

ROBERT MARSCHALKO, ANDRZEJ RADOMSKI

WSTĘPNE WYNIKI BADAŃ NAD KIERUNKAMI  
TRANSPORTU MATERIAŁU W BASENIE FLISZOWYM  
CENTRALNYCH KARPAT

(tabl. XXXI)

*Preliminary results of investigations of current directions in the  
flysch basin of the Central Carpathians*

(Pl. XXXI)

STRESZCZENIE

Treść: Autorzy na podstawie pomierzonych struktur kierunkowych przyjmują istnienie 4 obszarów źródłowych dla materiału fliszu centralnych Karpat. Obszary te były prawdopodobnie położone na NW, SW, NE, SE od obecnego obszaru występowania omawianych utworów. W pewnych regionach stwierdzono krzyżowanie się 2 kierunków prądów w utworach jednowiekowych. Również obserwowano kierunki równoległe do siebie, ale skierowane przeciwnie, które występują według autorów w obszarach maksymalnej głębokości basenu dla danego poziomu stratygraficznego. Przeprowadzono również dyskusję nad wpływem Tatr na osady fliszu centralnych Karpat.

WSTĘP

Osady fliszu centralnych Karpat były w latach ubiegłych przedmiotem niezależnie od siebie prowadzonych badań sedymentologicznych obu autorów. Pierwszy z nich opracowywał obszar południowo-wschodni leżący w granicach Czechosłowacji, drugi polską część fliszu centralnych Karpat (tzw. flisz podhalański, Radomski 1957, 1958). W lecie 1959 roku obaj autorzy mieli możliwość zapoznać się wspólnie z obszarami, które nie zostały objęte dotąd badaniami. Otrzymane wyniki z tych obszarów ze względu na ograniczony czas, jakim dysponowali autorowie, ustępują znacznie w dokładności danym uzyskanym z wymienionych uprzednio

dwu regionów, niemniej jednak zarysowuje się pewien ogólny obraz warunków panujących w omawianym basenie fliszowym. Zostanie on niewątpliwie uzupełniony w przyszłości dalszymi pracami. Stąd też celem niniejszej pracy jest raczej postawienie pewnych problemów niż ich całkowite rozwiązanie.

Jest naszym miłym obowiązkiem podziękować w tym miejscu Ministerstwu Szkolnictwa Wyższego w Warszawie i Povernictwu Školstva a Kultury w Bratislavie oraz panu doc. drowi M. M a h e l o w i za umożliwienie autorom wspólnych prac na terenie Czechosłowacji.

Ze względu na trudności skorelowania ze sobą szeregu lokalnych wydzielen stratygraficznych we fliszu centralnych Karpat autorzy byli zmuszeni ograniczyć się niejednokrotnie do regionalnego ujęcia tematu. Czasowe uszeregowanie niektórych obserwowanych zjawisk będzie mogło nastąpić z chwilą ujednoczenia stratygrafii dla całego omawianego obszaru.

#### KIERUNKI TRANSPORTU I PRZYPUSZCZALNE POŁOŻENIE OBSZARÓW ŹRÓDŁOWYCH MATERIAŁU FLISZU CENTRALNYCH KARPAT

Przedstawione na tabl. XXXI kierunki hieroglifów prądowych i warstwowania przekątnego pozwalają w pewnej mierze zrekonstruować zarówno położenie obszarów źródłowych dla materiału fliszu centralnych Karpat, jak również stosunki paleogeograficzne w obrębie samego basenu.

Zarysowują się dość wyraźnie cztery obszary przyźródłowe położone w bezpośrednim sąsiedztwie regionów dostarczających materiał klastyczny. Wyróżniają się one kierunkami hieroglifów mniej lub bardziej skośnymi do osi basenu, skierowanymi ku centrum sedymentacji fliszowej. Jednocześnie kierunki te są bardziej zmienne niż w partiach centralnych basenu. Podobne stosunki zaobserwowali S. D Ź u ł y ń s k i i A. Ś l ą c z k a (1959) w warstwach krośnieńskich centralnej depresji.

Obszary przyźródłowe znajdują się na zachód od Dolnego Kubina, na południowy zachód od Liptovskiego Mikulaša oraz na wschód od Starej Lubovli i na przedpolu Čiernej Hory.

