

PIOTR RONIEWICZ

## Cechy sedymentacyjne seisu wierchowego

**STRESZCZENIE:** W serii wierchowej seisu występuje w spągu kompleksu osadowego w sedymentacyjnym kontakcie z trzonem krystalicznym. Szereg cech osadów jak: duże wzajemne podobieństwo w odległych profilach, cykliczność sedymentacji, wysortowanie materiału okrucowego, obecność określonych typów warstwowań, zmarszczek i hieroglifów wydaje się świadczyć o płytkomorskim pochodzeniu osadów seisu.

### PRZEGLĄD DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ

Celem badań prowadzonych w sezonach letnich 1957 i 1958 r. była próba ustalenia źródeł materiału klastycznego i środowiska sedymentacji seisu (dolnego werfenu) na drodze szczegółowych obserwacji terenowych. Obserwacje przeprowadzałem na obszarze serii wierchowej począwszy od Osobitej na zachodzie, aż po Steżki i Ryniasy na wschodnim krańcu Tatr.

Zagadnienie to było wielokrotnie rozważane przez geologów pracujących w Tatrach, przy czym poglądy na środowisko sedymentacji, źródła materiału klastycznego i wiek serii ulegały ciągłej ewolucji w miarę narastania materiału obserwacyjnego, zdobywanego przy zastosowaniu coraz to innych metod badań.

V. Uhlig (1897) traktował piaskowce i kwarcyty występujące w spągu serii osadowej Tatr jako utwór morski w ciągłości sedymentacyjnej ze zlepieńcem spagowym występującym w grani Jagnięcego (dzisiejszy zlepieńiec koperszadzki), zaliczając oba kompleksy do permu. Leżące nad piaskowcami warstwy czerwonych łupków odpowiadać miały dolnemu triasowi. Ten ostatni pogląd Uhliga potwierdza M. Limanowski (1901), znajdując w łupkach werfenu regłowego w dolinie Jaworzynki przewodnie skamieniałości z gatunku *Myophoria costata*.

Od tego momentu utrwała się w literaturze polskiej termin „permotrias”, który używany jest aż do roku 1948, kiedy to S. Sokołowski podkreśla fakt istnienia zmiany, czy może nawet luki sedymentacyjnej pomiędzy zlepieńcem koperszadzki, a nadległymi kwarcytami. S. Sokołowski proponuje, aby zlepieniec koperszadzki zaliczyć do permu, zaś serię kwarcytowo-łupkową rozpoczynającą się zlepieńcami kwarcowymi traktować jako werfen, podobnie, jak to od 1932 roku czynili Słowacy w analogicznych seriach udokumentowanych jednak fauną. Poglądy te rozwinął następnie E. Passendorfer (1950). Jeszcze dokładniejszy podział werfenu wprowadził Z. Kotański (1956), zaliczając do dolnego werfenu — seisu serię piaskowców i czerwonych łupków, a do werfenu górnego — kampilu — część osadów z przewagą skał węglanowych, udokumentowanych na terenie serii wierchowej fauną z *Myophoria costata*. Osady górnego kampilu (warstwy myophoriowe) dawniej zaliczane były do środkowego triasu.

Wraz z określeniem „permotrias” przyjął się pogląd wyrażony przez M. Limanowskiego (1903) o lądowo pustynnym pochodzeniu tej serii w dolnej części, z przejściem przez osady słodkowodne do morskich w najwyższych warstwach (dzisiejszy kampil).

Pierwsze studium petrograficzne osadów werfeńskich przeprowadził Cz. Kuźniar (1913). Opierając się na badaniach szlifów mikroskopowych i kilku analizach chemicznych doszedł on do wniosku, że materiał klasyczny pochodzi z trzonu krystalicznego. Obecność rogowców ze szczątkami fauny w zlepieńcach na Giewoncie naprowadziła Cz. Kuźniara na koncepcję istnienia jakiejś przedpermskiej pokrywy osadowej w Tatrach, z której jedynymi pozostałościami mogłyby być rogowce. Sylifyfikacja piaskowców „permotriasu” miała mieć, według niego, charakter epigenetyczny, a dokonać jej miały zimne roztwory pochodzące z desylifyfikacji liasowych piaskowców Pisanej.

Ten petrograficzny kierunek badań prowadzi dalej M. Turnau-Morawska (1947 i 1955), podając szczegółowe opisy mikroskopowe składników piaskowców, wśród których na szczególne podkreślenie zasługują okruchy skał wulkanicznych i wylewnych (trachity i riolity) oraz skał metamorficznych. W pierwszej pracy (1947) autorka przychyliła się do poglądów M. Limanowskiego (1903) o lądowym pochodzeniu osadów, a później (1955) przyjmuje pogląd wyrażony przez E. Passendorfera (1950, 1957) o rzeczonym charakterze sedymentacji piaskowców werfeńskich. E. Passendorfer wyraził pogląd, że pokrywa werrukana w permie istniała na obszarze całych dzisiejszych Tatr, a jedyną jej pozostałością w chwili obecnej jest zlepieniec koperszadzki. Z rozmycia tej pokrywy w Tatrach i na południe od nich powstały osady werfenu. Tak więc w przeważa-

jącej części werfeni byłby osadem rzeczonym przechodzącym w wyższej części w osady morskie.

Jeszcze inne stanowisko w sprawie genezy osadów werfeńskich zajął K. Borzá (1958). Uważa on, podobnie jak dawniej V. Uhlig, że cały seis jest sedymentem płytkiego morza. Opiera się przy tym głównie na analogii z seriami dolno-triasowymi z obszarów Słowacji. K. Borzá podkreślając zubożały skład zlepieńców seisowych z grani Jagnięcego przy wysokim stopniu ich obtoczenia dowodzi, że materiał klastyczny pochodzi zapewne z Masywu Czeskiego. Jest to jednak pogląd czysto spekulatywny, gdyż w pracy nie podano jednoznacznych faktów wskazujących na typ środowiska sedymentacji, ani na pochodzenie materiału okruchowego.

