m npm. Pomimo ogólnego kierunku obniżania się cokołu do Sanu zaznacza się w części północnej wyraźna rynna równoległa do dzisiejszego biegu Sanu. Strop skały (łupków i piaskowców) jest zwietrzały do głębokości 0,5 — 1,2 m w części bliższej krawędzi. Bliżej stoku pod grubym nadkładem zwietrzenie skał podłoża prawie się nie zaznacza (fig. 2).

Wśród pokryw nadległych wyróżniamy 3 zespoły litologiczno-facjalne:

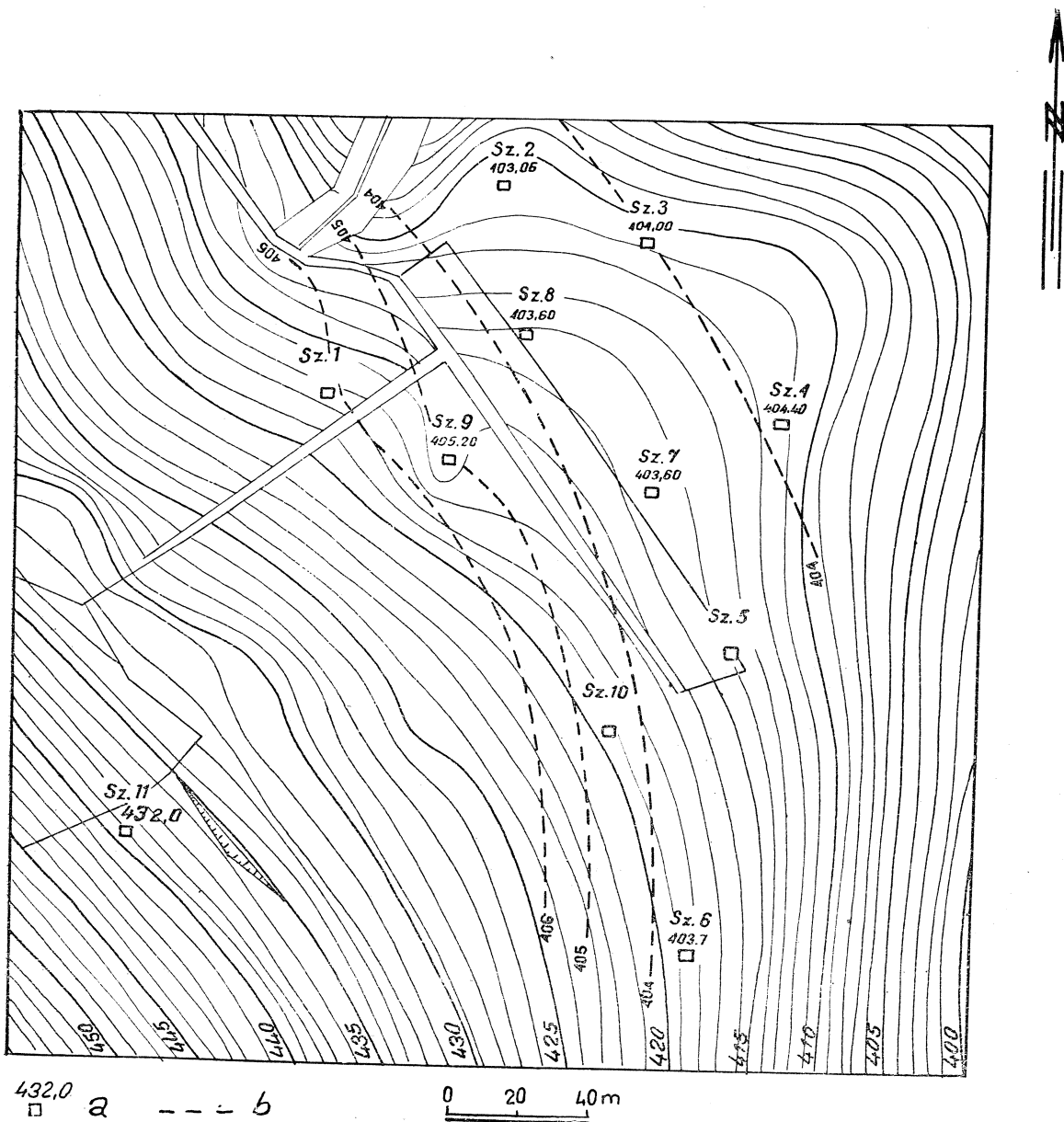


Fig. 2. Morfologia podłoża żwirów — stanowisko w Zabrodziu. a — rzędna stropu skał podłoża; b — warstvice stropu skał podłoża

Fig. 2 Morphology of the substratum of the gravel at Zabrodzie. a — altitude of the top of the rocks of the substratum; b — isohypses of the top surface of the substratum

żwiru rzeczne, zazębiającą się serię utworów stokowo-rzecznych i pokrywy stokowe w stropie.

Bezpośrednio na cokole spoczywa seria żwirów rzecznych o miąższości rosnącej od 3,7 m przy krawędzi spłaszczenia do 8 m w osi zagłębienia podłoża i malejącej do 4 — 5 m w części przystokowej (fig. 3). Seria żwirów składa się z fragmentów obtoczonych skał o różnej średnicy — obok frakcji pyłowej i piaskowej spotyka się ostrokrawędziste bloki piaskowców o średnicy ponad 0,5 m. Wskaźnik niejednorodności waha się od 50 w seriach dolnych do blisko 150 bliżej stropu, a współczynnik sortowania (S_o) od około 4 do 9 (tabela 1). Ku górze zaznacza się więc coraz większa niejednorodność materiału, większy udział frakcji piaszczystej i pyłowej (od 4,9% w dole do 26,2% w stropie). Bliżej stropu występują też soczewki czystych piasków rzecznych. Na rzeczną genezę osadu wskazuje obtoczenie i ułożenie materiału. W poszczególnych poziomach raz przeważa materiał dobrze obtoczony, w innych ostrokrawędzisty. Przeważnie około 50 — 70% materiału stanowią okruchy dobrze obtoczonych skał lub o wyraźnie zaokrąglonych krawędziach. Maksymalna średnica otoczków nie przekracza 20 — 30 cm — widocznie rzeka nie była w stanie przenieść materiału grubszego na większą odległość. Duże, do 50 cm długości, ostrokrawędziste bloki piaskowca wskazują na równoczesną dostawę materiału ze stoków. Żwiru ułożone są w poszczególnych horyzontach wyraźnie dachówkowato, płaszczyzny otoczków nachylone są od 10 — 35° ku SE i SEE, zdarza się też nachylenie ku E i S. Ułożenie wskazuje na kierunek nurtu Sanu, który na tym odcinku płynął od płd.-wschodu, a więc podobnie jak i dziś.

