

ANDRZEJ RADWAŃSKI

## Osuwiska podmorskie w malmie i senonie mezozoicznego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich

**STRESZCZENIE:** Jurajskie podmorskie osuwiska występują w górnym astarcie okolic Małogoszcza i okolic Sobkowa oraz w dolnym kimerydzie okolic Przedborza. Są to sfałdowania warstw oraz utwory lawinowe, wśród których wyróżnić można różnego rodzaju toczące. Senońskie zaburzenie osadów zachowane w postaci brekcji osuwiskowej występuje w opoce dolnego antonu okolic Sulejowa nad Wisłą. Przyczyną osuwisk były przypuszczalnie wstrząsy sejsmiczne lub zmiany ukształtowania dna epikontynentalnego zbiornika leżącego na peryferiach dzisiejszych Gór Świętokrzyskich. Procesy te związane były najpierw z młodokimeryjskimi, a potem z subhercyńskimi ruchami tektonicznymi.

### WSTĘP

Podmorskimi osuwiskami w malmie obrzeżenia Gór Świętokrzyskich zainteresowałem się w lecie 1959 roku. Utwory takie znalazłem na Skórkowskiej Górze koło Małogoszcza oraz w okolicy Sobkowa. W ostatnim miejscu niezależnie obserwacje prowadziła mgr H. Grabowska-Hakenberg w czasie kursu kartowania geologicznego dla studentów Uniwersytetu Warszawskiego, która doszła do podobnych wniosków odnoszących się do wykształcenia i genezy tamtejszych struktur.

Poza tym na jesieni ubiegłego roku zapoznałem się w terenie z synsedymmentacyjnymi zaburzeniami osadów w okolicy Przedborza, które zostały znalezione przez magistranta Zakładu Geologii Dynamicznej A. Wierzbowskiego i będą w przyszłości przez niego dokładniej opracowane. Uprzejmości kol. Wierzbowskiego zawdzięczam możliwość częściowego wykorzystania tutaj zebranych obserwacji.

Prócz osuwisk jurajskich zająłem się również strukturami o analogicznej genezie, które znalazłem w senonie w przełomie Wisły w lecie 1958 roku w czasie wspólnej wycieczki z mgr. M. Jamiolkowskim.

Prace kameralne wykonałem na jesieni i w zimie 1959 r. w Zakładzie Geologii Dynamicznej U.W. pod kierunkiem prof. dr. E. Passendorfera, któremu dziękuję serdecznie za okazaną pomoc i życzliwość w czasie pisania pracy. Jemu, oraz dr. Z. Kotańskiemu i magistrum — W. Barczykowi, J. Kutkowi i P. Roniewiczowi dziękuję także za przedyskutowanie ze mną szeregu zagadnień związanych z przedstawionym poniżej materia-

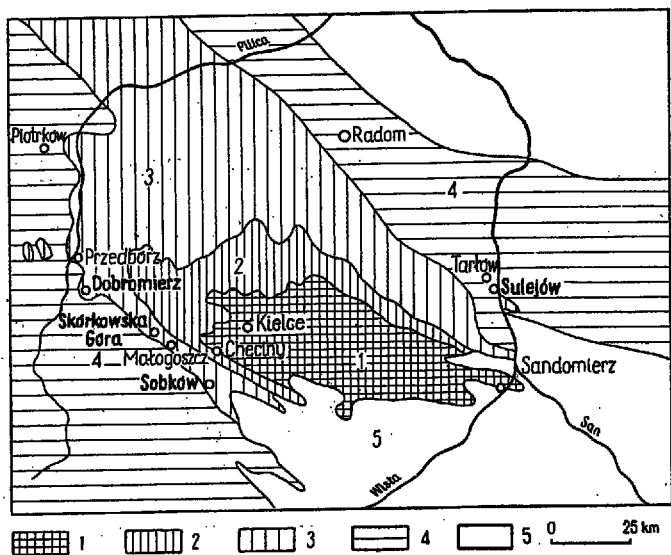


Fig. 1

Lokalizacja odsłoneń ze strukturami osuwiskowymi  
1 utwory paleozoiczne, 2 trias, 3 jura, 4 kreda, 5 trzeciorzęd

Localisation of outcrops with slumped structures  
1 Palaeozoic, 2 Triassic, 3 Jurassic, 4 Cretaceous, 5 Tertiary

łem. Mgr H. Grabowskiej-Hakenberg dziękuję za szczegółową dyskusję dotyczącą struktur z Sobkowa oraz za pomoc w zestawieniu profilu litologicznego widocznego w tamtejszym kamieniołomie.