#### METODY BADAŃ

Jak widać z tego krótkiego przeglądu, wszelkie wnioski dotyczące się warunków powstawania osadów seisu opierały się głównie na obserwacjach petrograficznych połączonych z rozważaniami paleogeograficznymi. Obserwacje typu sedymentacyjnego miały raczej charakter dorywczy. Już M. Limanowski (1903) wspominał o licznych warstwowaniach krzyżowych w piaskowcach, które uważa za jeden z podstawowych argumentów na korzyść kontynentalnego pochodzenia osadów. Cz. Kuźniar (1913) wspominał nawet o pewnej prawidłowości polegającej na przewadze warstwowań przekątnych w dolnej, piaskowcowej części, ze stopniowym przejściem do warstwowań równoległych w wyższych ogniach werfenu. W dotychczasowej literaturze spotyka się też wzmianki o śladach na powierzchniach warstw. E. Passendorfer (1950) opisuje hieroglify organiczne z Giewontu, a A. Michalik (1955) wspomina o obecności pręg falistych w werfenie Małej Koszystej.

Na podstawie wszystkich tych danych z literatury wydawało się wysoce prawdopodobne, że szczegółowe obserwacje terenowe nad zmiennością litologiczną, uwarstwieniem osadów i innymi strukturami sedymentacyjnymi mogą wnieść coś nowego do zasobu znanych faktów i pozwolą na dokładniejsze ustalenie warunków powstania serii werfeńskich w Tatrach.

Obserwacje terenowe rejestrowane były w postaci profili litologicznych w skali 1:100. W przypadkach, gdy z przyczyn technicznych niemożliwe było pobranie oryginalnych okazów piaskowców z warstwowaniem czy pręgami, stosowałem odlewy gispowe. Dla zmarszczek stosowałem odlewy pozytywowe to znaczy, że gips wylewany był do formy z plasteliny odcisniętej uprzednio na skale. Dla warstwowań stosowałem

odlewy negatywowe bezpośrednio ze skały. Ważną rzeczą przy wykonywaniu takich odlewów jest dokładne odczyszczenie powierzchni skały i zwilżenie jej bezpośrednio przed nałożeniem masy gipsowej.

Analiza granulometryczna wykonana została ze szlifów mikroskopowych piaskowców z profilu Ornaku. Pomiarów maksymalnych średnic trzystu ziaren w każdym szlifie dokonane zostały przy pomocy wyskalowanej siatki umieszczonej w okularze mikroskopu. Analizator w trakcie pomiarów był wysunięty. Wartości potrzebne do obliczenia współczynnika wysortowania według Traska odczytane zostały systemem graficznym z krzywych sumujących i następnie poprawione w myśl wzorów podanych przez G. M. Friedmana (1958). Otrzymane w ten sposób wartości współczynników wysortowania stały się porównywalne z wartościami otrzymywanymi drogą zwykłej analizy sitowej.

Próby rozmacerowania piaskowców przy pomocy soli glauberskiej nie dały rezultatów. Tylko jedna z czterech próbek po 36-ciu kolejnych krystalizacjach rozpadła się na drobniejsze kawałki i pewną ilość pierwotnych ziaren piasku. Posłużyła ona łącznie z piaskiem otrzymanym z rozpuszczenia piaskowców wapnistych górnego seisu do obserwacji nad morfologią ziaren.

Całą pracę wykonywałem pod kierownictwem prof. dr E. Passendorfera, który osobiście wprowadzał mnie w terenie w jej tematykę, za co pragnę mu gorąco podziękować. Wiele cennych wskazówek metodycznych otrzymałem również od dr Z. Kotańskiego, któremu pragnę wyrazić swoją wdzięczność.

#### STOSUNEK SEISU DO TRZONU KRYSTALICZNEGO

Seis w całych Tatrach w serii wierchowej spoczywa bezpośrednio na trzonie krystalicznym. Wyjątek stanowi tu grań Jagnięcego, gdzie werfen jest podesłany przez zlepieniec koperszadzki i oddzielony od niego powierzchnią erozyjną (Passendorfer 1950, 1958).

Inny kontakt typu sedymentacyjnego znany mi jest z Żółtej Turni. Dość zlewny piaskowiec zlepieńcowaty sąsiaduje tu ze zwietrzałym granitem. Spąg piaskowca jest nierówny i sprawia wrażenie odlewu powierzchni stropowej granitu. Piaskowiec przenika w zagłębienia stropu granitu. Ze względu na wysoki stopień zwietrzenia granitu wydobywane ze strefy kontaktu kawałki piaskowca są zazwyczaj od spągu oklejone zwietrzeliną granitową. Podobnie wygląda kontakt na Skrajnej Turni (Turnau-Morawska 1947, 1955) przy szlaku turystycznym. Z granitem kontaktuje tu czerwony piaskowiec, zbliżony składem do arkozy.

Kontakty typu tektonicznego występują zwykle w obszarach, gdzie seis wykazuje lokalne zaburzenia tektoniczne. Tak się dzieje na zboczach Skrajnej Turni od strony doliny Stawów Gąsienicowych, na Koszystej (Głazek 1959), w obrębie Siwych Sadów na Ornaku, na Smreczyńskim Upłazie w okolicy Jaferowego Żlebu (Świdorski 1933). Piaskowce zlepieńcowate kontaktujące z trzonem w tych miejscach są nadzwyczaj zlewne i potrzaskane tektonicznie.

#### INWENTARZ LITOLOGICZNY SEISU WIERCHOWEGO I JEGO ZMIENNOŚĆ

Głównymi składnikami seisu wierchowego są piaskowce kwarcowe, które oprócz ziaren kwarcu zawierają okruchy rogowców, skał wulkanicznych i wylewnych mocno zsylikowanych, dobrze zachowanego skaleni potasowego, skał metamorficznych i kwarcytów (Turnau-Morawska 1947, 1955). Spoiwo jest typu krzemionkowego, rzadziej żelaziste. Rekrytalizacja spoiwa krzemionkowego obejmuje skałę plamiście (Kuźniar 1913). Pewne plamisto rozmieszczone zmiany stopnia zlewności obserwować można w piaskowcach makroskopowo w wielu profilach.

