

OSADY TURBULENTNYCH SPŁYWÓW KOHEZYJNYCH  
W WARSTWACH MENILITOWYCH PŁASZCZOWINY SKOLSKIEJ  
(KARPATY FLISZOWE)

UKD 551.78.02(438 – 924.51)

Już od dawna wiadomo, że procesy transportu grawitacyjnego mogą ulegać przekształceniom wraz z czasem ich trwania (16, 2). Ogólnie przekształcenie takie polega na zmianie własności reologicznych przemieszczanych mas – od sztywnych poprzez plastyczne do płynnych. Nie bardzo wiadomo jednak jaki jest pełny zakres tych przekształceń i ich tempo. Badając osady, które były transportowane grawitacyjnie powinniśmy zawsze uwzględniać możliwość depozycji z przemieszczenia o charakterze pośrednim pomiędzy ogólnie uznawanymi, głównymi sposobami transportu. Spływy kohezyjne (ang. debris flows, cohesive flows), które w czystej postaci są spływami o wysokiej koncentracji cząstek osadowych a przy tym powszechnie uważane są za spływy laminarne (v. 3, 5, 14), mogą również przekształcać się z czasem w spływy o mniejszej koncentracji a w końcu w spływy zawieszinowe. Przekształcanie to wiąże się z pojawianiem się turbulencji (10). Warunki tworzenia się turbulentnych spływów kohezyjnych zostały opisane przez G.V. Middletona i J.B. Southarda (11) oraz P. Enosa (2).

G.V. Middleton i J.B. Southard (11), analizując własności reologiczne oraz uwarunkowania ruchu subaeral-

nych spływów kohezyjnych, których wytrzymałość na ściskanie jest rzędu  $10^3 - 10^4$  dyn/cm<sup>2</sup>, wykazali że ruchem turbulentnym mogą przemieszczać się spływy o miąższości powyżej 1,5 m, na stokach o nachyleniu 0,05. W warunkach podwodnych, przy podobnej gęstości spływu i przy podobnym nachyleniu stoku turbulencja może pojawić się w spływach o nieco większej miąższości niż 1,5 m. Powyższym, Middleton i Southard (11) wykazali, że podwodne spływy kohezyjne o gęstości równej tej ze spływów subaeralnych i o miąższości poniżej 1,5 m będą przemieszczały się ruchem laminarnym. Jednakże, jednocześnie z powyższym stwierdzeniem, badacze ci, powołując się na dociekania M.A. Hamptona (3), zwrócili uwagę na możliwość istnienia w warunkach podwodnych spływów kohezyjnych o znacznie mniejszej gęstości niż spływy analizowane w warunkach subaeralnych. Spływy takie znacznie szybciej niż spływy wspomniane wyżej mogą osiągać prędkości progowe ruchu turbulentnego. Na istnienie takich spływów zwrócił uwagę również P. Enos (2). D.R. Lowe (8), a ostatnio również G. Postma (13), analizując spływy grawitacyjne osadu, uwzględnili turbulentne spływy ko-

hezyjne jako specjalny rodzaj spływów. Postma (13) wydzielił nawet dwa odrębne rodzaje takich spływów: turbulentne spływy kohezyjne o niskiej gęstości oraz turbulentne spływy kohezyjne o wysokiej gęstości. Zarówno Postma (13) jak i Lowe (8) podkreślają, że turbulentne spływy kohezyjne nie deponują, lecz tylko transportują, natomiast depozycja z takich spływów zachodzi dopiero po ich przejściu w spływy laminarne.

Według Lowego (8) ławica osadu zdeponowanego z turbulentnego spływu kohezyjnego cechuje się obecnością bazalnej warstwy piaszkowej, w której może zaznaczać się normalne uziarnienie frakcjonalne, powstałe w efekcie depozycji suspensyjnej. Nad taką warstwą ma leżeć warstwa osadu o wykształceniu chaotycznym, powstała w efekcie „zamrożenia” pozostałej, nie rozsegregowanej części spływu. Postma (13), wydzielał dwa rodzaje turbulentnych spływów kohezyjnych, sugeruje, że osady spływów o niskiej gęstości mają wykształcenie podobne do sekwencji Boumy, z tym, że w górnej części ławicy będzie występował interwał masywny, mieszaniny piasku bardzo drobnoziarnistego, pyłu i łu, a w stropie może zaznaczać się laminowany osad, przekładających się lamin pyłowych i łu. Nie charakteryzuje on jednak osadów turbulentnych spływów kohezyjnych o wysokiej gęstości, podając jedynie, że powinny one ujawniać wielkoskalowe „eddy structures”, tj. struktury „wirowe”, jako efekt turbulencji.