Lokalizacja wszystkich odsłoneń została przedstawiona na figurze 1 opartej na mapie geologicznej Polski J. Samsonowicza (1952).

#### OSUWISKA GÓRNO-JURAJSKIE

Osuwiska jurajskie występują w marglach i wapieniach malmu pd.-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Malm ten, wykształcony przeważnie jako rozmaite wapienie, już od kilkudziesięciu lat budził zain-

teresowanie wielu badaczy. Tereny, na których znalazłem nie notowane dotąd struktury osuwiskowe, opracowywane były litologicznie i stratygraficznie przede wszystkim przez H. Świdzińskiego (1931, 1932, 1935), a częściowo także pod względem petrograficznym przez C. Peszata i M. Moroz-Kopczyńską (1959).

### *Osuwiska Skórkowskiej Góry koło Małogoszcza*

Fragment profilu ze strukturami osuwiskowymi odsłonięty jest we wschodniej części wielkiego kamieniołomu na Skórkowskiej Górze koło Małogoszcza i należy według H. Świdzińskiego (1932) do wyższego astartu.

#### *Rodzaje struktur osuwiskowych*

Struktury osuwiskowe występują w kilku ławicach margli i jednej wapienia (fig. 2). Ławice osuwiskowe ciągną się wzdłuż całego odsłonięcia (ławice *a* oraz *c* na fig. 2) lub wyklinowują się (ławice *b*). Wyklinowanie zachodzi albo dość nagle, soczewkowato (pl. XI, fig. 2), albo stopniowo, na przestrzeni kilkudziesięciu centymetrów, jednego lub dwóch metrów, przez zanik zaburzeń i przejście w jedną z równolegle leżących ławic; pierwsze formy mają wykształcenie charakterystyczne dla wypełnionych rynien osuwiskowych, drugie zaś — dla czoł lub najbardziej zewnętrznych partii lawin. Duże ławice, o stałym wykształceniu wzdłuż odkrywki należą do jednej z tych dwóch, lecz większych rozmiarów form.

W obrębie ławic osuwiskowych, zwłaszcza tych, które przechodzą w niezaburzone, można śledzić rozmaite stadia osuwania się osadów, odpowiadające w ogólnym zarysie etapom wyróżnionym przez A. Haddinga (1931). Wobec małych rozmiarów osuwisk widać często, jak łączą się one wzajemnie. W innych miejscach z kolei poszczególne formy występują w marglach samodzielnie. Są to kolejno: zmarszczenia i sfalowania warstw (prawa strona fig. 1 pl. XIII), fałdy i przefałdowania (pl. XII) oraz rezultaty porozrywania ławic — różnorodne płytowe (pl. XI, fig. 2), zgięte (pl. XIV, fig. 1) i wreszcie zgniecione lub zwinięte fragmenty czyli toczeńce. Toczeńce są nieregularne (prawa strona fig. 2 pl. XI) lub doskonale wymodelowane i oglądzone (pl. XIII). W rynnach osuwiskowych można spotkać większość wyróżnionych fragmentów, zupełnie wymieszanych z sobą i bezładnie ułożonych (pl. XI, fig. 2).

Jak widać w partiach bardziej wystających ze ściany, tworzące się fałdy są silnie powyginane wzdłuż podłużnej osi, podobnie jak i inne

struktury, które szybko zmieniają wygląd w kierunku poprzecznym. Miejscami na przykład kilka drobnych fałdów, nawet mocno przewiniętych i wyglądających prawie jak toczeńce, zanika na niewielkiej przestrzeni i przechodzi w jedno nieregularne nabrzmienie.

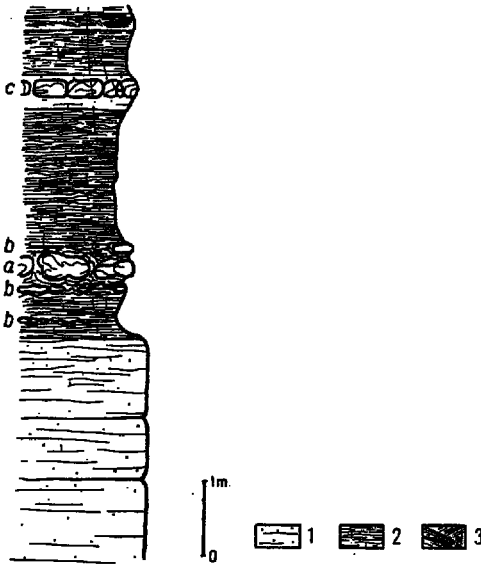


Fig. 2

Fragment profilu litologicznego  
wyższego astartu Skórkowskiej Góry

1 wapień zbity, drobnokrystaliczny, miejscami oolitowy; 2 margiel; 3 wapień drobnokrystaliczny, warstewkowy przekątnie; a, b ławice toczeńców ugniatanych; c ławica toczeńców zwijanych