W rejonie Dolnego Kubina obszar źródłowy znajdował się na północnym i południowym zachodzie od dzisiejszych wystąpień fliszu. W występujących tutaj w środkowym eocenie (P í c h a 1957) piaskowcach arkozowych znaleziono kierunki z południowego zachodu. Być może pochodzą one z rejonu krystalicznego masywu Małej Fatry. Jednocześnie występują również kierunki z północnego zachodu. Dalej na wschodzie na obszarze Orawy, Podhala i Spisza przeważają zdecydowanie kierunki prądów z zachodu na wschód układając się równolegle do przebiegu północnej granicy fliszu. W najbardziej wschodniej części omawianego regionu (Spisz) w najniższych ogniach stratygraficznych (warstwy zakopiańskie) zaczynają się pojawiać, na razie sporadycznie wśród ławic mających hieroglify wskazujące na transport z zachodu, ławice z hieroglifami zorientowanymi odwrotnie. Są to pierwsze oznaki zmian, jakie zachodzą w układzie prądów transportujących materiał na obszarach położonych dalej na wschód.

Położenie obszaru źródłowego dla regionu zachodniej części kotliny liptowskiej jest na razie niejasne. Kierunki z południa i południowego zachodu znalezione na zachód od Liptovskiego Mikulaša pozwalają przypuszczać, że należy szukać go w tym kierunku. Ze względu jednak na występowanie fliszu na południe od Niskich Tatr jest wątpliwe, czy te ostatnie mogły dostarczać materiału osadom kotliny liptowskiej. W centralnej części kotliny zdają się przeważać kierunki równoleżnikowe z zachodu na wschód. Na wschód od Štrby pojawiają się nagle kierunki przeciwne, skierowane ku zachodowi. Oznaczać to może, że w tym rejonie znajdowało się maksimum głębokości basenu w czasie sedymentacji występujących tu warstw.

Na wschodzie zarysowuje się zagrzebany masyw na północny wschód od Starej Lubovli. Masyw ten dostarczał materiału począwszy od najstarszych warstw zlepieńcowych Šambrona po najmłodsze piaskowce Levočského Pohoria. W leżącym ponad serią zlepieńców kompleksie łupkowo-piaskowcowym stwierdzono występowanie dwóch przeciwnych sobie kierunków. W jednych ławicach występuje kierunek z zachodu, będący kontynuacją kierunku istniejącego na obszarze Podhala i częściowo Spisza, na innych ławicach występują kierunki z północnego wschodu i wschodu, które spotykane są sporadycznie, jak to było wspomniane wyżej, również dalej na zachodzie, na polskim Spiszu. Autorzy przypuszczają, że w tym okresie czasu był to obszar maksymalnej głębokości basenu, do którego prądy znosiły materiał zarówno z zachodu, jak i wschodu czy północnego wschodu.

Najlepiej udokumentowany jest południowo-wschodni obszar źródłowy. Materiał fliszu okolic Prešova i Levočského Pohoria pochodzi z masywu Čiernej Hory, gemeryd i obszarów krystalicznych leżących dalej na południowy wschód w okolicy Košic. Wnioski wysnute na podstawie struktur kierunkowych zostały potwierdzone analizą petrograficzną otoczków. Przy czym obserwuje się ciekawe przemieszczenie materiału gruboklastycznego. Otoczkaki pochodzące z masywu Čiernej Hory znajdują się na zachód od niego w południowej części Levočského Pohoria. Na przedpolu Čiernej Hory występują natomiast skały, które pochodzą z położonych na południowy wschód masywów krystalicznych okolic Košic. Materiał jest więc przemieszczony zgodnie z kierunkami prądów odczytanymi na podstawie hieroglifów na zachód od swoich obszarów macierzystych.

Materiał niesiony z południowego wschodu tworzy część ławic Levočského Pohoria i wpływ tego kierunku zaznacza się aż do północno-wschodniego obrzeżenia Tatr. Na obszarze Levočského Pohoria prądy transportujące materiał z południowego wschodu krzyżują się z prądami idącymi od północnego wschodu (masyw na północny wschód od Starej Lubovli), podobne krzyżujące się kierunki zostały stwierdzone przez S. Džułyńskiego i A. Ślączkę (1959) w warstwach krośnieńskich.

Rola, jaką każdy z wymienionych obszarów źródłowych odegrał w czasie sedymentacji różnych ogniw fliszu, będzie mogła zostać określona dopiero w czasie dalszych badań zarówno sedymentologicznych, jak i stratygraficznych.

## ZAGADNIENIE „WYSPY TATRZAŃSKIEJ”

Osobne zagadnienie stanowi rola, jaką odgrywały Tatry w czasie gromadzenia się osadów fliszu centralnych Karpat. Podczas transgresji środkowego eocenu Tatry stanowiły łąd, który ulegał silnej erozji (K u ż n i a r 1907, 1909, 1910, P a s s e n d o r f e r 1951, 1958).