Do tej pory brakuje opisów utworów, które odpowiadałyby tak charakteryzowanym. Według Lowego (8) osady, które mogą być interpretowane jako osady turbulentnych spływów kohezyjnych zostały dotychczas rozpoznane przez niego w utworach prekambryjnych Appalachu, a mogą nimi być również utwory opisane przez R. Marchalko (9) oraz R.D. Winna i R.H. Dotta (17). Ostatnio utwory takie opisali W. Nemeš i R.J. Steel (12). Podczas badań rekonesansowych warstw menilitowych (oligocen) w płaszczynie skolskiej zauważono, że częstym typem utworów, szczególnie w południowo-wschodniej części tej płaszczyny (ryc. 1), są utwory o wykształceniu chaotycznym, z których część jest podobna do scharakteryzowanych wyżej utworów turbulentnych spływów kohezyjnych.

### CHARAKTERYSTYKA UTWORÓW CHAOTYCZNYCH Z WARSTW MENILITOWYCH PŁASZCZOWINY SKOLSKIEJ

Seria menilitowa fliszu karpackiego cechuje się najbogatszym zestawem skał spośród wszystkich serii tego obszaru. Szczególnie urozmaicona jest ona przy tym w płaszczynie skolskiej (6). Najbardziej charakterystycz-



Ryc. 1. Lokalizacja badanych profili (oznaczone krzyżykami)

1 – profil z ryc. 4, 2 – profil z ryc. 5

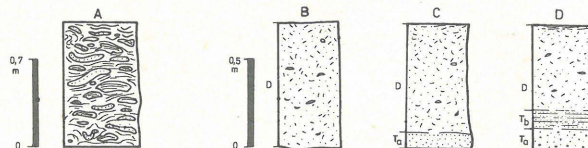
Fig. 1. Locations of examined profiles (marked with crosses)

1 – the profile from Fig. 4, 2 – the profile from Fig. 5

nymi skałami tej serii są czarne i brunatne łupki mułowe i łuowe – często krzemionkowe oraz rogowce. W płaszczynie skolskiej w serii tej bardzo duży udział mają również piaskowce, ponadto często spotykanymi utworami są też utwory o wykształceniu chaotycznym. Część tych utworów zbudowana jest z porożrywanych w różnym stopniu i poprzemieszczanych względem siebie, a także plastycznie zdeformowanych, pakietów łupkowych i fragmentów cienkich ławic piaszkowych (ryc. 2A). Utwory te mają miąższość od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów. Podobne utwory zostały opisane z wielu serii fliszu karpackiego (7).

Utwory chaotyczne drugiej grupy pod względem teksturowym odpowiadają piaskowcom, mułowcom piaszczystym i mułowcom. Ich wykształcenie i sposób występowania są dość osobliwe i im poświęcona jest niniejsza praca.

Piaskowce chaotyczne (ryc. 2B–D) są głównie średnio i gruboziarnistymi piaskowcami kwarcowymi, bogatymi w mułową matriks. Licznie występują w nich płatki łupków szarych i seledynowoszarych. Większość piaskowców ma barwę brunatną i przepelniona jest detrytusem roślinnym w różnym stopniu uwęglonym. Piaskowce nie zawierające detrytusu roślin mają barwę szarą. Nieraz liczne są w nich również drobne bioklasty (fragmenty muszli mięczaków) w różnym stopniu zwietrzałe. Z różnym zagęszczeniem w piaskowcach chaotycznych występują większe, kilku- kilkunastocentymetrowe klasty łupków seledynowych, ciemnoszarych piaskowców drobnoziarnistych oraz klasty węgla błyszczących o wielkości do 1 cm. Klasty są liczniejsze w piaskowcach chaotycznych brunatnych i są one rozmieszczone chaotycznie w masie piaskowca. Piaskowce o wykształceniu chaotycznym są słabo zwięzłe. Wietrzeją w charakterystyczny sposób – dają łuszczące się, bardzo nieregularne powierzchnie. Przy kruszeniu rozpadają się na bardzo nieregularne okruchy. Piaskowce te tworzą ławice samodzielne (ryc. 2B) lub też podścielone są warstwą piaskowca ubogiego w matriks (ryc. 2C; ryc. 4,