Fragment of lithological profile of the  
Upper Astartian at Skórkowska Góra

1 compact, fine crystalline, locally oolitic limestone; 2 marl; 3 fine-crystalline, diagonally bedded limestone; a, b levels of kneaded balls; c level of spiral balls

Opierając się na ważniejszych opracowaniach dotyczących osuwisk oraz na zebranych materiale można spróbować podzielić prowizorycznie toczeńce na dwie grupy stosując przy tym nomenklaturę dwuwyrazową, co w polskiej literaturze zaproponowali K. Grzybek i B. Halicki (1958).

Pierwszą grupę tworzą toczeńce powstałe przede wszystkim przez zaokrąglenie fragmentów porozrywanych ławic drogą ugniatania, a więc bez utraty pierwotnej masy, ale także bez jej powiększania. Określenie to jest zgodne z definicją J. Gołęba, ale oznacza struktury, które nie były przez niego wyróżniane. Ugniatanie kawałków rozerwanych ławic może doprowadzić do złożenia ich w pół, znacząco

Większość obserwowanych form, opierając się na określeniu J. Gołęba (1934) można nazwać toczeńcami. Według J. Gołęba toczeńce są utworami, „które przez toczenie się przybierają zaokrąglone kształty bez utraty pierwotnej masy“. Autor ten użyte określenie przyjął dla utworów zbudowanych z gliny, a znalezionych w żwirach plejstocenijskich koło Poznania, natomiast sama nazwa została zaproponowana przez K. Wójcika. Zaokrąglenie kawałków gliny rozmiękłych na powierzchni zostało, zdaniem J. Gołęba, wywołane toczeniem się, a częściowo także przyklejaniem nowego materiału.

W literaturze anglosaskiej toczeńce nazywa się *balls* lub *rolls*. W osuwiskach po raz pierwszy zajął się nimi dokładniej A. Hadding (1931), który stwierdził, że w badanych osadach retyku i liasu Skanii mają one strukturę zwijaną (*balls with spiral structure*). Późniejsi autorowie zauważyli jednak, że w osuwiskach przeważają postacie o nieregularnej budowie wewnętrznej i formy pośrednie, aż do porozrywanych fragmentów ławic właściwie, a P. Kuenen (1949) poddał nawet w wątpliwość w ogóle możliwość tworzenia się form zwijanych (patrz dalej).



nego wymiętoszenia lub do całkowitego przemodelowania, ale bez wyraźnego oglądzenia z zewnątrz. Formy te można by nazwać *toczeńcami ugniatanymi* (*kneaded balls*) — są one bardzo pospolite w większości osuwisk (*rolled-up pebbles, balls*, Hadding 1931; *balled-up structure*, Jones 1937; *slump balls*, Kuenen 1949; *flow rolls*, Pepper, de Witt & Demarest 1954; *folded lumps, slabs*, Książkiewicz 1958; *toczeńce spływowe*, Grzybek & Halicki 1958).

W grupie toczeńców ugniatanych należałoby wyróżnić formy dokładnie wyglądzone z wierzchu. Mają one przeważnie wygląd poduszkowy i stąd można by je nazwać *toczeńcami poduszkowymi* (*pillow balls*). Podobne formy P. Kuenen (1949) określa jako *balls consisting of "cumuli"*.

Drugą grupę tworzą toczeńce powstające przede wszystkim drogą stopniowego zwiwania się osadu, a więc przez powiększanie swojej masy. Najprościej można je nazwać *toczeńcami zwiwanymi* (*spiral balls*, van Straaten 1949). Formy takie występują czasem w różnych osuwiskach (*balls with spiral structure*, Hadding 1931; *spiral rolls*, Fairbridge 1946, a także specyficzne osuwiskowe toczeńce uzbrojone, *armoured clay-balls*, Książkiewicz 1958). Niedawno K. Grzybek i B. Halicki (1958) zastosowali wprawdzie nazwę *toczeniec* tylko dla form, które w czasie transportu powiększają masę, ale z opisu ich wynika, że nazwą tą obejmują także formy ugniatane (część toczeńców spływowych według ich terminologii). Co do genezy toczeńców zwiwanych zaznaczyć trzeba, że często trudno rozstrzygnąć, czy wszystkie warstewki nawijały się kolejno, czy też nawijały się większe powłoki złożone z wielu warstewek.