Niektórzy autorowie przyjmują, że Tatry dostarczały materiału do basenu fliszowego przez cały czas jego istnienia (G o ł ą b 1952, 1954, P a s s e n d o r f e r 1958, C h m e l í k 1958). Inni (G r z y b e k i H a l i c k i 1958, R a d o m s k i 1958, A n d r u s o v 1959) stoją na stanowisku, że Tatry stosunkowo szybko zostały całkowicie zalane morzem eoceńskim.

Argumenty przeciw istnieniu „wyspy tatrzańskiej” są z natury rzeczy głównie argumentami o charakterze negatywnym. W warstwach chochołowskich obserwuje się wyraźne zmniejszenie się ilości ławic zlepieńcowych jak i wielkości występującego w nich materiału klastycznego w miarę posuwania się z zachodu na wschód, zgodnie z kierunkiem transportu (G r z y b e k i H a l i c k i 1958, R a d o m s k i 1958, G o ł ą b 1952). Nie obserwowano natomiast podobnych zmian w kierunku z południa na północ.

Na uwagę zasługuje również brak hieroglifów i innych struktur kierunkowych wskazujących na transport materiału z Tatr, nawet w ich bezpośrednim sąsiedztwie.

Natomiast spotyka się, szczególnie w odkrywkach położonych na wschodnim i południowo-wschodnim obrzeżeniu Tatr hieroglify skierowane ku domniemanej wyspie. Więcej światła rzuci na to zagadnienie szczegółowe opracowanie materiału zlepieńcowego występującego we fliszu podhalańskim.

*Geologický Ústav im. Dionýza Štúra  
Zaklad Geologii Uniwersytetu Jagiellońskiego  
Bratislava, Kraków, grudzień 1959*

**Abstract:** Four source-areas contributing detrital material to the flysch basin of the Central Carpathians are distinguished on account of the distribution of turbidity current directions. The source areas were situated north-west, south-west, north-east and south-east of the present-day boundaries of the basin. The existence of currents flowing from various directions was stated in some regions within one stratigraphic member. In some areas the currents flowed from opposite directions; these areas formed the deepest parts of the basin during the sedimentation of the Central Carpathians Flysch. The influence of the Tatra massif on the sedimentation of the investigated flysch deposits is discussed.

## INTRODUCTION

The flysch basin of the Central Carpathians has been studied in previous years independently by both authors<sup>1</sup>. R. Marschalko worked in the south-eastern part of the basin in Czechoslovakia, and A. Radomski in the Polish part of the basin i. e. in the Podhale Flysch (Radomski 1957, 1958). In summer 1959 both authors visited briefly the remaining parts of the basin. Because of the limited time devoted to this study, the data obtained there are less accurate than in the parts of the basin studied independently. However a general picture of the distribution of current directions was obtained. Further research is needed to throw more light on the problem, and therefore the aim of this paper is to point out some aspects of special interest, rather than to present the definite answer to the question of supply of detrital material to the sedimentary basin of the Central Flysch.

The authors acknowledge the assistance of the Ministry of High Schools in Warsaw, and the Ministry of Education and Culture in Bratislava, which made possible their collaboration. Thanks are also due to Doc. dr M. Mahel' for facilitations during the work in Czechoslovakia.

The sediments of the Central Flysch are filling tectonic depressions between folded elements of the Slovakian block of the Central Carpathians and the Pieniny Klippen Belt. The present-day erosional boundaries of the main area of occurrence of the Central Flysch are extending along the outcrops of pre-Tertiary rocks of the Fatra, Nizké Tatry and Čierna Hora on the south and south-west. In the west the Central Flysch basin is divided by the tectonic elements of Choč and Tatra into two separate regions: the Orava-Podhale-Spiš region in the north, and the Liptovska Kotlina region in the south. The north boundary of the Central Flysch basin is formed by the Klippen zone<sup>2</sup>.

The contact of the Central Flysch with the surrounding structural units is partly sedimentary and partly tectonic. Conglomerates and sandstones containing local material and formed during the Middle Eocene transgression (bazálny vyvoj of the Czechoslovakian authors) are underlying the Flysch series. At places, nummulitic limestones are developed, lying concordantly over the conglomerates and under the Flysch. The conglomerates and sandstones are present along the southern border of the Central Flysch basin and on the northern slopes of the Tatra. Instead, the boundary of the Central Flysch with the Klippen Zone, with the southern slopes of the Tatra, and with Tertiary rocks east of the meridian of Prešov has a tectonic character.