Dość częste, szczególnie w Tatrach Zachodnich, są odmiany piaskowców zbliżone składem do arkoz (do 20% skaleni). Makroskopowo są to zwykle czerwone, stosunkowo mało zwarte piaskowce z charakterystycznymi białymi plamkami. Na obszarze całych Tatr występują bardzo zlewne piaskowce, zasługujące właściwie na miano kwarcytów, w których dość często pojawia się warstwowanie krzyżowe. Mimo dużych różnic w wyglądzie zewnętrznym różnych typów piaskowców, skład mineralny nie odbiega w nich zwykle od przeciętnego schematu.

Zarówno zlepieńce towarzyszące spągowi seisu jak i wkładki zlepieńcowate w piaskowcach składają się w przeważającej ilości z kwarców żyłowych, którym towarzyszą krzemienie, kwarcyty oraz porfiry kwarcowe o zsylikowanym cieście skalnym (Jagnięcy). W zlepieńcu spagowym otoczaki tkwią zwykle w masie piaszczystej nie dotykając się wzajemnie, i ułożone są większym przekrojem w płaszczyźnie warstwy. Wkładki zlepieńcowate w piaskowcach różnią się od zlepieńca spągowego drobniejszą frakcją i sporadycznością występowania.

Mułowce i łupki ilaste tworzące cienkie wkładki w dolnym seisie nabierają charakteru podstawowego składnika w stropowej części serii. Mułowce od piaskowców różnią się trochę składem mineralnym ze względu na to, że wśród skaleni częściej pojawiają się w nich ziarna plagioklazów.

Łupki ilaste, najczęściej czerwone, rzadziej zielone, w dolnym seisie tworzą cienkie i dość regularne wkładki; w górnym seisie pojawiają się w ilościach równorzędnych z piaskowcami i mułowcami, tworząc pstry zespół dający w morfologii przełęczę i obniżenia.

Porównując profile litologiczne z różnych punktów serii wierchowej można prześledzić kilka regularności.

W części spagowej seisu pojawia się zawsze warstwa zlepieńca lub piaskowca zlepieńcowatego, która spoczywa bezpośrednio na trzonie (lub zlepieńcu koperszadkim na Jagnięcym), lub też jest podesłana przez kilkudziesięciocentymetrowej miąższości warstwę piaskowca. Miąższość warstwy zlepieńcowatej waha się od 2,3 m na Jagnięcym do 1,5 m na Skrajnej Turni. Oprócz składników wyliczonych wyżej pojawiają się często w zlepieńcu okruchy czerwonych łupków i czerwonych mało zwięzłych piaskowców pochodzących z rozmyć typu śródwarstwowego. Zlepieńce te wykazują zwykle uwarstwienie frakcjonalne.

Seis Tatr Zachodnich cechuje się dużym wzajemnym podobieństwem w profilach Ornaku, Tomanowej i Smreczyńskiego Upłazu. Oprócz podobieństw wynikających z analogicznego następstwa warstw, są to podobieństwa typów warstwowań krzyżowych występujących w towarzystwie podłużnych pręg w profilu Piszczalek (Ornak) i Jaferowego Żlebu (Smreczyński Upłaz).

Od seisu Tatr Wysokich seis Tatr Zachodnich różni się większym udziałem czerwonych, stosunkowo gruboziarnistych i równoziarnistych piaskowców zbliżonych składem do arkoz. W Tatrach Wysokich (Żółta Turnia) przeważają ilościowo brunatne, dość zwięzłe piaskowce kwarcytyczne. Wkładki czerwonych łupków pojawiają się tu znacznie niżej i w większych ilościach niż na zachodzie. Towarzyszą tym wkładkom z reguły rozmycia śródwarstwowo. Łupek w stropie jest rozmyty, a jego okruchy tkwią beładnie w nadległej warstwie piaskowca. Zjawisko to nabiera masowego charakteru w górnym seisie o spoiwie lekko wapnistym, któremu wszyscy zgodnie przypisują pochodzenie morskie.

Na wschodnim krańcu Tatr w profilu grani Jagnięcego obserwujemy względny wzrost ilościowy czerwonych piaskowców zbliżonych wyglądem do zachodnio-tatrzańskich. Podobnie jak na zachodzie, w bezpośrednim sąsiedztwie spagowej warstwy zlepieńcowatej pojawiają się piaskowce z krzyżowym uwarstwieniem.

#### WARSTWOWANIE I STRUKTURY NA POWIERZCHNIACH WARSTW

Najbardziej rozpowszechnionym makroskopowo dostrzegalnym typem warstwowania jest warstwowanie krzyżowe (*cross lamination ta-*

*bular* według Shrocka). Warstewki ścinające osiągają zwykle miąższość kilkunastu centymetrów i są nachylone pod kątem nie przekraczającym zwykle  $30^\circ$ . Dolna część warstewek (*bottomset*) przytyka tangencjalnie do stropu warstwy znajdującej się poniżej i jest przy tym gorzej widoczna. Górna część zespołu skośnego (*foreset*) dochodzi pod kątem ostrym do spagu warstwy nadległej, przy czym granica ta jest zwykle ostra, gdyż w tym typie warstwowania ma ona charakter erozyjny i powstaje w wyniku rozmycia najwyższej części zespołu skośnego (*topset*). Rzadziej jest spotykane warstwowanie typu jodełkowego (*herring bone structure*), w którym nad zespołem warstewek pochylonych w jednym kierunku pojawia się wyższy, zwykle cieńszy i mający tendencję do zanikania, nachylony w stronę przeciwną. Warstwy skośne w warstwowaniach krzyżowych wykazują w większości przypadków upady północne.