Seria żwirów jest w stropie silnie zmieniona przez późniejszy proces wietrzenia. Ilość otoczków zwietrzałych rośnie wyraźnie ku górze od około 14% na głębokości 4,7 — 7,0 m do 47% bliżej powierzchni (tabela 1). W stropie serii bloki piaskowcowe również są odwapnione i rozsypują się pod wpływem niedużego nacisku. Tak duży udział frakcji pylastej i piaszczystej w stropie żwirów jest więc obok niewątpliwego zmniejszenia się ku stropowi średnic poszczególnych fragmentów osadu również w dużym stopniu rezultatem późniejszego wietrzenia. Węglan wapnia odprowadzany jest w dół serii — jego koncentracja nastąpiła w spągowych partiach żwirów, równocześnie przemywanych przez wody spływające ze stoku. Materiał piaszczysty wypełniający wolne przestrzenie pomiędzy żwirami jest tu często scementowany węglanem wapnia i tworzy zlepieniec trudny do przebiccia. Ilość $CaCO_3$ w zlepieńcu dochodzi do 25%.

Morfologia stropu serii żwirów jest nierówna. Bliżej krawędzi obniża się — strop jest zdegradowany. W części centralnej spłaszczenia sięga wyżej, bo do 411,5 m npm. Bliżej stoku strop serii żwirowej obniża się do 409 m npm (fig. 3).

W części przystokowej na żwirach spoczywa seria silnie zaglinionego rumoszu, wykazująca w poszczególnych horyzontach dużą domieszkę materiału rzeczno obtoczonego (fig. 3). Pogląd na genezę tej około 5-metrowej serii daje odsłonięcie w szybiku 8 na wys. 414 m npm, w którym ukazuje się od góry (fig. 4):

0 — 1,80 m piaski gliniaste z okruchami piaskowców o średnicy do 20 cm. Zaznaczają się 2 horyzonty gruzowe oddzielone smugowanymi glinami. Nachylenie głazów i smug niekiedy zgodne z nachyleniem stoku (pokrywy soliflukcyjne).

Tabela I.

Osady terasy wysokiej w Zabrodziu
(żwiry oraz gliny z rumoszem)

Nr szy- bika	Głębokość pobranej próby	Rzędna n _{pm}	Ilość frakcji w %			Ilość ziarn zwietrza- łych w %	Wielkość ziarn w mm		Wskaź- nik niejedno- rodności	Q ₁ w m/m	M w mm	Q ₃ w mm	S ₀
			żwi- rowa	pias- kowa	py- łowa		d ₆₀	d ₁₀					
1	2,5	414,9	32,0	28,0	40,0	—	0,42	0,004	0,015	0,12	8,0	23,1	
2	1,5	409,8	37,0	41,0	22,0	—	0,5	0,015	0,07	0,21	10,0	11,9	
2	0,5 — 4,5	410,8 — 406,8	55,2	31,6	13,2	38,1	12,0	0,18	0,4	5,5	35,0	9,35	
3	2,0 *	409,2	54,0	20,0	26,0	—	0,7	0,075	0,05	3,3	12,0	15,5	
3	2,0 — 5,0	409,2 — 406,2	63,1	19,1	17,8	36,0	22,0	0,15	0,45	11,0	40,0	9,43	
4	1,0 — 4,0	410,8 — 407,8	60,9	12,9	26,2	46,7	11,0	0,09	0,35	6,5	20,0	8,18	
4	4,0 — 5,0 *	407,8 — 406,8	59,3	29,3	11,4	32,4	18,0	0,15	0,55	8,5	50,0	9,54	
6	4,5	414,2	18,0	40,0	42,0	—	0,18	0,005	0,02	0,075	0,8	2,0	
7	3,2 — 4,0 *	411,3 — 410,5	60,0	32,0	8,0	—	15,0	0,15	0,45	7,2	30,0	8,16	
7	4,7 — 7,0 *	409,8 — 407,5	74,1	21,0	4,9	14,6	21,0	0,4	2,0	15,0	35,0	4,18	
8	2,0 — 6,0 *	412,0 — 408,0	58,9	28,3	12,8	43,8	10,0	0,08	0,6	6,0	20,0	5,77	
9	2,5 *	414,9	32,0	28,0	40,0	—	0,42	0,004	0,015	0,12	8,0	23,1	
10	7,5 *	412,0	44,0	21,0	35,0	—	3,0	0,005	0,025	0,3	13,0	22,8	

Q₁ — kwartyl pierwszy (25%), Q₃ — kwartyl trzeci (75%), M — median (50%), S₀ — współczynnik sortowania.
Krzywa składu mechanicznego prób oznaczonych gwiazdką jest przedstawiona na ryc. 5.
Procent ziarn zwietrzalnych podano przy próbkach serii żwirowej.