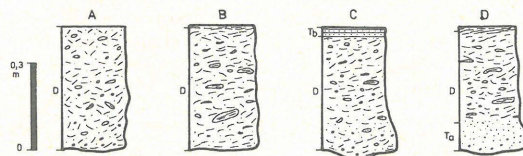


Ryc. 2. Modele ławic utworów chaotycznych

A – utwory osuwiskowe, B–D – piaskowce chaotyczne. Symbole literowe przy modelach ławic oznaczają: D – utwór chaotyczny, osad spływu kohezyjnego;  $T_a$ ,  $T_b$  – osad ubogi w matriks, odpowiadający wskazanym interwałom turbidytowym. Inne objaśnienia w tekście

Fig. 2. Models of chaotic rock beds

A – rock slide material, B–D – chaotic sandstones. The letters in the models designated: D – chaotic rock, cohesion flow-origin deposit,  $T_a$ ,  $T_b$  – deposits poor in matrix, corresponding with indicated turbidity intervals. Other explanations in the text



Ryc. 3. Modele ławic mułowców chaotycznych

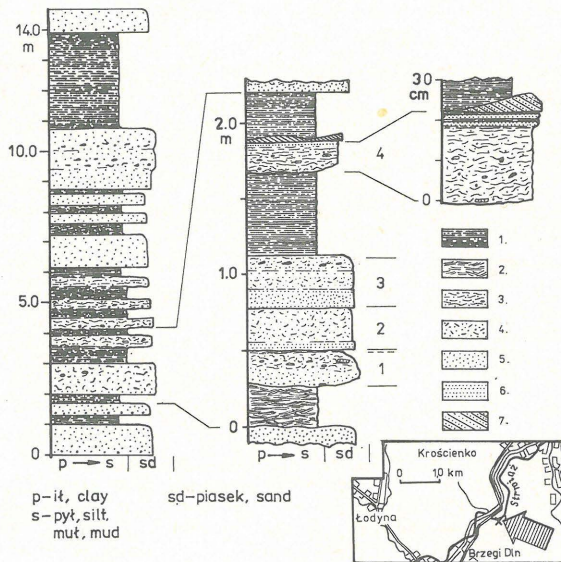
Objaśnienia przy ryc. 2 oraz w tekście

Fig. 3. Models of chaotic mudstone beds

Explanations given as in Fig. 2 and in the text

ławica 2 i 3; ryc. 5, ławica 1 i 4). W niektórych ławicach, w ich górnej części zaznacza się wzrost udziału detrytus roślinnego, frakcji mułowych a także ciemnienie (brunatnienie) barwy. Piaskowce podścielające warstwy piaskowców chaotycznych tworzą regularne warstwy o miąższości od około 1 cm do kilkudziesięciu centymetrów. Na ich spągach występują hieroglify prądowe. Warstwy te wyróżniają się większą zwięzłością, mniejszą zawartością frakcji drobnych (pyłowych i ilowych) a także brakiem płatków i klastów łupkowych. Piaskowce w tych warstwach są najczęściej bezstrukturalne, nieraz wykazują normalne uziarnienie frakcjonalne a rzadziej laminację (poziomą i faliastą – ryc. 2D).

Mułowce chaotyczne cechują się brunatną barwą. Ich tło stanowi materiał mułowy z różną zawartością ziarn kwarcu o wielkościach do 2 mm oraz detrytus roślinny, uwęglonego w różnym stopniu. Na ogół utwory te wydają się być przepełnione detrytusem roślinnym. On to nadaje im charakterystyczną, brunatną barwę. Pojedynczo w masie takiej rozmieszczone są klasty łupków czarnych i zielonych, okruchy węgla błyszczącego, nieraz również okruchy muszli mięczaków i plech glonów koralinowych. Klasty łupkowe mają rozmiary od kilku milimetrów do kilku centymetrów, rzadziej występują klasty większe. Okruchy węgla są mniejsze i na ogół wielkości ich nie przekraczają 3 centymetrów. Klasty rozmieszczone są chaotycznie, jakkolwiek klasty o kształtach płasko wydłużonych układają się powierzchniami AB mniej więcej poziomo.