Szeroko rozpowszechnione jest warstwowanie równoległe, jednak ze względu na diagenезę piaskowców zwykle znacznie lepiej widoczne jest ono w szlifach mikroskopowych niż okiem nieuzbrojonym w terenie. Warstewki osiągają w nim zwykle nieznaczną miąższość (w profilu Ornaku do 1 cm), różniąc się między sobą frakcją, a co się z tym wiąże — stopniem obtoczenia. W obrębie zlepieńca spagowego i w niektórych odmianach mniej zwięzłych piaskowców obserwować można warstwowanie frakcjonalne.

O obecności zmarszczek falowych w werfienie Koszystej wspomina A. Michalik (1955), nie podając ich bliższej charakterystyki.

Formy oscylacyjne napotkałem na powierzchni stropowej jasnego, zwięzłego piaskowca. Jest to szereg równoległych ostrych w przekroju grzbietów o wysokości do 2 cm i amplitudzie kilku centymetrów, rozdzielonych półokrągłymi w przekroju bruzdami (pl. XXVIII, fig. 3).

Innym znacznie rozpowszechnionym typem są pręgi uwidocznione na planszy XXVIII, figurze 2. Jest to szereg symetrycznych, zaokrąglonych grzbiecików, ustawionych w szachownicę. Odległości między grzbiecikami są zmienne i wahają się od kilkunastu centymetrów w okazach znalezionych na Smreczyńskim Uplązie, do kilku centymetrów w egzemplarzu znalezionym przez mgr J. Głazka w zwietrzelinie utworów górnego seisu na Koszystej.

Pręgi tego typu występują w różnych poziomach. Najniżej napotkałem je w piaskowcach o trzy metry od kontaktu z trzonem na Smreczyńskim Uplązie. Według klasyfikacji van Straatena (1953) zmarszczki tego typu należą do kategorii przetworzonych (*metaripples*), które najczęściej powstają ze zmarszczek oscylacyjnych przy zmianie kierunku falowania lub przy udziale słabych prądów.

Dość powszechne w górnym seisie są hieroglify pochodzenia organicznego. Najładniejsze formy znalazłem na Giewoncie (pl. XXVII, fig. 1). Są to najprawdopodobniej ślady działalności mułozerców oraz ślady po miejscach bytowania jakichś organizmów bentonicznych.

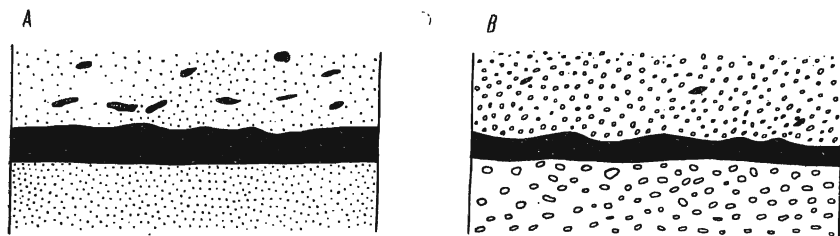


Fig. 1

- A Warstewka czerwonego łupku rozmyta w stropie. Żółta Turnia  
 B Wkładka czerwonego łupku w zlepieńcu spągowym seisu, ze śladami rozmywania w stropie. Grań Jagnięcego

- A Lamina of red shale outwashed at the top. Żółta Turnia  
 B Intercalation of red shale in basal Seis conglomerate, bearing traces of outwashing in the top. Jagnięcy crest

Częste są ponadto w różnych poziomach hieroglify obciążeniowe (*load casts*). Oprócz form, których pochodzenie można określić choćby w przybliżeniu, wiele jest takich, które ze względu na zły stan zachowania pozwalają na stwierdzenie, że są to niewątpliwie jakieś formy pochodzenia erozyjno-sedymentacyjnego.

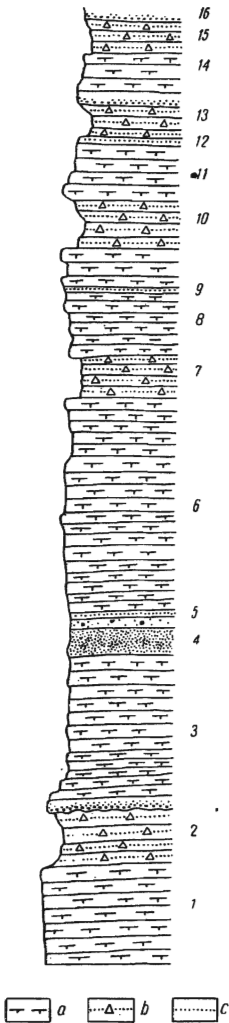
#### CYKLIČNOŚĆ SEDYMENTACJI

W profilu dolnego seisu Ornaku obserwuje się na dużej przestrzeni cykliczne przekładanie się czerwonych piaskowców zbliżonych składem do arkoz, z jasnymi zlewnymi piaskowcami kwarcyticznymi. Zjawisko to w sposób widoczny zaznacza się w morfologii stoku ze względu na dużą różnicę odporności na wietrzenie tych dwu typów litologicznych. W kilku przypadkach stropowa powierzchnia czerwonych piaskowców nosi ślady rozmycia, a spąg jasnego piaskowca kwarcyticznego ma charakter zlepieńcowaty. Granice między obu odmianami są ostre. Wydaje się, że całe to zjawisko jest odzwierciedleniem zmian klimatycznych, które wpływały na jakość i ilość dostarczanego do zbiornika sedymentacyjnego materiału klastycznego.