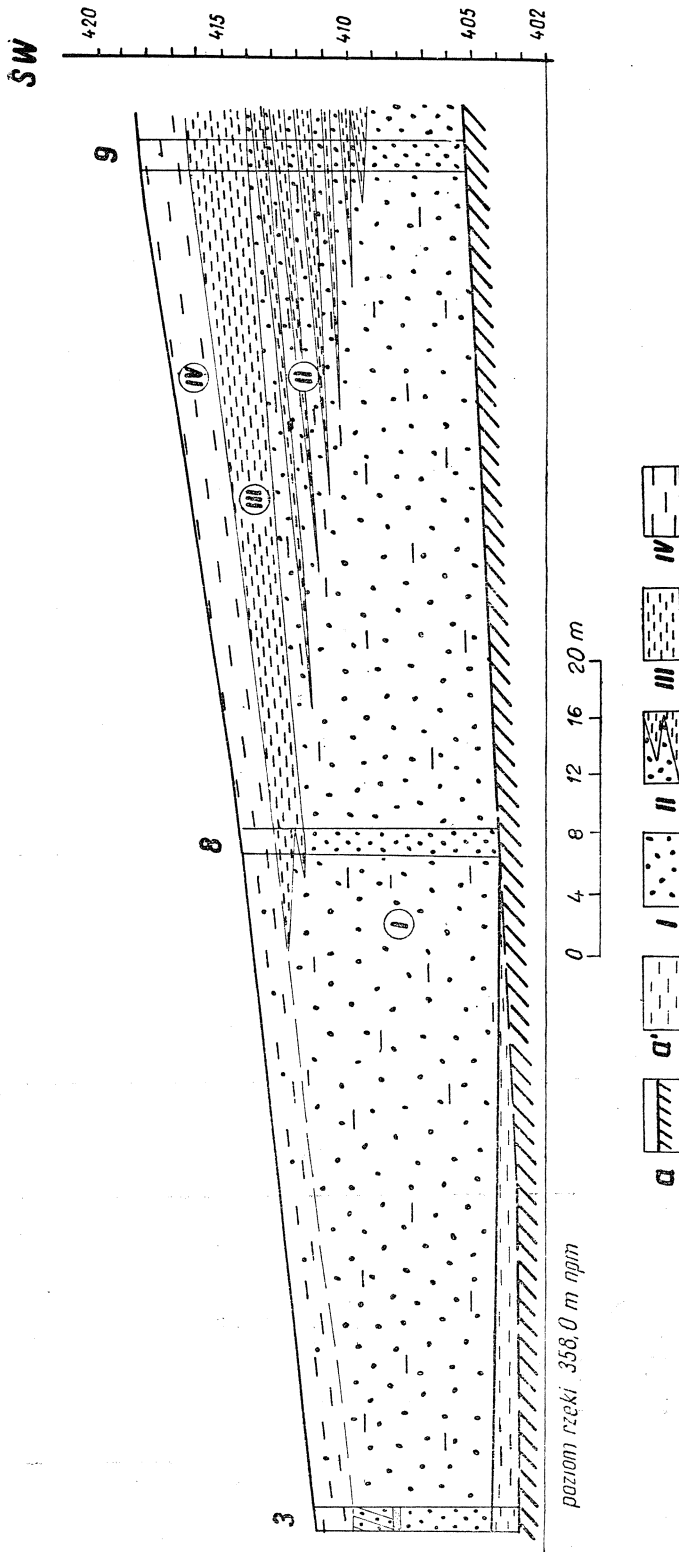


Fig. 3. Przekrój przez spłaszczenie terasowe w Zabrodziu. a — niezwietrzały cokół skalny; a₁ — zwietrzała część stropu skał podłoża; I — seria osadów rzecznych w przewadze żwiru; II — seria osadów rzecznych (żwirów) zazębiających się z pokrywami stokowymi (rumoszem piaskowcowym); III — starsze pokrywy soliflukcyjne — rumosz piaskowców zwietrzałych tkwiących w glinie piaszczystej; IV — młodsze pokrywy soliflukcyjne

Fig. 3. Section across the terrace flattening of the valley slope at Zabrodzie. a — non-weathered rock socket; a₁ — weathered part of the rocks of the substratum; I — fluvial sediments, chiefly gravels; II — fluvial gravels intertonguing with slope covers composed of sandstone rubble; III — older solifluction covers composed of weathered sandstone rubble and sandy loams; IV — younger solifluction covers

1,80 — 2,10 m żwirzy rzeczne o średnicy do 5 cm, dobrze lub słabo obtoczone, tkwiące w piasku gliniastym. Dachówkowate ułożenie otoczków wskazuje na transport rzeczny. W kierunku stoku w odległości 2 m warstwa żwirów wyklina się, jej miejsce zajmuje glina piaszczysta z gruzem, która również podściela opisane żwiry.

2,10 — 2,35 m glina piaszczysta z gruzem, przechodząca bez wyraźnej granicy w nadległe (stropowe) pokrywy stokowe w zachodniej ścianie szybiku. Im dalej od stoku, tym bardziej warstwa ta cienieje. Zaczynają się pojawiać w niej fragmenty obtoczone — wskazuje to na przemycie pokrywy stokowej.

2,35 — 10,50 m żwirzy rzeczne z nie obtoczonymi głazami (dolna seria żwirowa).

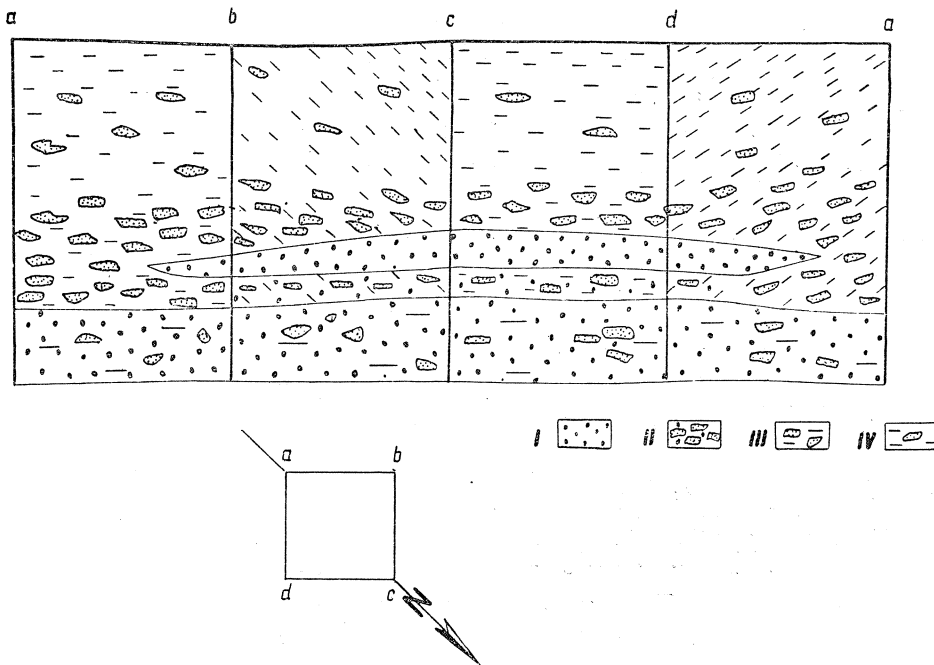


Fig. 4. Profil szybiku nr 8 w Zabrodziu. I — seria z pojedynczymi ostrokrawędzistymi blokami piaskowca; II — seria osadów rzecznych (żwirów) zazębiających się z pokrywami stokowymi; III — rumosz piaskowców tkwiący w glinie; IV — glina piaszczysta z pojedynczymi ostrokrawędzistymi blokami piaskowca

Fig. 4. Profile of the testing-pit No 8 at Zabrodzie. I — gravels with rare angular blocks of sandstone; II — fluvial sediments (gravels) intertonguing with slope covers; III — sandstone rubble in loam; IV — sandy loam with rare angular blocks of sandstone

Szybik 8 pokazuje, że istnieje zazębienie się osadów rzecznych ze stokowymi w profilu pionowym. Poziomy osadów stokowych i rzecznych przeplatają się wzajemnie. Jest to mieszana facja przyzboczowa serii akumulacyjnej wypełniającej całą ówczesną dolinę. Transport rzeczny i stokowy zachodził w tym samym okresie. Stwierdzenie tego faktu wyjaśnia nam równocześnie przyczynę dużego udziału nie obtoczonych bloków piaskowcowych w całej serii żwirów. Na podstawie analogii należy spodziewać się, że i dolna seria żwirowa bliżej zbocza zazębia się z osadami stokowymi.

Rzeczywiście aż w pięciu szybikach ukazuje się wspomniana mieszana seria stokowo-rzeczna, w której można niekiedy wydzielić zaglinione ławice żwirowe i typowe warstwy gruzowe (fig. 3). Zazębienie się osadów występuje jednak przeważnie w partiach stropowych. W szybiku wysuniętym około 150 m na południe od szybiku 8 na dolnych żwirach rzecznych leży 2,5 m pokryw gliniasto-gruzowych, a wyżej 2,5 m zaglinionych żwirów. W szybiku 9 położonym w pobliżu 8 zanotowano pokrywy gruzowo-żwirowe sięgające od wys. 409 m do 413,7 m, a zatem strop ich leży 1,5 m wyżej od stropu żwirów w szybiku 8. Analiza profilów szybików wykazuje, że facja stokowo-rzeczna osadów wyścielających dolinę przesuwiała się w miarę zasypywania ku osi doliny. Wyższe języki soliflukcyjne sięgają dalej i zastępują osady rzeczne — dowodem na to jest opisany profil szybika 8.