W grupie toczeńców zwiwanych należałoby wyróżnić toczeńce powstające przez staczanie się osadu w jednym kierunku, przez co przybierają wrzecionowate kształty (*Sediment-Rollen*, Killingner 1939; *Sedimentwalzen*, Niehoff 1958; *sand-cylinders*, Książkiewicz 1958). Toczeńce takie, występujące w osuwisku Sobkowa można by nazwać ze względu na analogię do zwiwania dywanu — *toczeńcami dywanowymi* (*carpet rolls*).

Niezależnie od wymienionych sposobów powstawania toczeńce osuwiskowe mogą być *uzbrojone* (*inkrustowane*) drobnym żwirem z wierzchu (Grzybek & Halicki 1958), albo też w kilku zewnętrznych powłokach (Książkiewicz 1958).

Przyjmując powyższy podział, w osuwiskach Skórkowskiej Góry wyróżnić można toczeńce ugniatane (m. in. także poduszkowe) i zwiwane.

Toczeńce ugniatane występują przede wszystkim w marglach. Mają nieregularne kształty, są to bowiem mniej lub więcej pogniecione i w różnym stopniu zaokrąglone fragmenty porożrywanych, sfałdowanych lub przefałdowanych warstw (pl. XI, fig. 1; prawa strona fig. 2 pl. XI; pl. XII, fig. 2 i pl. XIV, fig. 1). Leżą one w wypełnieniach rynien i czołach lawin.

Toczeńce poduszkowe występują tylko w marglach, jednocześnie z innymi strukturami osuwiskowymi lub samodzielnie. W ostatnim przypadku widać nieraz, jak ławice margli leżące w stropie wyginają się współkształtnie przy toczeńcu, podczas gdy w spagu są przeważnie zaburzone w powikłany sposób.

Toczeńce zwiwane występują tylko w ławicy drobnokrystalicznego wapienia jednym poziomem, który jest przypuszczalnie końcowym frag-

mentem osuwiska. Toczeńce mają kształty przypominające nieco walizki i stałą mniej więcej wysokość, około 25 cm. Dzięki takim kształtom i widocznemu miejscami przystosowaniu się do siebie, wypełniają całkowicie ławicę (fig. 3 oraz pl. XIV, fig. 2) tak, że tylko w niektórych zakątkach

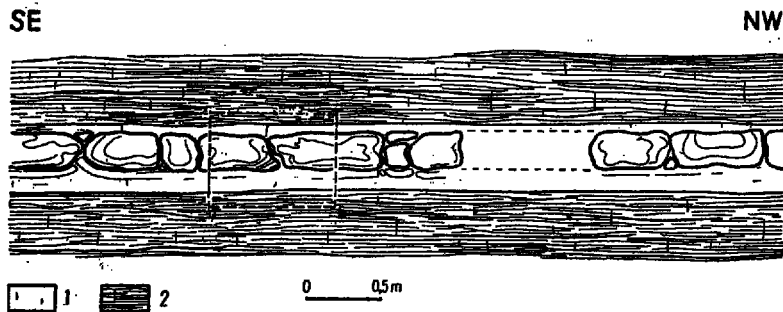


Fig. 3

Ławica toczeńców zwijanych w wapieniu na Skórkowskiej Górze:  
1 wapień drobnokrystaliczny, 2 margiel

Level of spiral balls in the limestone at Skórkowska Góra  
1 fine-crystalline limestone, 2 marl

można znaleźć drobne formy nieregularne (toczeńce ugniatane). Powłoki omawianych toczeńców są przeważnie zdeformowane i wyginają się w meandryczne zakręty. W spagu ławicy widać w paru miejscach rozzerwania i sfaldowanie podścielającej warstwy, natomiast strop toczeńców jest prawie zupełnie równy.

#### *Sposób powstania struktur osuwiskowych*

Z omawianych struktur najciekawiej przedstawia się sposób powstania charakterystycznych toczeńców. Dwie odmienne ich formy, poduszkowe i zwijane, wskazują przypuszczalnie na różny stopień diagenety osadów, z których powstały i otaczających je w chwili ostatecznego stoczenia się.

Forma poduszkowa tworzyła się w tych przypadkach, gdy osuwający się osad był już dość zwiezły, przy czym nie był słabiej zdiagenezowany, niż osad w miejscu układania się toczeńców, który mógł z łatwością wciskać się między toczeńce, lub przynajmniej ugniatać się pod nimi. Toczeńce były na tyle sztywne, że — z chwilą gdy wystawały nad powierzchnię osadu — nie były zrównane i następnie osadzająca się warstewka musiała się przystosowywać do ich kształtów.