Fig. 2

Wycinek profilu litologicznego seisu z Ornak (Baniste). Widoczna jest cykliczność sedymentacji



*a* piaskowiec kwarcytoczny, *b* piaskowiec zbliżony składem do arkozy, *c* piaskowiec kwarcowy. 1 piaskowiec kwarcytoczny zlewny, biały; 2 piaskowiec czerwony, gruboziarnisty z białymi cętkami; ku stropowi staje się mulasty; powierzchnia stropowa rozmyta; 3 piaskowiec kwarcytoczny o cielistej barwie, w spągu zlepniocowaty; 4 piaskowiec brunatno-czerwony, gruboziarnisty; na powierzchniach zwietrzałych widoczne warstwowanie krzyżowe; 5, 9, 12 piaskowce jasne, nadzwyczaj równoziarniste o płytkowej oddzielności; 6 biały zwięzły piaskowiec kwarcytoczny; 7 czerwony niezbyt zwięzły piaskowiec; 8, 11, 14 brunatne piaskowce kwarcytoczne; 10 piaskowiec czerwony niezbyt zwięzły; 13 piaskowiec czerwony, gruboziarnisty; ku stropowi staje się bardziej zlewny; 15 piaskowiec czerwony, jak w warstwie 10; 16 jasny piaskowiec kwarcytoczny, zlepniocowaty w spągu

Sector of the lithological section of the Seis from Ornak (Baniste), showing cyclic sedimentation

*a* quartzite sandstone, *b* sandstone arkose-like, *c* quartz sandstone. 1 quartzite sandstone, compact, white; 2 red sandstone, coarse-grained, white spotted; towards the top passing into siltstone; top surface outwashed; 3 quartzite sandstone of flesh colour, conglomeratic at bottom; 4 brown-red sandstone, coarse-grained; cross-laminated bedding observable on weathered surfaces; 5, 9, 12 light sandstone, extremely equigranular with tabular fracture; 6 quartzite sandstone, compact, white; 7 red sandstone, poorly compact; 8, 11, 14 quartzite sandstone, brown; 10 red sandstone, poorly compact; 13 red sandstone, coarse-grained; towards the top more compact; 15 red sandstone, as in bed 10; 16 light quartzite, at bottom conglomeratic

Innym typem zjawisk o cyklicznym charakterze, występującym na szeroką skalę, jest pojawianie się brekcji śródwarstwowych ponad wkładkami łupków. Brekcje składają się z okruchów łupków ułożonych zwykle bezładnie, spojonych spoiwem piaszczystym. Można zaryzykować twierdzenie, że zjawisko to wiąże się z większością wkładek łupkowych

występujących w całym seisie. Znanie jest ono ze zlepieńca spągowego na Jagnięcym, towarzyszy seriom piaskowcowym środkowego seisu, a nabiera masowego charakteru w górnym seisie. Tu nie tylko okruchy łupków towarzyszą piaskowcom, ale w obrębie mułowców przy bliższej obserwacji znajduje się liczne wkładki złożone z okruchów mułowców spojonych mułowcowym spoiwem, różniącym się od okruchów intensywnością czerwonej barwy. Zjawisko to należy wiązać chyba z płytkowodnością i stałym niepokojem jaki panował w zbiorniku sedymentacyjnym.

#### ŚRODOWISKO SEDYMENTACJI

W świetle powyższych danych środowisko pustynne osadzania się utworów seisu wydaje się najmniej prawdopodobne. Świadczy przeciwko niemu obecność regularnie pojawiających się wkładek łupkowych w obrębie piaskowców, jednolicie wykształconych na większych przestrzeniach. Trudne do wyjaśnienia w warunkach pustynnych, gdzie transport wodny ma charakter okresowy w związku z okresowymi opadami, są regularnie występujące w spągu seisu poziomy zlepieńcowe. Przyjmuje się powszechnie, że ziarno piaskowca, które przeszło obróbkę eoliczną posiada wysoki stopień obtoczenia i matową powierzchnię. Ze względu na wysoką diagenезę piaskowców wyodrębnienie poszczególnych ziaren nastęrcza duże trudności, jednak w przypadku kilku próbek, które udało mi się rozmacerować, ziarna miały szkliste powierzchnie i były zwykle mocno kanciaste. Wreszcie warstwowanie eoliczne ma zupełnie inny charakter niż obserwowane w piaskowcach i w kwarcytach seisu. Cechuje się ono stosunkowo dużą zmiennością kierunków i nachyleń warstewek. W osadach seisu natomiast w większości warstwowości krzyżowych nachylenie warstewek ku północy jest najczęściej spotykanym kierunkiem, a kąty nachylenia w obrębie stosunkowo dużych serii nie ulegają większym zmianom. Tak więc pogląd M. Limanowskiego (1903) jest w świetle nowszych danych nie do utrzymania, co podkreślał już E. Passendorfer (1950, 1957).

To że transport materiału okruchowego budującego dzisiejszy seis odbywał się w środowisku wodnym z tym wszyscy są dziś zgodni. Różnice poglądów panują natomiast nadal, jeżeli chodzi o miejsce, gdzie następowała sedymentacja. Według E. Passendorfera (1950, 1957) rzeki osadzały materiał w pierwszym stadium na lądzie, a dopiero gdzieś w wyższym seisie wkracza na te aluwia morze.

Współcześnie znane rzeczne osady lądowe mogące dawać większe pokrywy osadowe na większych przestrzeniach to przede wszystkim

osady typu piedmontowego, znane np. z Kalifornii (Sierra Nevada) i osady rzek na terenach szerokich nizinnych koryt (*floodplain sediments* — Dunbar 1957). Osady piedmontowe w Dolinie Śmierci to szereg nakładających się na siebie stożków napływowych z bardzo różnorodnego materiału, w wielu przypadkach nie odpornego na procesy wietrzenia. Nie ulega on zwietrzeniu dzięki nadzwyczaj szybkiemu transportowi i szybkiej akumulacji. Ułożenie materiału jest przy tym zwykle dość chaotyczne. Materiał gruboziarnisty przewarstwiać się może z wkładkami ilastymi, co w pewnym sensie jest odbiciem stosunków klimatycznych.