Powierzchnia stropu osadów rzecznych jest nierówna i obniża się w kierunku dzisiejszego Sanu. Nie jest to rezultatem późniejszej denudacji. Dostawa dużych bloków skalnych tkwiących w glinie piaszczystej wymagała nachylenia powierzchni stoku w granicach kilku stopni. I rzeczywiście seria stokowo-rzeczna ma powierzchnię stropową nierówną o nachyleniu około 3° , opadającą od stoku ku osi doliny. Równina zasypiania w dolinie nie była więc płaska — podnosiła się o około 2 m przy stoku. Obecność żwirów oznacza, że rzeka w czasie wyższych stanów przemywała hałdy materiału dostarczanego ze stoków. Było to możliwe w okresie, gdy rzeka przestała podnosić równinę akumulacyjną i zaczęła może już erodować. Na to wskazywałoby przekraczające złożenie na żwirach pokryw stokowych, rozprzestrzeniających się coraz dalej od stoku.

Bezpośrednio na najwyższych żwirach zróżnicowanej facjalnie serii spoczywają gliny piaszczyste z rumoszem, które są wyraźnym dalszym ciągiem pokryw stokowych zazębających się ze żwirami w szybiku 8 (fig. 5).

Cechą tych pokryw, podobnie jak niżej leżących mieszanych osadów rzeczno-stokowych, jest silne zwietrzenie i odwapnienie rumoszu piaskowcowego, który pozbawiony lepiscza rozsypuje się. Tymczasem w szybiku 9 na głębokości 3 — 4 m procent CaCO_3 w glinie piaszczystej przekracza nawet 10%. Węglan wapnia znajduje się jednak w tej ilości tylko w masie pylasto-piaszczystej — brak go w rumoszu piaskowcowym. Węglan wapnia został tu prawdopodobnie w czasie wietrzenia odprowadzony tak ze spoiwa bloków piaskowcowych, jak z samej masy gliniasto-piaszczystej. Wtórne wzbogacenie w CaCO_3 tylko samej masy gliniasto-piaszczystej nastąpiło później w czasie wietrzenia najmłodszych nadległych pokryw.

Górna pokrywa pylasto-piaszczysta o miąższości do 2 m otula zarówno żwiry, jak i starsze pokrywy stokowe. Buduje ona powierzchnię spłaszczenia o nachyleniu $5-8^\circ$. Pokrywa ta ścina osady rzeczne (fig. 3) i dlatego w pobliżu krawędzi przepełniona jest otoczkami wydartymi z podłoża. Smugowanie warstw piaszczystych i horyzonty gruzowe bliżej stoku wskazują, że ma ona charakter osadu przemieszczonego soliflukcyjnie po stoku. Pokrywa jest dość silnie zwietrzała i odwapniona. Węglan wapnia wymywany z niej zgromadził się niżej w starszych pokrywach gliniasto-gruzowych, odwapnionych w starszym okresie o klimacie ciepłym.

Osady budujące spłaszczenie terasowe w Zabrodziu są serią osadów czwartorzędowych. Powierzchnia erozyjna w spągu została utworzona

w okresie bezpośrednio poprzedzającym akumulację żwirów lub w początkowej fazie tej akumulacji. O osadzeniu serii żwirów w klimacie zimnym — glacialnym świadczy słabe obtoczenie, znaczny udział głazów ostrokrawędzistych i wyraźne zazębienie się z osadami stokowymi o cechach transportu soliflukcyjnego. Rozcinanie pokrywy rzecznej, połączone z wyraźnym odsunięciem koryta Sanu od stoku, pozwoliło u schyłku okresu glacialnego na wkroczenie pokryw stokowych na osady rzeczne i ukształtowanie wklęsłej równiny akumulacyjnej obniżającej się ku osi doliny (por. pow. z ostatniego glacjału — 3,4).