Ryc. 4. Położenie utworów chaotycznych w profilu południowo-zachodniego skrzydła antykliny Kiczery (około 260 m ponad rogowcami) oraz lokalizacja profilu

1 – łupki mułowe (ilowe) o oddzielności regularnej, 2 – łupki mułowe o oddzielności chaotycznej, 3 – mułowce chaotyczne, 4 – piaskowce chaotyczne (bogate w matriks), 5 – piaskowce jednorodne (ubogie w matriks), 6 – piaskowce laminowane poziomo, 7 – piaskowce laminowane przekątnie w małej skali. Cyfry przy ławicach oznaczają ławice utworów chaotycznych, na które powołano się w tekście

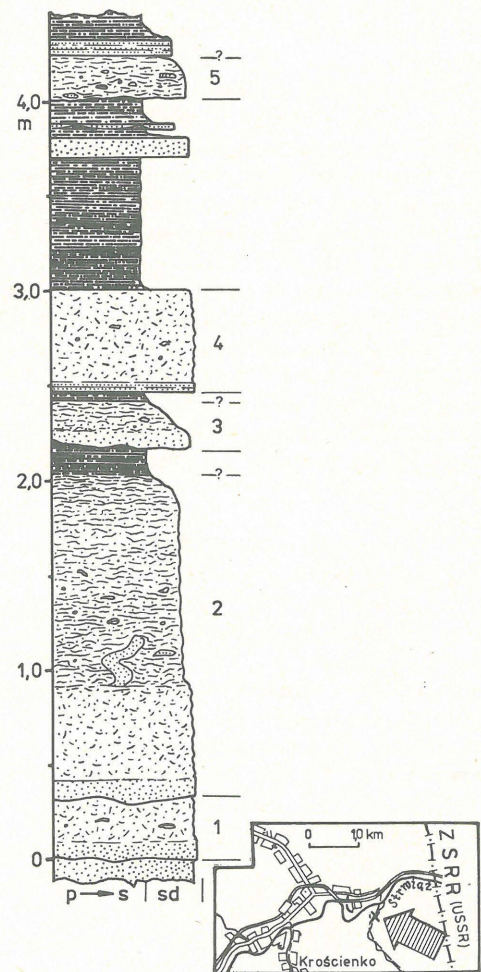
Fig. 4. A position of chaotic rocks in a profile of the SW limb of the Kiczera Anticline (about 260 m above hornstone bed) and a location of the profile

1 – mud (clay) schales with regular parting, 2 – mud schales with chaotic parting, 3 – chaotic mudstones, 4 – chaotic sandstones (rich in matrix), 5 – homogenous sandstones (poor in matrix), 6 – horizontally laminated sandstones, 7 – diagonally laminated sandstones, in a small scale. Figures in the beds designate the chaotic rock beds quoted in the text

Utwory te podobnie jak piaskowce chaotyczne są słabo zwięzłe i kruszą się podobnie. Spoiwo ich jest ilaste lub margliste. Miąższości warstw mułowców chaotycznych mieszczą się zasadniczo w przedziale 25–50 cm; rzadko pojawiają się warstwy grubsze (ryc. 5, ławica 2). Utwory te występują w otoczeniu łupków mułowych lub też przynajmniej z jednej strony kontaktują z warstwą piaskowca. Spotykano je w profilach o przewadze łupków, z piaskowcami cienko- i średnioławicowymi. W wielu przypadkach ławice tych utworów mają soczewkowy charakter i znikają na odcinku kilku metrów (najlepiej widać to w skarpię po zachodniej stronie Sanu, pomiędzy Łodzią i Dobrą).

Wydzielono 4 rodzaje mułowców chaotycznych, różniące się wykształceniem w profilu pionowym warstwy (ryc. 3):

- A – Mułowce chaotyczne występujące samodzielnie, w warstwach ograniczonych ostrymi powierzchniami od dołu i od góry, nie wykazujące wyraźnego zróżnicowania w rozmieszczeniu klastów w profilu pionowym.
- B – Mułowce chaotyczne występujące samodzielnie, w warstwach ograniczonych ostrymi powierzchniami,



Ryc. 5. Położenie utworów chaotycznych w profilu południowo-zachodniego skrzydła antykliny Jureczkowej (ok. 80 m ponad rogowcami) oraz lokalizacja profilu

Objaśnienia przy ryc. 4

Fig. 5. A position of chaotic rocks in a profile of the SW limb of the Jureczków Anticline (about 80 m above hornstone bed) and a location of the profile

Explanations as given in Fig. 4

z kilkumilimetrową do kilkucentymetrowej (?) warstwą łupka mułowo-iłowego o oddzielności równoległej do stropu, pozbawioną grubszego materiału (ryc. 4, ławica 4).