Osady powstające na obszarach rozlewisk wielkich rzek dzielą się na kilka ostro od siebie odgraniczonych typów, takich np. jak osady powstałe w korytach przepływów i osady powstałe na szerokich obszarach tarasowych. W obrębie tych dwu dużych grup wydzielić można szereg innych mniejszych, znacznie różniących się sposobem ułożenia i wielkością materiału w zależności od warunków hydrodynamicznych w jakich następowała sedymentacja, które to warunki w środowisku rzeczonym w różnych punktach są różne i dość zmienne. Jeżeli do tego urozmaiconego obrazu osadów dodamy jeszcze zmienność w profilu pionowym wynikającą choćby z wędrowania meandrów rzecznych, otrzymamy obraz bardzo złożony. Będzie to szereg ostro od siebie odgraniczonych soczewek złożonych z różnego materiału. Niczego podobnego nie obserwujemy w seisie. Typ osadów nie ulega w profilu żadnym radykalnym zmianom, czego należałoby się spodziewać, gdyby były to osady fluwialne, a także przy przejściu od sedymentacji rzecznej do morskiej. Wszelka zmienność, jak np. wzrost ilości łupków przy ubytku piaskowców ma charakter stopniowy. Materiał klastyczny składa się ze składników najbardziej odpornych na procesy wietrzenia. Miąższość serii seisu na obszarze całych Tatr ulega nieznacznym wahaniom od kilkudziesięciu do 120 metrów. Miąższości kilkunastometrowe są z reguły wynikiem redukcji tektonicznych.

Ziarno piaskowców wykazuje dobre wysortowanie. Współczynniki wysortowania wyliczone metodą Traska w profilu Ornaku wahają się w granicach od 1,16 do 1,50. Odpowiednie wartości dla fliszu podhalańskiego wynoszą od 1,16 do 2,8 (Radomski 1958).

Wszystkie te dane wskazują, że najbardziej prawdopodobnym środowiskiem, w którym mogły powstać osady seisu jest płytkie morze strefy litoralnej. Przemawia za tym szereg cech osadów; ogólne podobieństwo profilów przy różnicach w szczegółach, jak i obecność warstwy zlepieńcowej w spągu, której pochodzenie można wyjaśnić działalnością prądów. W strefie litoralnej wyróżnić trzeba dwie zasadnicze generacje prądów. Pierwsza to prąd powstający, gdy fale uderzają skośnie do linii brzegowej. Obejmuje on swoim działaniem obszar bliski linii brzegowej.

Znany jest on z obszaru Bałtyku, jednak na największą skalę rozwinięty jest na wschodnim (kaukazkim) wybrzeżu Morza Czarnego. Prąd ten potocznie zwany jest tu „kamienną rzeką” gdyż niesie wzdłuż brzegu z północy na południe otoczaki dochodzące do 10 cm średnicy przynieszone na wybrzeże przez górskie rzeki takie jak Soczi czy Mzymta. Cały ten żwir doskonale obtoczony jest równomiernie rozwłóczony wzdłuż wybrzeża od Taupse do południowych krańców Morza Czarnego.

Wydaje się, że w podobny sposób wytłumaczyć można pochodzenie warstwy zlepieńcowatej w spagu seisu. Byłyby więc te zlepieńce pochodzenia rzecznego, podobnie jak większość osadów klastycznych strefy litoralnej, jednak osadzone w morzu a nie na lądzie.

Druga generacja prądów to prądy związane ze zjawiskami przyływu i odpływu. Posiadają one siłę transportową dużych rzek i działają w znacznym zasięgu od linii brzegowej. Pokazują to przejrzyste opisy Van Straatena z obszaru Morza Północnego, Wadden Sea czy też Basenu Arcachon. Uważam, że dziełem tych prądów jest warstwowanie piaskowców seisu. One to przyczyniały się do unifikacji typów osadów dostarczanych do zbiornika z ładu.

W strefie litoralnej mieszczą się doskonale wszystkie inne struktury, jak pręgi czy hieroglify. Wreszcie i cykliczność sedymentacji jako wyraz zmian klimatu w bliskim sąsiedztwie ładu jest przy założeniu środowiska litoralnego zupełnie zrozumiała.

Zbiornik w ciągu seisu ulegał stałemu pogłębianiu, lub też linia brzegowa oddalała się od strefy dzisiejszych wychodni, co objawiało się przechodzeniem od sedymentacji piaszczystej do mułowcowo-ilastej z wkładkami węglanowymi. Głębokość zbiornika była jednak ciągle niezbyt wielka, na co wskazuje obecność licznych rozmńć i brekcji śródwarstwowych.

Pozostaje pytanie, skąd pochodzi materiał klastyczny. Wydaje się pewnym w tej chwili, że nie może on pochodzić z samych Tatr — ani z trzonu krystalicznego, gdyż przeczy temu skład mineralny piaskowców, ani też z pierwotnej pokrywy osadowej, gdyż przeczy temu zarówno skład mineralny jak i stopień zubożenia w składniki. Materiał pochodzi zapewne z południa (Passendorfer 1950, 1957, Turnau-Morawska 1955). Za jego pochodzeniem z rozmycia z werrukana przemawia obecność skał wulkanicznych, co nie znaczy, że triasowej erozji nie mogły ulegać starsze skały wychodzące wtedy na powierzchnię.

W wyniku rozmywania licznych w werrukanie poziomów tufitowych mogła następować syngenetyczna sylifikacja piaskowców. Pogląd Cz. Kuźniara o epigenetycznym charakterze sylifikacji jest niemożliwy do utrzymania, gdyż sylifikacja obejmuje skały warstwowo. Piaskowce

zlewne przewarstwiają się z warstewkami miękkich ilastych łupków i mniej zwężłych piaskowców.

Wszystkie powyższe uwagi w żadnym razie nie wyczerpują wszystkich problemów związanych z sedymentacją seisu; są one tylko wstępem do szerszego opracowania tego zagadnienia.