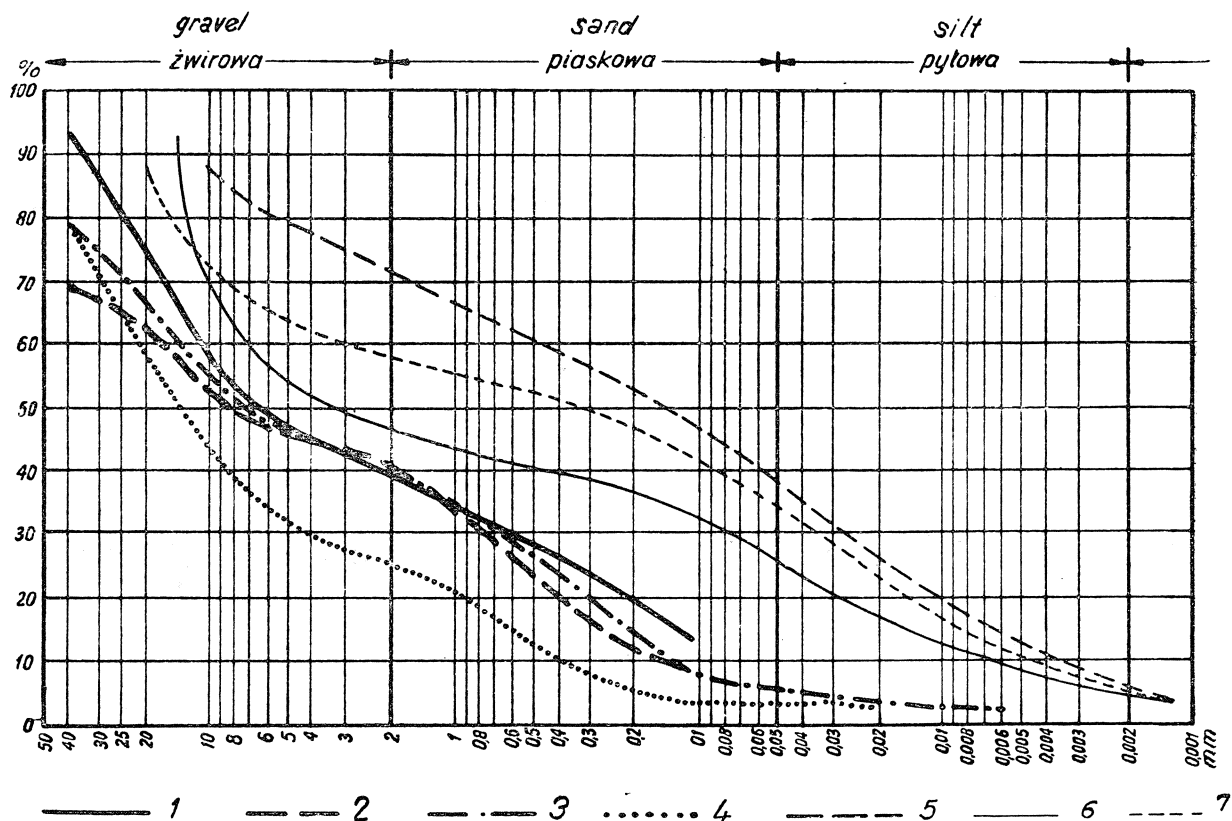


Fig. 5. Krzywe uziarnienia utworów pokrywowych w Zabrodziu. 1 — szybik 4, próbka z głębokości od 1,0 do 4,0 m; 2 — szybik 4 próbka z głębokości od 4,0 do 5,0 m; 3 — szybik 7, próbka z głębokości od 3,2 do 4,0 m; 4 — szybik 7, próbka z głębokości od 4,7 do 7,0 m; 5 — szybik 9, próbka z głębokości 2,5 m; 6 — szybik 3, próbka z głębokości 2,0 m; 7 — szybik 10, próbka z głębokości 7,5 m

Fig. 5. Grain-size distribution of the cover sediments at Zabrodzie. 1 — testing-pit No 4 sample taken in the depth 1 — 4 m; 2 — testing-pit No 4, sample taken in the depth 4,0 — 5,0 m; 3 — testing-pit No 7, sample taken in the depth 3,2 — 4,0 m; 4 — testing-pit No 7, sample taken in the depth 4,7 — 7,0 m; 5 — testing-pit No 9, sample taken in the depth 2,5 m; 6 — testing-pit No 3, sample taken in the depth 2,0 m; 7 — testing-pit No 10, sample taken in the depth 7,5 m

Z okresu ciepłego interglacialnego pochodzi odwapnienie stropu starszych pokryw i nagromadzenie CaCO_2 w spągu serii żwirowej. Powierzchniowa pokrywa soliflukcyjna, ścinająca osady żwirowe, została utworzona w późniejszym, bliżej nie określonym okresie zimnym.

Odwapnienie jej i wzbogacenie w CaCO_3 uprzednio zwiędziały starszych pokryw jest prawdopodobnie wynikiem postglacialnego, nadal trwającego wietrzenia chemicznego.

OSTROGA MEANDROWA W MYCZKOWCACH

(stanowisko B na fig. 1)

W podobnej wysokości nad poziom koryta Sanu (42 — 63 m), jak w Zabrodziu, zostały stwierdzone tu osady rzeczne spoczywające na kopalnej powierzchni erozyjnej i otulone pokrywami stokowymi. Wąska na 250 — 300 m ostroga wydłużona ku północy obcięta jest z obu stron ścianami podcięć, opadającymi do Sanu. Ma ona kształt kopulastego garbu o nachyleniu stoków 3 — 8°. Oś garbu opada ku północy pod kątem 1 — 4° od 410 m do 393 m npm, niżej ciągnie się zbocze o nachyleniu wzrastającym aż do 15°. Powyżej wysokości 410 m garb przechodzi w wąskie boczne ramię Grodziska (560 m npm).

Kilkadziesiąt wierceń i szybików pozwala poznać budowę wąskiej ostrogi (fig. 6). Powierzchnia erozyjna pod żwirami leży na głębokości od kilku do 14 m pod powierzchnią terenu. Ścina ona stromo uławiczone łupki i piaskowce serii środkowo-krośnieńskiej, które budują również cały północny stok Grodziska. Powierzchnia stropu skał wyraźnie opada ku NNE od 397 do 389 m npm, a więc niezupełnie zgodnie z biegiem dzisiejszej osi ostrogi. Spadek ten wynosi 1 — 3° — jest to zatem powierzchnia płaska. Lokalnie większe nachylenie cokołu nie wyklucza istnienia drobnych stopni erozyjnych. Spadek cokołu w jednym kierunku i położenie na szyi meandru pozwala przypuszczać, że jest to stara meandrowa powierzchnia ześlizgowa. Cokół w części północnej jest zwietrzały do głębokości 4 — 5 m. Odporniejsze na wietrzenie chemiczne ławice piaskowców sterczą w glinie — produkcie wietrzenia łupków.

Na cokole spoczywają warstwowane żwiry o zmiennej miąższości od 1 do 5 m. Materiał rzeczny jest słabo wysortowany. Obok piasku spotykamy otoczaki o średnicy do 12 cm (współczynnik jednorodności — 35). Żwiry są przeważnie dobrze obtoczone, gruby rumosz nie obtoczony prawie nie występuje. Żwiry są w znacznym stopniu zwietrzałe (10 — 70% żwirów w poszczególnych próbach).

Zwietrzeniu należy też chyba przypisać dość wysoki udział frakcji piaszczystej (30 — 34%) i pylastej (5 — 9%). W spągu żwiry są zażelazone i miejscami scementowane. Powierzchnia stropowa żwirów jest nierówna. Najwyższe położenie na cokole stwierdzono w części południowej na rzędnej 398 — 399 m npm. Ku północy opada zrazu łagodnie do 395 m npm, a dalej wycięta jest w żwirach 3 — 4 m niższa (390 — 391 m) powierzchnia erozyjna.

Wraz z cieniem miąższości żwirów rośnie proporcjonalnie głębokość zwietrzenia cokołu skalnego, dochodząca nawet do 5 m. Proces wietrzenia zachodził przed akumulacją słabo przepuszczalnego nadkładu (glin) i dlatego występuje tak wyraźna zależność od miąższości żwirów. Wietrzenie miało charakter wietrzenia chemicznego, a więc odbywało się w klimacie ciepłym.

Na żwirach spoczywa 6 — 12-metrowa seria utworów stokowych. W części przystokowej wprost na żwirach leży 1 — 2 m warstwa gruzowo-gliniasta, będąca prawdopodobnie odpowiednikiem osadów gliniasto-gruzowych, bezpośrednio przykrywających żwiry. Wyżej leży 7 — 9 m pyłów i glin piaszczystych, 1 m rumoszu i 1 — 2 m stropowych glin. Ku północy miąższość pokryw powoli maleje. W centralnej części spłaszczonej ostrogi stwierdzono następujące osady (częściowo na podstawie obserwacji T. Gerlach a):