C – Mułowce chaotyczne występujące w warstwach ograniczonych ostro od dołu. W stropie z interwałem piaszczystym, laminowanym poziomo, przechodzącym ku górze w łupkę o oddzielności poziomej. Utwór taki obserwowano tylko w jednej ławicy (ryc. 4, ławica 4).

D – Mułowce chaotyczne występujące w warstwach ograniczonych ostro od góry, z cienkim interwałem łupka pozbawionego klastów, ku dołowi przechodzące w piaskowiec o uziarnieniu jednorodnym lub frakcjonowanym normalnie (ryc. 4, ławica 1; ryc. 5, ławice 2 i 3).

Mułowce chaotyczne są podobne do „disorganized turbidites” to jest do turbidytów nieuporządkowanych Stowa i Pipera (15), szczególnie te z rodzaju A i B, pozbawione większych klastów, z chaotycznie, luźno rozmieszczonymi ziarnami kwarcu i drobnymi bioklastami.

#### UWAGI O GENEZIE UTWORÓW CHAOTYCZNYCH

Przedstawione zróżnicowanie strukturowo-teksturowe utworów chaotycznych w serii menilitowej płaszczowiny skolskiej jest interpretowane różnicami w sposobie transportu. Utwory pierwszej grupy (ryc. 2A) mają cechy wskazujące na transport w masie o własnościach plastycznych. Porozrywanie ławic, przemieszczanie ich fragmentów oraz deformacje plastyczne świadczą o osuwiskowym sposobie przemieszczania (1).

Utwory drugiej grupy mają cechy wskazujące na transport w masie o własnościach bliższych płynom (brak deformacji plastycznych, daleko posunięta homogenizacja osadu). Utwory te musiały być deponowane ze spływów. Duży udział materiału drobnoziarnistego (mułowego) wskazuje na transport w spływach kohezyjnych (8, 12). Spływy te były zróżnicowane pod względem niesionego materiału oraz sposobu poruszania się i depozycji. Część spływów nie sortowała niesionego materiału, czyli musiały mieć większą koncentrację, część zaś umożliwiała wypadanie ziarn kwarcowych, czyli musiały mieć koncentrację niższą. Zarówno piaskowce jak i mułowce chaotyczne, tworzące samodzielnie warstwy, ograniczone ostrymi powierzchniami (ryc. 2B; 3A), musiały być deponowane ze spływów o wyższej koncentracji materiału osadowego, nie rozcieńczanych, a zatem poruszających się prawdopodobnie wolno, ruchem laminarnym lub quasi-laminarnym.

Utwory chaotyczne mające w stropie interwał łupkowy, pozbawiony materiału gruboziarnistego (ryc. 3B) musiały być deponowane ze spływów rozcieńczanych od góry (v. 10), a zatem w spływach o (?) słabej turbulencji, umożliwiającej mieszanie górnych części spływu z otaczającą wodą i wytwarzanie nad nim rozrzedzonego prądu zawiesinowego (por. 10, str. 214).

Utwory chaotyczne z laminami piaszczystymi i mułowymi w stropie (ryc. 3C) mają prawdopodobnie genezę podobną, czyli były deponowane ze spływów o słabej turbulencji, rozcieńczanych od góry, nad którymi rozwijały się prądy zawiesinowe o małej koncentracji materiału osadowego (por. 18 – surficially fluidized slump sheet). Efektem depozycji z rozrzedzonej zawiesiny jest osad laminowany w stropie warstwy mułowca chaotycznego.