Forma walizkowa tworzyła się natomiast wtedy, gdy staczający się, a właściwie zwijający się osad był jeszcze bardzo plastyczny. Bardzo miękkie toceńce, gdy staczały się na twarde dno, nie mogły pograżać się w nim, ale za to spowodowały odkłucie najwyższej warstewki z dna i lekkie zsunięcie jej (fig. 3). Tocene były wtedy przypuszczalnie w stanie konsystencji świeżego żelu (*jelly rolls*, Cooper 1943) i stoczywszy się, ugniatały się i kompakcyjnie rozplaszczwały, przez co dokładnie przyległy do siebie, górna ich powierzchnia stopniowo wyrównała się, a wewnętrzna, regularna struktura zwijana uległa zniekształceniu, równomierne w partiach zewnętrznych i jądrach. Wyrównanie górnej powierzchni ławicy i ścięcie najwyższej jej części zakończone zostało przez słabe fałdowanie lub prądy, które — jak sądzi C. Beets (1946) — miały w takich przypadkach charakter turbulencyjno-suspensyjny i były wywołane bezpośrednio przez osuwisko.

Pojedynczo tkwiące w marglach toceńce poduszkowe wskazują, że niektóre formy były wynoszone dalej od osuwisk, przypuszczalnie dzięki bezwładności i łatwiejszemu poślizgowi.

Zaburzenia synsedymantacyjne w rejonie dzisiejszej Skórkowskiej Góry objęły tylko wierzchnie partie osadów, przez co materiały osuwiskowe mają ten sam skład co otaczające ławice, brak w nich egzotyków, a w wielu przypadkach widać nawet, jak łączą się z osadami leżącymi na miejscu.

Wielokrotne powtarzanie się zaburzeń, wobec braku faktów wskazujących na wyraźne pochylenie dna i różnic litologicznych osuwających się osadów, może wskazywać, że geneza osuwisk związana była z jakimiś czynnikami zewnętrznymi, przypuszczalnie z wstrząsami sejsmicznymi. Ruch niewielkich mas osadów odbywał się zapewne na względnie płaskim dnie i — w czasie kolejnych zaburzeń — w różne strony, gdyż fałdy i struktury lawinowe odsłaniają się na jednej ścianie zarówno w profilu jak i *en face*.

### *Osuwisko Galicowej koło Sobkowa*

#### *Rodzaje struktur osuwiskowych*

Struktury osuwiskowe w kamieniołomie sobkowskim, położonym w połowie drogi między Sokołowem a Sobkowem i umiejscowionym na zachodnich stokach wzgórza Galicowa, występują w wapieniu oolitowo-pelitowym (fig. 4), zaliczanym przez H. Świdzińskiego (1931) do wyższego astartu. Są to przede wszystkim leżące w jednej warstwie toceńce. Mają one kształty wrzecionowate i są stosunkowo duże, średnica ich bo-

wiem wynosi przeciętnie 80 cm, a u największych dochodzi do 110 cm (pl. XV, fig. 1). Długość jest około 1,5-2 razy większa od średnicy. Naj-

większy znaleziony toczeniec, pokazany na fotografii (pl. XV, fig 2) miał przed rozłupaniem długość 2 m lub nieco więcej, a średnicę w najgrubszym miejscu 1 m.

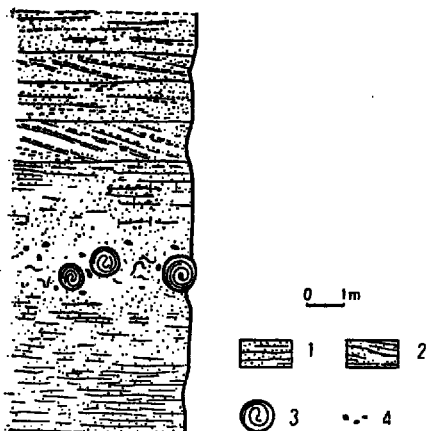


Fig. 4

Fragment profilu litologicznego wyższego astartu wzgórza Galicowa koło Sobkowa

1 wapień oolitowo-pelitowy, 2 wapień pelitowy lub drobnokrystaliczny z oolitami, przeważnie lumachellowy, 3 toczence zwijane, 4 białe krzemienie

Fragment of lithological profile of the Upper Astartian at Galicowa hill near Sobkow