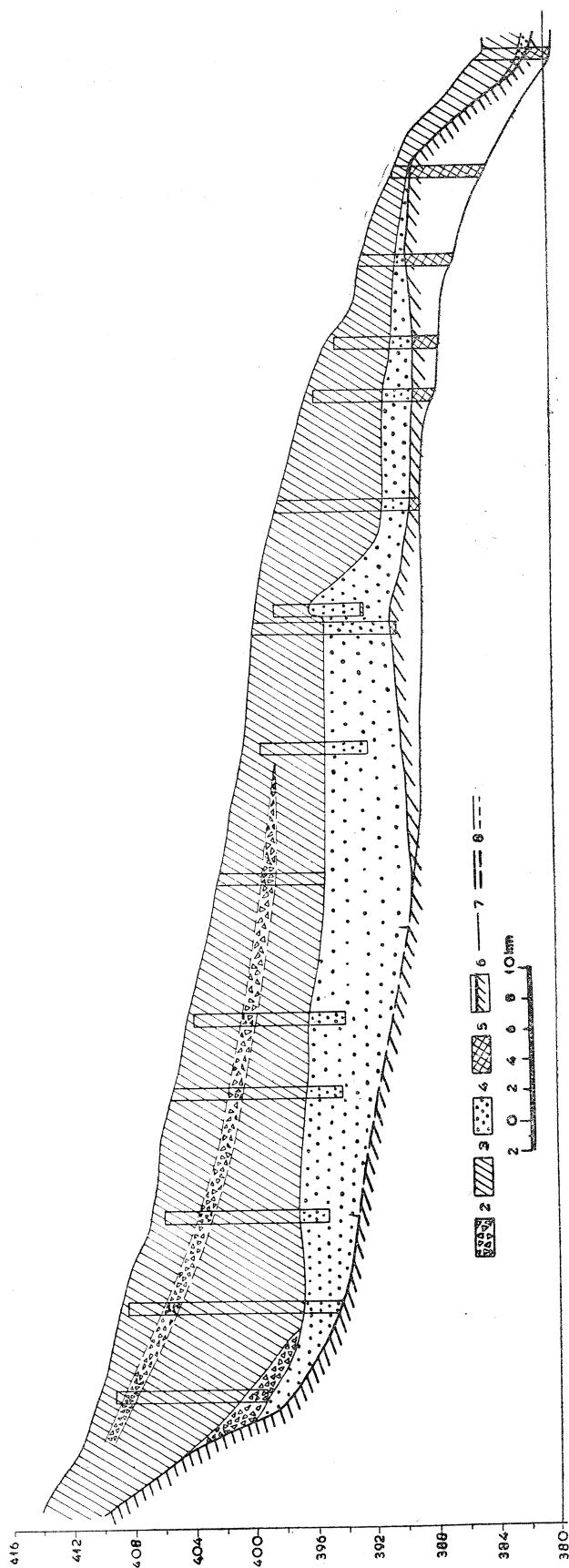


Fig. 6. Przekrój podłużny terasy wysokiej w Myczkowcach. 1 — ostrokrawędzisty rumosz tkwiący w glinie pylastej; 2 — glina pylasta z pojedynczymi fragmentami zwietrziałych piaskowców; 3 — seria żwirowa — osady akumulacji rzecznej; 4 — zwietrzałe skały podłoża na miejscu (eluwia); 5 — strop skał podłoża; 6 — linia powierzchni terenu; 7 — powierzchnia stropu skał podłoża stwierdzona i przypuszczalna; 8 — granice osadów stwierdzone i przypuszczalne

Fig. 6. Longitudinal cross-section of the high terrace at Myczkowce. 1 — angular rubble in silty loam; 2 — silty loam with rare fragments of weathered sandstones; 3 — fluvial gravels; 4 — weathered debris of rocks of the substratum — not displaced (elluvium); 5 — top of the rocks of the substratum; 6 — surface of the terrain; 7 — top surface of the rocks of the substratum stated and probable; 8 — boundaries of sediments stated and probable

Errata: Na skali poziomej pod rysunkiem powinny być cyfry 10-0-10-20-30-40-50 m.
 Erratum: On the horizontal scale under the drawing read: 10-0-10-20-30-40-50 m

- 0,0 — 1,65 glina pylasta i piaszczysta z rdzawymi smugami i pojedynczymi okruchami zwiętrzałego piaskowca,
- 1,65 — 2,85 glina pylasta żółtordzawa,
- 2,85 — 3,45 glina piaszczysta z licznymi okruchami piaskowca (horyzont gruzowy),
- 3,45 — 5,30 glina żółtopopielata, smugowana, z przewarstwieniami piaszczystymi, osadzona przez wody płynące po stoku,
- 5,30 — 6,00 ił pylasty niebieskopopielaty, na kontakcie ze żwirami przechodzący w żółty ił piaszczysty.

Seria jest wyraźnie niejednolita. Porównując skład mechaniczny różnych horyzontów widzimy, że udział części ilastych waha się od 8 — 30%, pylastych od 18 — 73%, a piaszczystych od 7 — 46%. Współczynnik jednorodności zmienia się od 10 do 110. Osady te w niektórych horyzontach zbliżone składem mechanicznym do lessu pochodzą z niszczenia stoku Grodziska. Wskazuje na to, obok ułożenia głazów w poziomach soliflukcyjnych i nachylenia smug ku północy w poziomach przemywanych przez wody stokowe, także sam skład mechaniczny (por. *Stupnicka 1960*). Jest on prawie identyczny z serią łupkowo-piaskowcową, z której zbudowany jest północny i północno-wschodni stok Grodziska. Powierzchnia wąskiego garbu o stokach nachylonych ku podcięciom wyklucza jednak transport z południa po osi garbu. Miąższość pokryw maleje gwałtownie przy podcięciach. Garb ma wyraźną formę denudacyjną. Opisanie pokryw stokowe, transportowane w okresie zimnym (transport soliflukcyjny) muszą być pokrywami starymi, które były składane w warunkach innej konfiguracji terenu, gdy istniał szerszy pas stoku, wychodzący na szeroką platformę terasy wysokiej. Podcięcia ostrogi, rzeczywiście o cechach świeżości, muszą być młodsze od akumulacji stokowej.

Osady budujące ostrogę w Myczkowcach pozwalają ustalić następstwo procesów i tworzenia form. Na powierzchni erozyjnej o charakterze ześlizgowym leży młodsza od niej seria rzeczna, którą na podstawie słabego wysortowania materiału, analogicznego położenia (nad poziom Sanu) i znacznego zwiętrzenia (jak żwirów w Zabrodziu) uważamy za osad tego samego okresu zimnego. Równina akumulacyjna, podnosząca się łagodnie ku stokowi, była nadsypywana pokrywami gruzowymi równocześnie z rozcinaniem i wyraźnym przesuwaniem się koryta Sanu ku północy. Została wtedy wycięta w żwirach powierzchnia erozyjna. Dopiero później nastąpiło docięcie do cokołu¹.

Okres ciepły (interglacjalny) zaznaczył się zwiętrzeniem żwirów i cokołu skalnego pod nimi. W następnym okresie zimnym zostały złożone pokrywy soliflukcyjne i proluwialne, które w okresach późniejszych podlegały wietrzeniu i degradacji w związku ze zwięzieniem ostrogi przez erozję boczną Sanu.