The Central Flysch series of the Carpathians ranges in age from Middle Eocene up to Lower Oligocene (Matějka 1927, Bieda and Horwitz 1931, Andrusov 1938, 1956, Bieda 1946, Kantorová 1954, Benešová 1957, Leško 1958, Marschalko and Samuel 1959)

---

<sup>1</sup> The flysch sediments filling this basin are called here for sake of simplicity „Central Flysch”, following the term generally accepted by Czechoslovakian geologists.

<sup>2</sup> Besides the described basin, the Central Flysch is cropping out in a few small isolated areas which are not included in the present study.

and is approximately 3 000 metres thick. Disturbances caused by Miocene orogenic movements are small. The Flysch beds are dipping steeply only near the contacts with the surrounding Mesozoic structural units. The Flysch series is composed mainly of intercalating conglomerates, sandstones and shales. Other rocks, as ferruginous dolomites and manganese ores are playing a quite subordinate part.

Coarse-grained sandstone beds display usually various types of graded bedding, often followed by lamination near the top of the bed. Fine-grained, thick bedded sandstones are most frequently homogenous, while the thin-bedded ones are either laminated or display current bedding. Current bedding is prevalent in some members (Radomski 1958). Slump structures are of widespread occurrence (Gołab 1954, Grzybek and Halicki 1958, Radomski 1958).

The stratigraphy of the Central Flysch is not yet established in details. Stratigraphic divisions applied in various parts of the basin are not correlated. These shortcomings of the stratigraphy are a handicap for paleogeographic research. The presented conclusions shall be probably changed in some details when a progress in stratigraphy will be made.

The Central Flysch series can be divided into three stratigraphic members. The lowest member called Zakopane beds in Poland, and corresponding with the term „ilovcove súvrstvie severnej a južnej fácie” used by the Czechoslovakian authors (Chmelík 1958, Leško 1958, Priehodská 1956) is characterised by a predominance of shales. Coarse-grained conglomerates are present at places (Šambron, Tokarnia) at the base of this member. These conglomerates display all the characteristic features of turbidites, differing thus from the underlying transgressive conglomerates, which cannot be attributed to turbidity currents.

The middle member of the Central Flysch series called Chochołów beds in Poland (Gołab 1950) and „pieskovcovo-ilovcové súvrstvie” in Czechoslovakia (Chmelík 1958, Pícha 1957) is characterised by thick-bedded sandstones.

The upper member called Ostrysz beds in Poland (Gołab 1950) and Bielopotocké pieskovce in Czechoslovakia (Andrusow 1938, Chmelík 1958) is characterised by a predominance of sandstones, partly feldspathic.

The stratigraphy of the Central Flysch is different in the region north of Čierna Hora. The sediments deposited by the Middle Eocene transgression are covered there by thick conglomerates ranging in age from Upper Eocene up to Lower Oligocene. These conglomerates are gradually passing towards the north-west into fine-grained Flysch sediments (Marschalko 1959, Marschalko and Samuel 1959, Leško 1958).

#### DIRECTIONS OF TRANSPORT OF THE CLASTIC MATERIAL

The directions of transport in the Central Flysch basin were determined chiefly on account of directional sole marks i. e. flute casts and prod casts<sup>1</sup>. Besides, current bedding directions were measured in outcrops

---

<sup>1</sup> Descriptions of sole marks, methods of determining the current direction, and a discussion of results are to be found in the papers listed in the references.

yielding no directional sole marks. The results of these measurements are presented on a map (Pl. XXXI).

The directions of turbidity currents carrying the detrital material were different in various parts of the Central Flysch basin. Several regions can be distinguished there:

1. The Orava — Podhale — Spiš region.
2. The Šambron region
3. The Levočské Pohorie region
4. The Liptovská Kotlina region
5. The Prešov region (north of Čierna Hora).

### 1. The Orava — Podhale — Spiš region

The orientation of inorganic sole marks in the western part of this region (in the neighbourhood of Dolný Kubín) indicates direction of transport from north-west and south-west towards the axis of the syncline formed there by the Central Flysch. Current directions parallel to the present-day boundaries of the basin are prevailing farther east. These longitudinal current directions are persisting as far as Haligovce, about 90 kilometres east from Dolný Kubín. The currents flowed to the north-east in Orava, then changed their direction in Podhale, flowing there eastward, and then turned again flowing to the south-east in the Spiš area. The current directions are similar in all stratigraphic members of the Flysch series in this region.