1 oolitic-pelitic limestone, 2 pelitic or fine-crystalline limestone with oolites, mostly lumachelle, 3 spiral balls, 4 white flints

Toczeniec zbudowane są z powłok wapieni oolitowych, oolitowo-pelitowych i pelitowych. Grubość poszczególnych powłok dochodzi do kilku centymetrów. Partie wewnętrzne toczenców mają nieprawidłową strukturę i są utworzone z nieregularnie zgniecionych warstw (fig. 5 i pl. XV, fig. 1), na które nawijają się kolejno powłoki złożone z większych płatów i drobnych plackowatych fragmentów pokruszonych lub porozrywanych ławic wapieni. W jednych okazach przeważa nieprawidłowe jądro (pl. XV, fig. 1), w innych prawidłowo wykształcone powłoki (pl. XV, fig. 2). W niektórych toczencach najbardziej zewnętrzne powłoki pokryte są limonitem i pojedynczo lub po kilka odpekają od jądra (pl. XV, fig. 2), co wywołane już jest procesami wietrzeniowymi. Poza tym w wyniku spękań i wietrzenia toczence odstają nieco od tła i przy eksploatacji wapienia łatwo wypadają ze ściany pozostawiając duże, doskonale widoczne z daleka, zlimonityzowane nisze.

Toczeniec rozmieszczone są w wapieniu w zasadzie z dala od siebie, w odległości kilkudziesięciu centymetrów, a nawet kilku metrów. Wapień między blisko leżącymi toczencami ma prawie bezładną teksturę i tylko miejscami widać bardzo nieregularne i powyginane smugowania. Pod niektórymi toczencami widać z kolei sprasowania i pogięcia podścielającej warstwy, natomiast brak wyraźnych zaburzeń w warstwie leżącej powyżej toczenców.

W ławicy osuwiskowej występują także charakterystyczne krzemienie. Są to niewielkie, bochenkowate, plackowate lub nerkowate utwory, mające najdłuższą średnicę w granicach 10-20 cm. Barwę mają śnieżnobiałą, czym różnią się od otaczających, nieco żółtawych wapieni, strukturę zaś — makroskopowo biorąc — pylastą. Jądro ich niekiedy jest szare, o zlewnej i szklistej strukturze. Niektóre okazy łupią się skorupowato. Pod mikroskopem widać, że krzemienie zbudowane są z bardzo drobnoziarnistego kwarcu i chalcodonu, w których — jak w cieście tkwią rzadko rozmieszczone połamane spikule gąbek *Tetractinellidae*.

Krzemienie są bardzo wyraźnie odgraniczone od wapienia i przy uderzeniu przeważnie bez trudu z niego wypadają. Występują tylko w sąsiedztwie toczeńców, a nawet między nimi, dłuższymi osiami mniej więcej stycznie do ich powierzchni, a więc prostopadle do warstwowania. W stropie ławicy osuwiskowej są stosunkowo częstsze niż w jej środku i spągu. Krzemienie różnią się zupełnie od wszystkich pozostałych, zdarzających się w tym profilu, ale leżących z dala od struktur osuwiskowych.

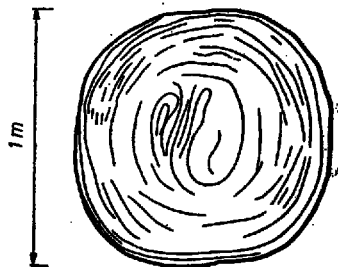


Fig. 5

Przekrój toczeńca  
zwijanego z Galicowej

Section of spiral ball from  
Galicowa

### *Sposób powstania struktur osuwiskowych*

Najważniejszymi strukturami osuwiskowymi w Galicowej są toczeńce. Nieprawidłowa budowa ich jąder wskazuje, że w pierwszej fazie powstawania toczeńce były niezbyt regularne, zbliżone kształtem do ugniatanych, i ewentualnie toczyły się na dnie w różne strony, tak jak toczy się kulę śniegową przy budowie bałwana (*snow ball structure*, Hadding 1931). Formy zbliżone do ugniecionych kul w pewnym momencie zaczęły się szybko toczyć w jednym kierunku, przypuszczalnie po znacznie pochylonym dnie, przez co przybierały kształty wrzecionowate i nawijały na siebie osad na podobieństwo dywanu. Większe płyty osadu owijały się przy tym kilkakrotnie wokół jądra, natomiast mniejsze tworzyły tylko część powłoki. Te ostatnie, nieraz bardzo drobne fragmenty, wyraźnie odgraniczone od tła są dowodem, że w czasie procesów osuwiskowych pewne partie osadów były już silnie pokruszone.