Utwory chaotyczne podścielone warstwą piaskowca

ubogiego w materiał mułowy (ryc. 2C, D: 3D) deponowane były ze spływów kohezyjnych umożliwiających sortowanie, a nawet oddzielanie się części materiału. Oddzielał się materiał o największym ciężarze właściwym, a zarazem o najmniejszej płynności; w tym przypadku były to ziarna i granule kwarcu. Oddzielanie się najcięższych ziaren wskazuje na rozcieńczanie całej masy spływu, to zaś może być efektem wzrostu turbulencji spływu (por. 10). Przy czym, według Lowego (8), sam wzrost turbulencji spływu ma podwyższać jego nośność i dopiero przy zaniku turbulencji zachodzi oddzielanie się największych ziaren, o największym ciężarze właściwym. W efekcie powstaje ławica z warstwą osadu chaotycznego u góry i warstwą piaskowca ubogiego w materiał mułowy u dołu (ryc. 3D). Przechodzenie piaskowca w utwór chaotyczny, bez ostrej granicy pomiędzy obiema warstwami, wskazuje na depozycję całości materiału z zawiesiny, bez wyraźnej przerwy czasowej. Drugi rodzaj tych utworów, w którym utwory chaotyczne podścielone są piaskowcem zubożonym w materiał mułowy, oddzielonym ostro od utworu chaotycznego (ryc. 2C, D), był deponowany z podobnych spływów, lecz w dwóch fazach, oddzielonych pewną przerwą czasową. W pierwszej fazie deponowany był materiał odsegregowany ze spływu, w drugiej materiał pozostały. Ostra granica pomiędzy osadami obu etapów ma charakter powierzchni ścinania i świadczy o przemieszczaniu się spływu nad osadem zdeponowanym w pierwszej fazie. W pierwszej fazie depozycja polegała na masowym wypadaniu z zawiesiny (ryc. 2C) lub podobnie jak przy depozycji z prądu zawiesinowego, depozycja była rozpoczynana masowym wypadaniem ziaren, bez wleczenia po dnie ( $T_a$ ), następnie zwalniała, ziarna wypadały wolniej i przed zatrzymaniem odbywały transport po dnie, zazwyczaj płaskim ( $T_b$ ) (ryc. 2D). Według poglądów Postmy (13) utwory o takim wykształceniu należy wiązać ze spływami kohezyjnymi o niskiej koncentracji.

Niewielkie miąższości utworów chaotycznych, szczególnie zaś mułowców chaotycznych, a także niewielkie rozprzestrzenienie ich ławic, sugerują transport tworzącego je materiału ziarnistego w spływach o niewielkich rozmiarach. Pojawienie się turbulencji w takich spływach ułatwiała zapewne duża ilość sieczki roślinnej. Możliwe, że procesy te generowane były eksplozywnym wydostawaniem się gazu z głębiej pogrzebanych osadów (inf. ustna G. Haczewskiego). Seria menilitowa jest powszechnie uważana za główne źródło węglowodorów w Karpatach. Jednocześnie w serii tej, oprócz opisywanych tu utworów, występują również wyjątkowo często żyły klastyczne powstałe w efekcie spontanicznego upłynniania osadu, dodatkowo uzasadniające wiązanie genezy tych zjawisk z migracją w tych utworach gazów i ich eksplozywnym uwalnianiem.

Stow i Piper (15) przy opisie „turbidytów nieuporządkowanych”, podobnych do mułowców chaotycznych, przytaczają poglądy wiążące te utwory z depozycją z normalnych prądów zawiesinowych, piętrzonych w małych basenach, z prądów przelewających się poza wały otaczające kanały podwodne oraz z niedojrzałymi prądami zawiesinowymi, w których nie doszło jeszcze do pełnego rozsegregowania materiału. Sugestie te są ogólnikowe i trudne wydaje się nawiązywanie do nich. Ostatnia wydaje się być zbieżna z interpretacją przyjętą w tej pracy.

#### PODSUMOWANIE

Utwory chaotyczne opisane w artykule reprezentują dwa różne rodzaje genetyczne. Część to utwory osuwisko-

we, o typie znanym z innych serii fliszowych, część zaś to utwory spływów kohezyjnych. Utwory spływów kohezyjnych cechują się dużym zróżnicowaniem teksturowym i strukturalnym. Pod względem teksturowym utwory te podzielono na piaskowce i mułowce. Pod względem struktur podzielono je na utwory chaotyczne tworzące samodzielne ławice o jednorodnym wykształceniu; tworzące samodzielne ławice z warstwą łupka w stropie lub/i z warstwą piaskowca laminowanego poziomo przechodzącego w łupkę; tworzące ławice w połączeniu z piaskowcem występującym u dołu, bezstrukturalnym lub laminowanym poziomo, a nawet faliście.

Utwory chaotyczne, zarówno piaskowce jak i mułowce, tworzące samodzielne ławice ograniczone ostrymi powierzchniami interpretowane są jako osady spływów kohezyjnych laminarnych lub quasilaminarnych. Utwory chaotyczne z warstwą łupka, a także z warstwą piaskowca przechodzącego w łupkę, w stropie, interpretowane są jako osady spływów kohezyjnych o słabej turbulencji, rozciągniętych od góry. Utwory chaotyczne występujące w połączeniu z warstwą piaskowca u dołu interpretowane są jako osady turbulentnych spływów kohezyjnych, to jest spływów kohezyjnych przekształcających się w spływy zawieszinowe.