Some beds with flute casts indicating currents flowing to the west are present in the Zakopane beds in the Spiš area, among other beds with marks of eastward flowing currents. These are the signs of changes in the current system, which are very distinct farther east<sup>1</sup>.

The analysis of turbidity current directions measured east of the Spiš area suggests, that the origin of coarse-grained beds disappearing towards the west in the Polish (i. e. western) part of the Spiš can be explained in a different way than it was done in some earlier papers (R a d o m s k i 1958, 1959). Flute casts indicating a westward current direction were found on the sole of one of such beds in summer 1959. It is possible, that a part of the Flysch beds, and especially the coarse-grained ones, were deposited in this region by turbidity currents flowing to the west. The existence of such a direction of transport for the entire Flysch series in the Polish part of the Spiš area was suggested by G r z y b e k and H a l i c k i (1958), and by W a t y c h a (1950).

### 2. The Šambron region

Coarse-grained conglomerates deposited by turbidity currents, and black clayey shales, sometime resembling the Menilite shales of the Outer

---

<sup>1</sup> The supply of detrital material by turbidity currents flowing from various, and sometimes even opposite directions was described for the first time from the Krosno beds (Oligocene in the Outer Carpathians) by S. Dżułyński and A. Ślaczka (1958).

Carpathians, are forming there the lowest member of the Central Flysch. The coarse-grained conglomerates (lower complex of Chmelík 1958) were deposited by turbidity currents flowing from the east-northeast.

The middle member composed of alternating sandstones and shales, and called Šambron beds by Chmelík (1958), corresponds probably with the Zakopane beds in the Polish Podhale area. Two opposite directions of turbidity currents were stated in this region. Some beds display flute casts indicating currents flowing from the west; these current may be considered to be the prolongation of the longitudinal currents of the Orava — Podhale — Spiš region. Other beds were deposited by turbidity currents flowing from the north-east and east. In the opinion of the authors the described region coincides with the deepest part of the basin which was filled by turbidity currents flowing both from the west and from the east as well as from the north-east.

### 3. The Levočské Pohorie region

The Šambron beds are covered by a thick sandstone complex in the Levočské Pohorie region. Turbidity currents flowing from the north-east were predominant there. However flute casts indicating currents flowing from the south-east are present on some beds. This direction is especially strongly marked in the area north of Čierna Hora (Marschalko 1958).

Similar current directions were stated east and south-east of the Tatra. Currents flowing from the north-east and south-east were equally frequent there. The latter direction is prevailing in area situated south-east of the Tatra (Marschalko 1958). The beds cropping out in this region are somewhat older than the sandstones of the Levočské Pohorie.

The oldest member of the Central Flysch in this region — corresponding with the Zakopane beds — is probably somewhat older than the Šambron beds (Kantorová 1954, Priehodská 1956). The sandstone beds of this member were deposited by currents flowing from the east. The same directions are present in the eastern part of the Liptovská Kotlina region.

### 4. The Liptovská Kotlina region

Because of poor exposures and inadequate knowledge of stratigraphy the measurements of current directions made in this region are not sufficiently accurate, and further research is needed to obtain a more complete picture of current directions. Similarly as in the Orava — Podhale — Spiš region there is evidence of currents flowing from the south-west obliquely to the axis of the basin in the western part of the Liptovská Kotlina. Exposures are scanty in the central part of the region, but currents flowing from the west parallel to the axis of the basin were stated there. Currents flowing from the east appear suddenly east of Štrba, in the eastern part of the Liptovská Kotlina region.



The relation of these two areas with contrasting current directions is not clear. Two explanations are possible:

a) currents flowing from opposite directions were present in the same stratigraphic member, like in the Šambron area, and the marked difference between current directions in the central and in the eastern part of the Liptovská Kotlina region is caused by the small number of exposures. If this explanation is correct, it must be assumed that the deepest part of the basin shifted from the Šambron area to the eastern part of the Liptovská Kotlina region.

b) Another possibility is, that the opposite directions of currents are present in members differing in age. However, the first explanation seems more probable, by analogy with observations made north of the Tatra. Further studies are needed to bring a definite solution of the problem.