*Zakład Geologii Dynamicznej  
Uniwersytetu Warszawskiego  
Warszawa, w styczniu 1959 r.*

#### LITERATURA CYTOWANA

- BORZÁ K. 1958. Triasové a liasové křemence Belanských Tatier (Die triadischen und liassischen Quarzite des Gebirges Belanske Tatry). — *Geol. Sborn.*, roč. IX, čís. 1. Bratislava.
- DUNBAR C. D. & RODGERS J. 1957. Principles of stratigraphy. New York.
- FRIEDMAN G. M. 1958. Determination of sieve size distribution from thin section data for sedimentary petrological studies. — *J. Geol.*, vol. 66, no. 4.
- GLĄZEK J. 1959. Budowa geologiczna Koszystej (Geology of the Koszysta in the Tatra Mts.). — *Acta Geol. Pol.*, vol. IX/2. Warszawa.
- KOTAŃSKI Z. J. 1956. Kampil wierchowy w Tatrach (High-tatric Campilian in the Tatra Mts.). — *Ibidem*, vol. VI/1.
- KUŹNIAR Cz. 1913. Skały osadowe tatrzańskie. — *Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. Akad. Um.*, t. 13, z. 3. Kraków.
- LIMANOWSKI M. 1901. Fauna werfeńska w Tatrach. O wysepkach pratatrzańskich. — *Kosmos*, t. 26.
- 1903. Perm i trias ładowy w Tatrach. — *Pam. Tow. Tatrz.*, 24. Kraków.
- MICHALIK A. 1955. Tektonika serii wierchowej na obszarze Liliowego i Małej Koszystej (Tectonique de la série hauttatrique dans la région de Liliowe et de la Mała Koszysta). — *Biul. I. G. (Bull. Inst. Géol. Pol.)* 96. Warszawa.
- PASSENDORFER E. 1950. Materiały do geologii Tatr. I. O zlepieńcu koperszadz-kim. II. O wapieniu murańskim (Matériaux pour la connaissance de la géologie des Tatras. I. Sur le conglomérat de Koperszady. II. Sur le calcaire de Murań). — *Rocz. P. T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.)*, t. XIX. Kraków.
- 1957. Zlepieńiec koperszadzki, jego geneza i wiek (Le conglomérat de Koperszady (Tatra Orientale) sa formation et son âge). — *Acta Geol. Pol.*, vol. VII/2. Warszawa.
- RADOMSKI A. 1958. Charakterystyka sedymentologiczna fliszu podhalańskiego (The sedimentological character of the Podhale Flysch). — *Ibidem*, vol. VIII/3.
- SOKOŁOWSKI S. 1948. Tatry Bielskie. Geologia zboczy południowych (Les Tatry Bielskie. La géologie de leurs versants méridionaux). — *Prace P. I. G. (Trav. Serv. Géol. Pol.)*, t. IV. Warszawa.
- STRAATEN J.M.J.U. van 1951. Longitudinal ripple marks in mud and sand. — *J. Sedim. Petrol.*, vol. 21.
- 1953a. Megaripples in the Dutch Wadden Sea and the basin of Arcachon (France). — *Geol. Mijnbouw*, 1.

- 1953b. Rhythmic patterns on Dutch North Sea beaches. — Ibidem, 2.
- SWIDERSKI B. 1922. Korzenie leżące fałdu Czerwonych Wierchów oraz nowe elementy budowy trzonu Tatr (Sur la géologie des monts Tatra. Les racines du grand pli couché de Czerwone Wierchy (Montagnes Rouges) et les nouveaux éléments tectoniques du massif autochtone des Tatra). — Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. Akad. Um., t. 22, z. 3. Kraków.
- UHLIG V. 1897. Die Geologie des Tatragebirges. — Denkschr. Akad. Wiss. Wien. Math.-Naturw. Cl., Bd. 64. Wien.
- ZENKOVIČ V. P. 1958. Berega Černogo i Azovskogo morej. Moskva.

### СЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ ЧЕРТЫ ВЕРХНЕТАТРАНСКОГО СЕЙСА

(Резюме)

Воззрения на среду седиментации и возраст отложений, состоящих из песчаников, конгломератов и сланцев, выступающих в подошвенных частях серии осадочных Татр, подлежали постоянным изменениям. Самые ранние работы (Uhlig 1897) оценивают эту серию как морские отложения „пермтриаса”. С момента опубликования работы Лимаковского (1903), устанавливается, определенное воззрение на континентально-пустынное происхождение пермтриаса в подошвенных частях с переходом к морскому — в кровле.

После окончания второй мировой войны, пермтриас был разделен на перм — копершадский конгломерат и верфен (Sokołowski 1948), верфен же на сейс (нижний верфен) и кампиль (верхний верфен), документированный фауной с *Myophoria costata* (Kotlański 1956) в верхнетатранской (верховой) серии. Е. Пассендорфер (1950—1957) и М. Турнау-Моравска (1955) придерживаются воззрения, что сейс является продуктом седиментации в речной среде. Е. Пассендорфер, к тому же, полагает, что источником материала здесь был пермский покров веррукана.

К. Борза (1958) возвращается к первоначальной идее о морском происхождении отложений сейса.

Автор в настоящей работе опирается на наблюдения седиментационных структур и на изменениях литологии осадков в многочисленных профилях верхнетатранской (верховой) серии.

Наличие интраформационных размывов, рипплекмарков волновых и преобразованных, как и большие сходства осаджений на обширных пространствах, приводят к убеждению, что отложения верхнетатранского сейса образовались в неглубоком водоеме, каким является лито-

ральная зона открытого моря. Силификация отложений имела сингенетический, но не эпигенетический характер, как предполагал Ч. Кузьняр (1913). В седиментации сейса можно наблюдать известную цикличность, проявляющуюся в профиле (фиг. 2). Циклический характер проявляют также интраформационные брекчии, сопутствующие большинству сланцевых переслоек.