ZŁOŻONA GENEZA I WIEK TERASY WYSOKIEJ W DOLINIE SANU

Opisane 2 stanowiska terasy wysokiej w dolinie Sanu nie wyczerpują jeszcze całego jej zróżnicowania, które zostanie przedstawione w osobnej pracy, poświęconej czwartorzędowej historii doliny górnego Sanu. Oba stanowiska pozwalają jednak ustalić zasadnicze etapy kształtowania spła-

¹ Dowodem na to jest leżąca na północ od ostrogi w Myczkowcach listwa erozyjna w wys. 376 m npm (30 m nad poziom koryta Sanu) z cienką pokrywą żwirów.

szczeń na zboczach doliny, określanych dotąd wspólną nazwą terasy wysokiej. Istotna przede wszystkim jest klimatyczna geneza terasy. Powodem akumulacji w dolinie była przewaga transportu soliflukcyjnego nad rzeczynym. Pokrywa fluwialna terasy zazębiająca się z osadami soliflukcyjnymi powstała w klimacie zimnym. Natomiast była już rozcięta w klimacie ciepłym, w którym zachodziło intensywne wietrzenie chemiczne pokrywy i cokołu.

Obserwowane dziś spłaszczenia i listwy stokowe składają się z fragmentów równin akumulacyjnych, erozyjnych i denudacyjnych (fig. 7).

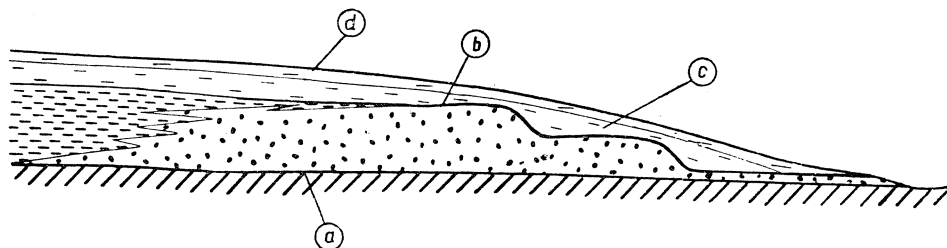


Fig. 7. Złożoność genetyczna terasy wysokiej nad Sanem (schemat), a — powierzchnia erozyjna skał podłoża przykryta przez najstarsze osady rzeczne i stokowe; b — równina akumulacyjna (fluwialna); c — stopnie erozyjne wycięte w serii żwirowej; d — równiny akumulacji soliflukcyjnej zbudowane z pokrywy otulającej starsze osady i maskującej starsze formy

Fig. 7. Scheme illustrating the complex origin of the high terrace in the San river valley. a — erosional surface of the rocks of the substratum covered by the oldest fluvial and slope sediments; b — level of fluvial accumulation; c — erosional steps in the gravels; d — level of solifluction accumulation forming a cover envrapping the older sediments and concealing the older morphological forms

Najstarszą z nich jest nierówna, kopalna dziś powierzchnia erozyjna, która obniżając się często w określonych kierunkach ma charakter powierzchni ześlizgowej. Najniżej położone jej fragmenty, stwierdzone w innych (poza opisanymi) stanowiskach, leżą w wysokości tylko około 30 m nad poziom Sanu. Drugim elementem jest równina akumulacyjna, wzniesiona 50 — 55 m nad poziom koryta Sanu, zachowana w partiach przystokowych zazwyczaj jako terasa kopalna pod pokrywami stokowymi. W niej wycięte są równiny erozyjne (często schodowe — np. w Myczkowcach). Wyprzątanie żwirów doprowadziło niekiedy do odpreparowania starszego cokołu erozyjnego — takie fragmenty erozyjne z cienką warstwą żwirów na powierzchni są również częste w dolinie Sanu. Najczęstszą formą zachowania terasy wysokiej są występujące nad zboczem erozyjnym równiny akumulacji soliflukcyjnej o nachyleniu 5 — 10°, zbudowane z młodszych pokryw stokowych. Pokrywy te maskują starą równinę terasy, a czasem, gdy listwa terasowa jest wąska, otulają również i krawędź (południowa część stanowiska A w Zabrodziu). Gdy listwa terasowa jest szersza — przy krawędzi ukazuje się obniżona denudacyjnie pokrywa żwirowa. Różnorodność genetyczna form leżących w poziomie zachowanych pokryw terasy wysokiej Sanu nie pozwala na zaklasyfikowanie wszystkich fragmentów jako resztek terasy akumulacyjnej, jak dotychczas znaczone je na mapach geomorfologicznych (M. K l i m a s z e w s k i 1956). Równina terasy dziś przeważnie na powierzchni nie odsłania się. Równina akumulacyjnej terasy wysokiej jest pojęciem paleomorfologicznym, pozwalającym wiązać ze sobą równowiekowe pokrywy leżące na bezpośrednio starszych od nich cokołach skalnych.

Ustalenie wieku pokrywy i formy terasy wysokiej w górnym biegu Sanu możliwe jest na podstawie określenia stosunku do wyższych i niższych teras. Pokrywę terasy wysokiej należy uznać za młodszą od pliocenu, ponieważ nigdzie na terasach wyższych od niej nie stwierdzono udziału materiału ostrokrawędzistego w żwirach, ani też zazębienia się żwirów z pokrywami soliflukcyjnymi. Zazębienia się pokryw rzecznych i stokowych udokumentowane florą dryasową w Dobrej (M. Klimaszewski — 1958) i w Lipowem (L. Starkel — 1960) w Beskidzie Wyspowym jest charakterystyczne dla okresów zimnych, glacialnych.

Górną granicę wieku wyznaczają pokrywy młodszych teras. W dolinie górnego Sanu w pokrywach budujących 2 niższe terasy: 15 — 20-metrową i 6 — 8-metrową, stwierdzono zazębienie osadów rzecznych i stokowych, udział materiału nie obtoczonego w pokrywach rzecznych lub bezpośrednio następstwo czasowe akumulacji soliflukcyjnej po akumulacji rzecznej.

W niższą z nich włożone są lub nałożone na nią osady z florą holoceniską — wskazuje to na utworzenie tej pokrywy przed holocenem, a więc w ostatnim glacjale. Warunki równoczesnej intensywnej dostawy soliflukcyjnej ze stoków i transportu rzeczno-istniały tylko w glacialach, a okresami „unieruchomienia” stoków były raczej okresy interglacialne. Na tej podstawie przyjmujemy, że w pogłębianej w czwartorzędzie dolinie Sanu trzecia od dołu pokrywa, złożona w warunkach klimatu zimnego, pochodzi z pierwszego z trzech, najstarszego na ziemiach polskich zlodowacenia krakowskiego.