## 5. The Prešov region

Thick, coarse-grained sediments were deposited immediately off the Čierna Hora massif which is composed of Palaeozoic and Mesozoic rocks. A Wildflysch facies, characterised by huge submarine slumps is developed in the south-eastern part of the region. The conglomerates display an increased proportion of graded bedding towards the west, but there are also beds of medium-grained sandstones showing current bedding of the torrential type. The thickness of the cross-bedded sandstone layers is ranging up to 60 cm. Sometimes graded sandstones are filling erosional channels which may reach 2 metres in depth. Such beds contain blocks of sandstones of Middle Eocene age eroded from the substratum of the Flysch (Marschalko 1959). Flute casts indicate currents flowing from the south east. Farther west the currents flowed from the east and east-south-east. Coarse-grained conglomerates and sandstones are gradually wedging out, and are replaced in the north-western part of the region by fine-grained sandstones and shales. These changes of lithology are rapid, and therefore it is impossible to correlate individual beds even on small distances.

Currents flowing from the north-east deposited some of the fine-grained sandstone beds in the northern part of the region.

Little is known about the sedimentation of the Upper Eocene and Lower Oligocene Flysch west and north-west of Prešov. Various directions of currents indicated by flute casts and current bedding were measured in this part of the basin. Currents flowing from the south and from the west were important there. The relation of the area situated north-west of Prešov to the other regions is not clear, and further research is needed in this part of the basin.

## PALEOGEOGRAPHIC CONCLUSIONS

The presented distribution of current directions allows to determine to a limited extent the position of source areas of detrital material and the paleogeography of the Central Flysch basin.

Four distinct „near-source” zones can be distinguished in the Central Flysch basin. They are characterised by current directions more or less perpendicular to the axis of the basin and more variable than in the central part of the basin.

These near-source zones are situated west of Dolný Kubín, west of Liptovský Mikuláš, east of Stara Lúbovna and north of Čierna Hora.

One of the source areas of detrital material was situated somewhere in the region of Dolný Kubín, north and south-west of the present-day area covered by the Central Flysch. Feldspathic sandstones present there in the middle member of the Flysch series were deposited by turbidity currents flowing from the south-west. It is possible that the detrital material of these sandstones was carried from the crystalline massif of Mala Fatra.

The position of the source area, which contributed the detrital material to the western part of the Liptovská Kotlina region, is not clear. Currents flowing from the south and south-west were traced west of Liptovský Mikuláš. It is possible therefore, that the detrital material was coming from the Nízke Tatry. However, the occurrence of the Central Flysch south of the Nízke Tatry makes doubtful such a position of the source area.

A buried massif which contributed detrital material during the sedimentation of the Central Flysch is probably present north-east of Stara Lúbovna, on the east end of the basin. The influence of this massif persisted from the lowermost part of the Zakopane beds up to the youngest sandstones of the Levočské Pohorie. Currents carrying the detrital material from this massif flowed far south, where they alternated with currents flowing the south-east, i. e. from the Čierna Hora source area.

There is much evidence of the south-eastern source area. The detrital material of the Central Flysch in the Prešov region and in the Levočské Pohorie region came from the Čierna Hora massif as well as from the Gemerides and crystalline massifs situated farther south-east in the vicinity of Košice. The conclusions based upon the directional structures in the Flysch series were confirmed in this region by petrographic analyses of pebbles. It was shown, that the coarse-grained material deposited immediately off the Čierna Hora is not derived from this massif, but rather from the crystalline rocks occurring in the vicinity of Košice (Pl. XXXI). There are also pebbles of both crystalline and sedimentary rocks unknown in this part of the Carpathians. Instead, the clastic material coming from the Čierna Hora massif was deposited farther west, in the southern part of the Levočské Pohorie region.

#### THE PROBLEM OF THE „TATRA ISLAND”

The role played by the Tatra massif during the sedimentation of the Central Flysch is a problem of great importance. The Tatra massif was dry land during the Middle Eocene transgression, and the advancing sea eroded strongly its margins (K u Ź n i a r W. 1907, 1909, 1910, P a s s e n d o r f e r 1951, 1958). However, the presence of the Tatra land is only

locally marked in the lower part of the Zakopane beds, and its persistence during the sedimentation of the upper part of the Zakopane beds and of the younger members of the Flysch series is doubtful. Some authors assumed that the Tatra land contributed detrital material to the Flysch basin during the Upper Eocene and Lower Oligocene (Gołęb 1952, 1954, Passendorfer 1958, Chmelík 1958). Other writers (Andrusov 1959, Grzybek and Halicki 1958) expressed the opinion, that the Tatra massif was rapidly covered by the Eocene sea. The occurrence of pebbles of the high-Tatric and sub-Tatric sedimentary series in the Flysch sediments is not a decisive argument in favour of the provenance of the detrital material of the Podhale Flysch from the present-day Tatra Mts. Both the high-Tatric and the sub-Tatric series are widely distributed in the Internal Carpathians, and pebbles of rocks belonging to these series were transported either from the Tatra, or from some other now existing or eventually buried Mesozoic massif. The latter view is supported by the occurrence of rocks not present in the Tatra as exotic pebbles in the Flysch (Andrusov 1959, Gołęb 1952).