Warunki, w których osad stacza się na dużej przestrzeni w jednym kierunku zwijając się w formie dywanu, są w osuwiskach bardzo rzadkie. P. Kuenen (1949) opierając się na doświadczeniach przeprowadzonych wspólnie z L. van Straatenem:

stwierdził, że ruch osuwających się mas przypomina przepływ turbulencyjny i w rezultacie nie mogą się tworzyć struktury o stałym wydłużeniu. W związku z tym P. Kuenen wypowiedział się przeciwko nazwie A. Haddinga *snow ball* i tłumaczeniu sposobu powstania toczeńców zwijanych podanemu przez tego autora (1931). Wydaje się jednak, że obserwacje P. Kuenena są słuszne tylko dla osuwisk typu lawinowego, w których wąskim korytem suną ruchem jakby turbulencyjnym najrozmaitsze, przemieszane materiały. W innych natomiast warunkach toczeńce zwijane mogą tworzyć się w osuwiskach. Występują one na Skórkowskiej Górze w ławicach oznaczonych jako c, a zdarzają się także w osuwiskach opisanych przez J. Coopera (1943), J. Peppera, W. de Witta i D. Demaresta (1954), M. Książkiewicza (*sand-cylinders*, 1958) i innych. Dywanowe formy zbliżone wielkością do sobkowskich są wprawdzie jeszcze rzadsze, ale są jednak znane np. z drobnoklastycznych osadów dolnego dewonu Nadrenii (Niehoff 1958) oraz z warstw Muschelsandsteinu Saary (Klingner 1939).

Sposób rozmieszczenia w profilu specyficznych białych krzemieni oraz ułożenie ich nad i między toczeńcami wskazuje, że dostały się one do osadu najprawdopodobniej wraz z toczeńcami, a więc również w wyniku procesów osuwiskowych. Obecność spikul gąbek, których brak w otaczających wapieniach, mogłaby potwierdzić fakt przyniesienia krzemieni z innego miejsca sedimentacji. Krzemienie w tym czasie transportu były już zwięzłe i zachowały bochenkowate kształty, które — sądząc po wewnętrznej strukturze — są raczej ich pierwotną cechą. Występowaniem swoim przypominają one konkretje syderytowe z niektórych osuwisk fliszu karpackiego (Książkiewicz 1958) i podhalańskiego (Grzybek & Halicki 1958).

W sumie można sobie wyobrazić, że interesująca ławica z okolic Sobkowa powstała w końcowym etapie procesu osuwiskowego z osadzania się masy złożonej z wielkich toczeńców, małych krzemieni i błota lub zawiesiny wapnistej, przy czym poszczególne składniki miały różny czas i miejsce utworzenia. Najpierw z osuwających się miejscami osadów tworzyły się toczeńce, które kolejno lub jednocześnie staczały się po pochylonym dnie. Zwijana postać i wielkość toczeńców wskazują, że proces ten nie zachodził w wąskim korycie, lecz na dużej, względnie równej powierzchni i trwał dość długo. W czasie staczania się zwiniętych brył ulegały przemieszczeniu także inne osady, przede wszystkim białe krzemienie. W dolnej części pochyłości, która mogła już mieć charakter zbliżony do koryta, toczeńce rozbełtywały niezdiagenezowany osad tworząc rodzaj wapnistej błota lub potoku mułowego. Gdy wreszcie pochyłość wygasła, toczeńce grzęzły w osadzie układając się w zależności od posiadanej szybkości z dala lub blisko siebie. Osad ten był miejscami na tyle zwięzły, że mógł się w sztywnej postaci zsunąć pod niektórymi toczeńcami. Z jednoczesnego osadzenia się wspomnianego błota powstał leżący między toczeńcami wapień o prawie bezładnej teksturze.

Struktury toczeńców i otaczających je wapieni wskazują, że stan konsolidacji utworów dennych był w omawianej części zbiornika sedymentacyjnego różny w poszczególnych jego częściach — w jednych dość nietrwały, a w drugich na tyle zwięzły, że osad mógł się związać, a nawet ulegać kruszeniu.

### *Osuwiska w Dobromierzu koło Przedborza*

Zaburzenia w Dobromierzu, widoczne w odsłonięciach na wzgórzu z masztem telewizyjnym, pojawiają się w wapieniach i leżących nad nimi marglach datowanych jako dolny kimeryd (Świdziński 1935, Kutek 1961), a więc stratygraficznie nie wiążą się już z utworami opisanymi w poprzednich ustępach.