Do identycznego wniosku doprowadza też analiza samych pokryw budujących terasę wysoką. W Zabrodziu stropowa pokrywa soliflukcyjna i silne zwieterzenie chemiczne starszej pokrywy rzeczno-stokowej wskazują, że osady rzeczne muszą być co najmniej starsze od ostatniego interglacialu. Na ostrodze w Myczkowcach pokrywa soliflukcyjna, młodszą o 1 glacial od żwirów, jest równocześnie starsza od ostatniego zlodowacenia, w którym nie było warunków do akumulacji, a odbywała się jej degradacja. Seria żwirów może więc reprezentować tylko glacial krakowski.

Szczegółowa analiza 2 stanowisk terasy wysokiej potwierdziła w zupełności pogląd M. Klimaszewskiego (1948) o równoczesności akumulacji rzecznej na cokole 30 — 50-metrowym w całej dolinie Sanu z po-
bytem lądolodu na Pogórzu Karpackim.

Katedra Geologii A.G.H. Kraków.

Zakład Geografii PAN Kraków.

WYKAZ LITERATURY

- Klimaszewski M. (1948), Polskie Karpaty Zachodnie w okresie dyluwialnym. Pr. Wrocł. T.N. Ser. B, nr 7, Wrocław.
- Klimaszewski M. (1956), The principles of the geomorphological survey of Poland. *Prz. geogr.*, t. XXVIII supplement.
- Klimaszewski M. (1958), Pleistocene outcrop at Dobra near Limanowa Carpathian Mts. *Bull. Acad. Pol. Sc. Ser. chim. geol. geogr.* Vol. 6, nr 5, Warszawa.
- Starkel L. (1960), Pokrywy peryglacialne w Beskidzie Wyspowym. *Biul. peryglac.* nr 8, Łódź.
- Stupnicka E. (1960), Geneza glin lessowatych Pogórza Cieszyńskiego i Beskidów Śląskich. *Acta geol. pol.* Vol. X, 2, Warszawa.

S U M M A R Y

Abstract: The authors are describing the complex structure and age of high terrace in the upper course of the San river valley in the Carpathians. The terraces composed of intertonguing fluvial sediments and slope debris transported by solifluction, were formed during the Cracovien glaciation.

Numerous terraces displaying a complex structure are present in the Carpathian sector of the valley of the San river, which is flowing there over sandstones and shales of the Krosno beds. These terraces are lying 35 m to 60 m above the river bed, but well below the high flattened zones of the valley slopes of Pliocene age which are lying 100 m above the river bed. The discussed terraces are composed of covers of alluvial and solifluction sediments lying on rock sockles at least 30 m high. Glacial and fluvioglacial sediments overlying the gravels near Przemyśl, where the San is leaving the Carpathians, are the only proof of their Cracovien (Mindel) age (M. Klimaszewski, 1948). The present paper contains a detailed description of two fragments of the high terrace in the upper course of the San river valley, which are providing evidence of its complex structure and of its age (Fig 1).

About 50 bore-holes and testing-pits were made at Zabrodzie and at Myczkowce, and their situation and altitude was precisely determined. Some physical properties of the rocks of the covers were studied by laboratory methods and the content of CaCO_3 was determined in some testing-pits. The cross-section of the terrace at Zabrodzie is presented on Fig. 3, and the cross-section at Myczkowce on Fig. 6.

These two cross-sections are enabling the determination of the principal phases of formation of the flattenings of the valley slopes, hitherto generally described as the high terrace. The accumulation in the valley was caused by the preponderance of solifluction over river transport. The fluvial cover of the terrace displaying a large admixture of angular material and intertonguing with solifluction sediments (Fig. 3 and Fig. 4) was formed in cold climate, but it was already dissected in the period of warm climate, which was marked by intense chemical weathering of both the cover and the rock sockle (Fig. 6). Pebbles of sandstone present in the upper part of the gravels were cemented with calcium carbonate. The recent flattenings of the valley slopes are composed of fragments of accumulation, erosion, and denudations levels.

The uneven, fossil, erosional surface is the oldest one (Fig. 2 and 6). It has the character of an erosion-plane. Its lower portions (stated at other localities than the described ones) are lying only about 30 m above the river bed. The next element is formed by the accumulation level composed of gravel lying 50 — 55 m above the river bed, and preserved usually in the near-slope portions as a fossil terrace covered by slope covers (Fig. 3 and Fig. 6). Erosional levels present within these gravels are often arranged in steps (e. g. at Myczkowce). Erosion of the gravels often reached the older erosional sockle — such fragments of the erosional terrace covered by a thin layer of gravels are frequently found in the valley of the San. However, the most frequent form of preservation of the high terrace is represented by levels of solifluction accumulation sloping at the degree of 5° — 10° , and composed of younger slope debris covers, lying over the erosional escarpment. These covers are concealing

the old level of the terrace, and sometimes, when the terrace is narrow, are enwrapping its edge (e. g. the southern part of the locality A at Zabrodzie). When the terrace is broad, the gravels lowered by denudation are appearing at the edge (Fig. 7).

The diversified origin of the components of the high terrace in the San river valley does not permit to classify them generally as remaining fragments of the accumulation terrace as it was hitherto marked on geomorphological maps (K l i m a s z e w s k i 1956). The surface of the accumulation terrace is in most cases concealed under slope sediments and it forms a paleomorphological unit.

The evaluation of the age of the cover and of the form of the high terrace in the upper course of the San river valley is made possible by the determination of its relation to the upper and lower terraces. The cover of the high terrace should be considered as younger than the Pliocene. All the higher terraces are devoid of the admixture of angular pebbles in the gravels, which is characteristic for the high terrace. Similarly the intertonguing gravels and slope debris covers is absent in the higher terraces. This intertonguing of fluvial and slope sediments dated by a Dryas flora at Dobra (K l i m a s z e w s k i 1958) and Lipowe (S t a r k e l 1960) in the Beskid Wyspowy is typical for cold, glacial periods.

The upper boundary of the age of the high terrace is determined by the covers of the younger terraces. Two lower terraces present in the upper course of the San river valley are 15 — 20 m high and 6 m — 8 m high, respectively. Intertonguing of fluvial and slope sediments, and the presence of angular material in the river gravels and sometimes immediate succession of slope accumulation after fluvial accumulation was stated in these terraces. The lower terrace is covered by sediments containing Recent flora, and this indicates that it was formed after the last glaciation. Conditions, favouring intense transportation of slope debris into the valley simultaneous with fluvial transport existed only in glacial periods, while in interglacial periods the slopes were rather „immobilised”. On this account the authors assume that the third cover counting from the bottom of the valley was deposited during the Cracovien (Mindel) glaciation which is the oldest one in Poland.

A similar conclusion may be drawn from the analysis of the high terrace itself. At Zabrodzie, the top solifluction cover and strong weathering of the older fluvial and slope cover indicate, that the fluvial sediments must be older than the last interglacial period. At Myczkowce the solifluction cover of the spur is one glacial period younger than the gravels, and older than the last glaciation during which it was degraded as no favourable conditions for accumulation existed at this time. Therefore the gravels can represent only the oldest i. e. Cracovien glaciation.

translated by R. Unrug