The arguments against the existence of the Tatra island during the sedimentation of the Central Flysch are, as a matter of fact, chiefly of negative character. A distinct decrease of the number of conglomerate beds and of grain size is observed in the Chochołów beds from the west towards the east, i. e. in the direction of flow of the turbidity currents (Radomski 1958, Grzybek and Halicki 1958). No such changes were observed in the northward direction.

No directional structures indicating transportation of detrital material from the Tatra were found, even in the immediate vicinity of the Tatra massif. Instead, flute casts indicating turbidity current flowing just towards the Tatra are found, especially east and south-east of this massif. A detailed petrographic analysis of pebbles from the conglomerates in the Podhale zone will throw more light on this problem.

#### GENERAL CONCLUSIONS

The presented data indicate, that the elongated sedimentary basin of the Central Flysch received the detrital material from four source areas, symmetrically situated on its both ends. The role played by each of these source areas during the sedimentation of various members of the Central Flysch shall be determined more precisely by further sedimentological and stratigraphic studies. Petrographic investigations of conglomerates and sandstones would be of special interest, especially in these regions where different directions of transport were stated.

Further sedimentological studies shall provide additional measurements of current directions especially in the briefly studied regions. The precise determination of the relation of the coarse-grained, probably partly littoral, sediments off Čierna Hora to the typical Flysch should be of great importance. The insignificant tectonic disturbances of the Central Flysch facilitates greatly the sedimentological studies. The re-

sults of such studies shall not only elucidate the paleogeography of this part of the Carpathians, but will also be of great value for the methodology of similar studies in other geosynclinal regions.

Dionizý Štur Institute, Bratislava Č.S.R.  
Department of Geology,  
Jagellonian University of Cracow,  
December 1959

translated by R. Unrug

WYKAZ LITERATURY  
REFERENCES

1. Andrusov D. (1938), Geologický výzkum vnitřního bradlového pásma v západních Karpatech (Étude géologique de la zone des klipptes internes des Carpathes occidentales), *Rozpr. Státn. Geol. Úst. ČSR* 9, Praha.
2. Andrusov D. (1956), Nové paleontologické nálezky v karpatskom paleogene, (Nouvelles découvertes de fossiles dans le paléogene des Carpathes), *Geol. Sborn.* 4, Bratislava.
3. Andrusov D. (1959). Prehľad stratigrafie a tektoniky druhohorného pásma masívu Vysokých Tatier na území Slovenska, (Stratigraphie und Tektonik der mesozoischen Zone des Massives der Hohen Tatra), *Geol. Sborn.* 10, Bratislava.
4. Benešova E. (1957), Mikrobiostratigrafie centrálněkarpatského paleogénu ve vrtbě Vlachy I, *Zpravy o Geol. Výzk.* 1956, Praha.
5. Bieda F. (1931), O kilku numulinach w Karpatach czechosłowackich, (Sur quelques Nummulines des Carpathes tchécoslovaques), *Věstn. Státn. Geol. Úst. ČSR* 7, Praha.
6. Bieda F. (1946), Stratygrafia fliszu Karpat polskich na podstawie dużych otwornic (La stratigraphie du Flysch des Carpathes centrales polonaises basée sur les grands Foraminifères), *Rocz. Pol. Tow. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.)* 16, Kraków.
7. Bieda F. & Horwitz L. (1931), Próba stratygrafii trzeciorzędu Podhala (Essai de stratigraphie du Flysch de Podhale), *Spraw. P. I. G. (Bull. Serv. Géol. Pol.)* 6, Warszawa.
8. Chmelík F. (1957), Zpráva o geologických výzkumech centrálněkarpatského paleogénu v oblasti Nizkých a Vysokých Tater, Spišské Magury a Levočského pohoří. *Zprávy o Geol. Výzk.* 1956, Praha.
9. Chmelík F. (1958), Zpráva o geologických výzkumech centrálněkarpatského paleogénu v oblasti Nizkých a Vysokých Tater, Spišské Magury a Levočského pohoří za rok 1955—57. *Geofond Geol. Ústavu D. Štúra*, Bratislava.
10. Džułyński S. & Ślaczka A. (1959), Sedymentacja i wskaźniki kierunkowe transportu w warstwach krośnieńskich (Directional structures and sedimentation of the Krosno beds, Carpathian Flysch), *Rocz. Pol. Tow. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.)* 28, Kraków.
11. Džułyński S., Książkiewicz M., Kuenen Ph. H. (1959), Turbidites in the Polish Carpathian Mountains, *Bull. Geol. Soc. Amer.* 70, New York.
12. Gołąb J. (1950), Konferencja w sprawie regionu podhalańskiego, *Wiad. Muzeum Ziemi* 5, Warszawa.