---

P. RONIEWICZ

### SEDIMENTARY CHARACTERISTICS OF THE HIGH-TATRIC SEIS

(Summary)

ABSTRACT: Within the high-tatric series of the Tatra Mountains the Seis occurs at the bottom of the sedimentary series in contact with the crystalline massif (or with the Koperszady conglomerate). The contacts here are, mostly, sedimentary. Those of the tectonic type are associated with local tectonic disturbances. Seis sediments display close reciprocal similarities in sections, while their facial differentiation is gradual. Cyclic sedimentation is observable in section in the sequence of beds and occurrence of intraformational outwashing. These features — together with bedding types and the presence of ripple marks and various casts indicate the marine origin of the Seis deposits.

Descriptions of the Seis in the Tatra Mountains have, up-to-date, dealt with petrographic problems. The more recent geological studies in that area were rather fragmentary, having been usually regarded as subordinate to other investigations. In the present paper paramount attention has been paid to accuracy of field observations regarding lithological variation, bedding, marks on surface of layers. The object here was to determine the sedimentary environment of clastic materials.

Opinions concerning these problems have undergone constant modification following the development of geological studies on the Tatra Mountains. Sediments at present referred to the Werfenian were by V. Uhlig regarded as a marine deposit. Limanowski (1903), Kuźniar (1913), M. Turnau-Morawska (1947) held it to be a continental desert sediment, towards, the top passing into a marine deposit. E. Passendorfer (1950, 1957) believed that the Werfenian is a product resulting from the outwashing of the Permian „Verrucano” mantle whose occurrence within the Tatra Mountains is postulated by that author. This assigns a fluvio-continental origin to Werfenian sedimentation. In 1948 St. Sokołowski introduced another interpretation by separating the „Per-

mo-Trias" of the earlier authors into the Permian — Koperszady conglomerate — and the Werfenian. Zb. Kotański (1956) discovered *Myophoria costata* — an index form — in the high-tatric series and subdivided the Werfenian into the Seis — clastic sediments — and the Campilian — carbonate sediments with clastic intercalations.

K. Borza (1958) turns back to the earlier interpretations postulating that the Seis is the deposit of a shallow sea.

Observations carried out on the high-tatric series throughout the Tatra Mountains prove close resemblances of the sequence of beds in distant sections. Facial variations of sediments from W to E are gradual. Coarse-grained red sandstones, in composition nearer to arkose, are more abundant in Western Tatra, while finer-grained quartzite sandstones predominate in the High Tatra (Żółta Turnia).

Cyclic sedimentation here consists in the repetition of certain lithological assemblages (fig. 2) and in intraformational breccias associated with red shale intercalations. Cross lamination is a common type of bedding. Parallel bedding is also frequent with sporadic graded bedding. Ripple marks and meta-ripple marks (Van Straaten, 1953), occur in various lithological horizons, also mechanic and organic hieroglyphs (photos. in pl. XXVII, and pl. XXVIII).

This pattern suggests that Seis sedimentation occurred in a shallow marine basin within the littoral zone of the open sea.

Owing to the interbedding of compact silicified rocks with soft shales and poorly compact sandstones it may be inferred that, contrary to the statements made by Cz. Kuźniar (1913), the silification of sediments was of a syngenetic character.

*Laboratory of Dynamic Geology  
of the Warsaw University  
Warszawa, January 1959*

---



## OBJAŚNIENIA DO PLANSZ XXVII-XXVIII

## DESCRIPTION OF PLATES XXVII-XXVIII

## PL. XXVII

## Fig. 1

Hieroglify organiczne z górnego seisu Giewontu

Fot. J. Błaszyk

*Organic hieroglyphs from the Upper Seis of Mt. Giewont*

## Fig. 2

Przykład warstwowania krzyżowego (przekątnego) w piaskowcu dolnego seisu z Giewontu

Fot. J. Błaszyk

Example of current (cross) bedding in Lower Seis sandstone from Mt. Giewont

## PL. XXVIII

## Fig. 1

Odlew gipsowy (pozytywowy) pręg przetworzonych. Smreczyński Uplaz

Fot. J. Błaszyk

Gypsum cast (positive) of meta-ripple marks. Smreczyński Uplaz

## Fig. 2

Zmarszczki przetworzone w czerwonym piaskowcu górnego seisu z Koszystej

Fot. J. Błaszyk

Meta-ripples in red upper Seis sandstone from Mt. Koszysta

## Fig. 3

Zmarszczki falowe w białym kwarcyticznym piaskowcu dolnego seisu z Koszystej

Fot. P. Roniewicz

Wave ripple marks in white quartzite sandstone of the lower Seis from Mt. Koszysta



Fig. 1



Fig. 2

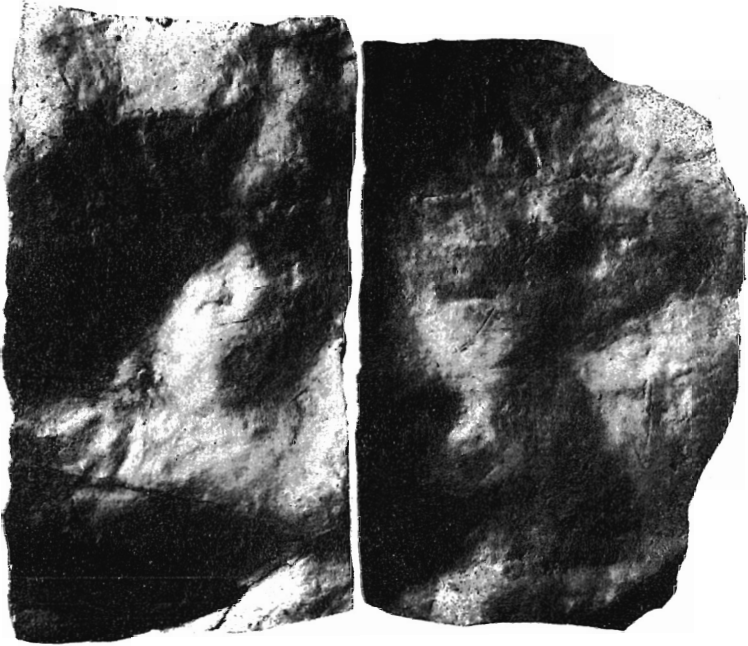


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3