Nie rozwiązane pozostaje zagadnienie sposobu uruchamiania tych spływów. Przypuszcza się, że mogły one być zapoczątkowywane eksplozywnym wydostawaniem się gazu z osadów leżących głębiej.

#### LITERATURA

1. Allen J.R.L. — Sedimentary structures: their character and physical basis. *Developments in Sedimentology*. 30A, Elsevier, Amsterdam 1982.
2. Enos P. — Flow regimes in debris flow. *Sedimentology* 1977 vol. 24.
3. Hampton M.A. — The role of subaqueous debris flow in generating turbidity currents. *J. Sedim. Petrol.* 1972 vol. 42.
4. Hampton M.A. — Competence of fine-grained debris flows. *J. Sedim. Petrol.* 1975 vol. 45.
5. Johnson A.M. — Physical processes in geology. Freeman, San Francisco 1970.
6. Kotlearczyk J. — Geotraverse Kraków—Baranów—Rzeszów—Przemysł—Ustrzyki Dolne—Komańcza—Dukla. *Carpatho-Balkan Geol. Assoc. XIII Congress, Cracow, Guide to Excursion 4, Geological Institute 1985.*
7. Książkiewicz M. — Submarine slumping in Carpathian flysch. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 1958 t. 28.
8. Lowe D.R. — Sediment gravity flows: II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. *J. Sedim. Petrol.* 1982 vol. 52.
9. Marschalko R. — The origin of disturbed structures in Carpathian turbidites. *Sed. Geol.* 1970 vol. 4.
10. Middleton G.V., Hampton M.A. — Sediment gravity flows: mechanics of flow and deposition. [In:] D.J. Stanley, D.J.P. Swift (eds): *Marine Sediment Transport and Environmental Management* 1976. Wiley. New York.
11. Middleton G.V., Southard J.B. — Mechanics of sediment movement. *Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Short Course* 1978 nr 3, Tulsa.
12. Nemeč W., Steel R.J. — Alluvial and coastal conglomerates: their significant features and some comments on gravelly mass-flow deposits. [In:]

Kostler E.H. and Steel R.J. (eds.) *Sedimentology of Gravels and Conglomerates*. Can. Soc. of Petr. Geol., Memoir 1984 nr 10.

13. Postma G. — Classification for sediment gravity-flow deposits based on flow conditions during sedimentation. *Geology* 1986 vol. 14.
15. Stow D.A.V., Piper D.J.W. — Deep-water fine-grained sediments: facies models. [In:] D.A.V. Stow, D.J.W. Piper (eds.) *Fine-grained Sediments: Deep-Water Processes and Facies*. Spec. Pub. Geol. Lond. 1984 vol. 15.
16. Van der Knaap W., Eijpe R. — Some experiments on the genesis of turbidity currents. *Sedimentology* 1968 vol. 11.
17. Winn R.D., Dott R.H., Jr. — Large-scale traction-produced structures in deep-water fan-channel conglomerates in southern Chile. *Geology* 1977 vol. 5.
18. Wojewoda J., Śliwiński W., Aleksandrowski P. — Permian red beds and Upper Cretaceous shelf sandstones in the Intrasudetic Basin (SW Poland). [In:] Teisseyre A.K. (ed.) *I.A.S. 7th European Regional Meeting Excursion Guidebook Kraków 1986*. Ossolineum.

#### SUMMARY

The paper presents the rocks with chaotic texture occurring in the Oligocene series of black and brown mud and clay shales, bedded with fine- and medium-grained sandstones occurring in thin and very thick beds (deposits of gravitation flow) with hornstone marl, tuffite and diatomite inserts.

Three main groups of chaotic rocks were distinguished.

1. Rocks built of disrupted, displaced mutually and plastically deformed fragments of riders of shales and thin-bedded sandstone beds (Fig. 2A).

2. Chaotic sandstones (Fig. 2B—D) i.e. quartz sandstones rich in mud matrix with numerous mud flakes, vegetable detritus and sometimes with small bioclasts. Anywhere from ten to twenty centimeters clasts of shales, fine-grained sandstones and small clasts of coal also occur here with various frequency. Chaotic sandstones occur in individual beds (Fig. 2B) or along with sandstones poor in matrix, with no clasts, non-textured (Fig. 2C, Fig. 4, beds 2 and 3, Fig. 5 beds 1 and 2) or horizontally laminated beds (Fig. 2D, Fig. 5, bed 4). Chaotic sandstones beds occur in layers of several tens centimeters thick, rarely more.