13. Gołąb J. (1954), Rockslides and flows and their meaning for the tectonic of the Flysch of Podhale, *Bull. Soc. Sci. Letr. Łódź*, 5, Łódź.
14. Gołąb J. (1959), Zarys stosunków geologicznych fliszu zachodniego Podhala, (On the geology of the western Podhale Flysch Area), *Biul. I. G.* 149, Warszawa.
15. Grzybek K. & Halicki B. (1958), Osuwiska podmorskie we fliszu podhalańskim, (Submarine slides in the Podhale Flysch, Carpathians) *Acta Geol. Pol.* 8, Warszawa.
16. Kantorová V. (1954), Mikropaleontologický výskum podtatranského flyša. *Geol. Práce, Zpravy* 1, Bratislava.
17. Kuźniar W. (1907), Eocen tatrzański, *Spraw. Kom. Fizjogr. PAU* 42, Kraków.
18. Kuźniar W. (1909), Eocen Tatr i Podhala I (Das Eozän der Tatra und des Podhale), *ibid.* 44.
19. Kuźniar W. (1910), Próba tektoniki fliszu na północ od Tatr (Versuch einer Tektonik des Flysches nördlich von der Tatra), *Bull. Acad. Pol. Cracovie sér. A.* Kraków.
20. Leško B. (1957), Geológia a geomorfológia územia severne od Prešova (Geologie und Geomorphologie des nördlich von Prešov liegenden Gebietes [Ost-slowakei]), *Geolog. Pr.* 47, Bratislava.
21. Leško B. (1958), Prehľad geológie paleogénu južnej časti Levočského pohoria a prilahlých kotlín. *Geol. Pr., Zpravy* 12, Bratislava.
22. Marschalko R. (1958), Predbežna zpráva o litologickom výskume flyša Centrálnych Karpát v južnej časti Levočského pohoria a prilahlých oblastiach Braniska. *Geofond. Geol. Ústavu D. Štura*, Bratislava.
23. Marschalko R. & Samuel O. (1959), Predbežna zpráva o nálezoch oligocénu v paleogéne Centrálnych Karpát. *Geol. Pr., Zpravy* (w druku, in print), Bratislava.
24. Matějka A. (1927), Geologické studie z okolí Ružomberka na Slovensku (Explorations géologiques dans les environs de Ružomberok en Slovaquie), *Sborn. Stát. Geol. Úst.* 7, Praha.
25. Nowak J. (1927), *Tektonika Polski*, Kraków.
26. Passendorfer E. (1951), Z zagadnień transgresji eocenu w Tatrach (Sur les problèmes de la transgression éocène dans la Tatra), *Rocz. Pol. Tow. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.)* 10, Kraków.

OBJAŚNIENIE TABLICY XXXI  
EXPLANATION OF PLATE XXXI

Mapa kierunków struktur prądowych we fliszu centralnych Karpat: 1 — hieroglify prądowe, kilka do kilkunastu pomiarów; 2 — hieroglify prądowe, pojedyncze pomiary; 3 — warstwowanie przekątne, kilka do kilkunastu pomiarów; 4 — warstwowanie przekątne, pojedyncze pomiary; 5 — hieroglify wleczeniowe, kilka do kilkunastu pomiarów; 6 — hieroglify wleczeniowe, pojedyncze pomiary; 7 — główne kierunki transportu materiału. a) Orientacyjna mapka regionów geograficznych omawianego obszaru, b) mapka głównych kierunków transportu materiału w czasie sedymentacji wyższych ogniów fliszu centralnych Karpat.

Map of directional current structures in the Flysch Basin of Central Carpathians: 1 — flute casts, several measurements; 2 — flute casts, single measurements; 3 — current bedding, several measurements; 4 — current bedding, single measurements; 5 — drag casts, several measurements; 6 — drag casts, single measurements; 7 — principal directions of transport. a) Index map of regions of the central part of the Central Carpathians. b) Map of principal directions of transport during the sedimentation of the upper members of the Central Flysch. Directions norths of the Central Flysch Basin after Dżułyński, Książkiewicz, Kuenen (1959).