3. Chaotic mudstones i.e. mudstones where quartz grains of 2 mm in diameter and bioclasts are disposed chaotically. Clasts of shales, sandstones and of coal occur individually. Mudstones are packfull with plant detritus. Thickness of chaotic mudstones is in the range of 25—50 cm. Chaotic mudstones form independent beds (Fig. 3A) with sometimes schists with large particles (Fig. 3B, Fig. 5, bed 5) in the roof or even vertically laminated sandstones passing in the upper part into shales (Fig. 3C, Fig. 4, bed 4). A portion of chaotic mudstones form beds with a sandstone layer in the lower part (Fig. 3D, Fig. 4, bed 1, Fig. 5, beds 2 and 3).

Rocks of the first group are thought to be built of a scree material, while rocks of groups 2 and 3 — cohesion flow-origin deposits. In the roof chaotic sandstones and mudstones consist of a bed of shales devoid of coarse fractions and sandstone laminae deposited from the flows diluted from above, probably from a weak turbulence

flow, above which the diluted suspension currents developed. Chaotic sandstones and mudstones passing downward into sandstones poor in matrix were deposited from flows that enabled segregation i.e from a strong-turbulence flow. These flows were intermediate between typical cohesion flows and suspension currents.

## РЕЗЮМЕ

Описаны отложения имеющие беспорядочную (хаотическую) структуру, распространенные в олигоценовой серии чёрных и бурых, илистых и глинистых сланцев, переслоенных мелко- и среднезернистыми песчаниками тонко — очень толстослоистыми (отложения гравитационных стоков осадка) с вкладками роговоиков, мергелей, туффитов и диатомитов.

Выделены три главные группы беспорядочных отложений:

1. Отложения состоящие из разорванных, перемещенных и пластически деформированных сланцевых пакетов и тонких песчаниковых пластов (Фиг. 2А).

2. Беспорядочные песчаники (Фиг. 2В—D), т.е. кварцевые песчаники богатые в илистый цемент, с многими илистыми хлопьями, растительным детритом, иногда также с мелкими биокластами. Находятся в них также обломки сланцев и мелкозернистых песчаников величиной с нескольких до более десяти см, а также меньшие обломки угля. Беспорядочные песчаники выступают в форме отдельных пластов (Фиг. 2В), а также вместе с песчаниками содержащими мало цемента, без обломков, безструктурными (Фиг. 2С; Фиг. 4, пласты 2 и 3; Фиг. 5, пласты 1 и 2) или горизонтально ламинированными (Фиг. 2D; Фиг. 5, пласт 4). Мощность

пластов беспорядочных песчаников равняется несколько десятков см, редко больше.

3. Беспорядочные алевролиты, т.е. такие алевролиты, в которых беспорядочно размещены зерна кварца величиной до 2 мм, а также биокласты. Находятся в них также единичные обломки сланцев, песчаников и угля. Алевролиты содержат большое количество растительного детрита. Мощность пластов беспорядочных алевролитов равняется 25—50 см. Беспорядочные алевролиты образуют отдельные пласты (Фиг. 3А), в их кровле иногда находится сланец не содержащий больших частиц (Фиг. 3В; Фиг. 5, пласт 5), а даже горизонтально ламинированный песчаник, который кверху переходит в сланец (Фиг. 3С; Фиг. 4, пласт 4). Часть беспорядочных алевролитов образует пласты вместе со слоем песчаника, находящимся в нижней части такого пласта (Фиг. 3; Фиг. 4, пласт 1; Фиг. 5, пласты 2 и 3).

Отложения первой группы имеют оползневой характер, зато отложения групп 2 и 3, это осадки когезионных стоков. Песчаники и беспорядочные алевролиты образующие отдельные пласты интерпретируют как осадки ламинарных и квазиламинарных когезионных стоков. Песчаники и беспорядочные алевролиты, содержащие в кровли слой сланца без крупных фракций, а также ламины песчаника, осаждались со стоков разбавленных сверху, вероятно со стоков имеющих слабую турбулентность, над которыми образовались разреженные взвешенные течения.

Беспорядочные песчаники и алевролиты, переходящие к низу в песчаники содержащие мало цемента, осаждались со стоков делающих возможной сегрегацию, т.е. со стоков с более сильной турбулентностью, охватывающей весь сток. Эти стоки отличались характером промежуточным между когезионными стоками и взвешенными течениями.