W Dobromierzu występują w zasadzie dwa typy struktur osuwiskowych:

1) w wapieniach — grawitacyjne sfałdowania warstw (pl. XVI, fig. 1) (fałdy synsedymentacyjne, Radomski 1958; spływy lub ześlizgi fałdowe, Grzybek & Halicki 1958),

2) w marglach — toczeńce o formie zbliżonej do zwijanych, przeważnie silnie spłaszczone (fig. 6 i pl. XVI, fig. 2 i 3).

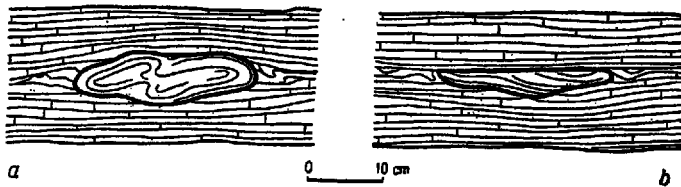


Fig. 6

#### Toczeńce w marglach w Dobromierzu

a toczeniec całkowicie zachowany, b toczeniec erozyjnie ścięty z góry

#### Balls in marls at Dobromierz

a completely preserved ball, b surficially truncated ball

Poszczególne fałdy posiadają oś poprzeczną o długości 60-80 cm, a wysokość pierwotnie przypuszczalnie około 1/2 metra, co trudno dokładniej określić z powodu erozyjnego ścięcia nierówną powierzchnią, do wysokości 25 cm, ich górnych partii (pl. XVI, fig. 1). Analogicznie ścięte zostały również niektóre toczeńce (fig. 6b). Toczeńce mają średnicę przeważnie 20-30 cm, a wysokość do 10 cm; są dyskowatą lub płasko-wrzecionowatą formę zawdzięczającą przypuszczalnie późniejszemu zgniceniu.

Podobne toczące występują w wielu osuwiskach, natomiast regularne fałdy są wśród znanych osuwisk znacznie rzadsze. Formy z okolic Przedborza można by porównać z opisywanymi przez C. Browna (*collapsed sandstone*, 1938) z trzeciorzędowego fliszu Ekwadoru, J. Coopera (*flow-folds*, 1943) z Mississippianu Stanów Zjednoczonych, J. Gołaba (1954), A. Radomskiego (1958) oraz K. Grzybek i B. Hallickiego (1958) z fliszu podhalańskiego w Poroninie, a częściowo także ze strukturami osuwisk w marglistych wapieniach neokomu Hérault (Goguel 1938); w klasyfikacji R. Fairbridge'a (1946) należałyby one do *intraformational folding superficial*.

Ścięcie górnych partii omawianych fałdów uniemożliwia określenie kierunku zsuwania się warstw. Poza tym oś poprzeczna fałdów unduluje się na niewielkiej przestrzeni w obrębie odsłonięcia i zmienia kierunek z NNW-SSE na NNE-SSW, przez co ostatni fałd zaczyna ukazywać się *en face* skrętem korzeniowym mimo stałego azymutu odsłonięcia. W sumie można więc jedynie powiedzieć, że przemieszczanie warstwy wapienia tworzącej fałdy zachodziło mniej więcej w linii południkowej. Kierunek ruchu toczących mógł być natomiast zupełnie inny.

#### Wnioski

Porównując z sobą górnio-jurajskie profile zawierające osuwiska widać, że różnią się one facjalnie. Osuwisko odsłaniające się na wzgórzu Galicowa koło Sobkowa występuje w oolitowo-pelitowych wapieniach. Ponad nimi leżą wapienie lumachellowe z oolitami, warstwowane przekątnie pod kątem dochodzącym do 30° SW. W Skórkowskiej Górze koło Małogoszcza osuwiska występują w marglach i drobnokrystalicznych wapieniach bez ooidów. Brak tu także detrytusu muszlowego, a diagonalne warstwowanie leżących wyżej wapieni zanika miejscami zupełnie i zjawiają się nawet nieznaczne upady przeciwne. Osuwiska Skórkowskiej Góry powstały zatem w morzu spokojniejszym i przypuszczalnie głębszym, być może, równocześnie z osuwiskiem sobkowskim. Późniejsze osuwiska z okolic Przedborza powstały natomiast o wiele płycej. Cechą charakterystyczną tutejszych fałdów i toczących są bowiem rozmycia, które dowodzą znacznej roli falowania lub prądów dennych w otaczającym basenie. Na intensywną działalność prądów wskazuje korytowe rozmycie (*erosion channel, scour-and-fill structure*, Shrock 1948) stropu wapieni drobnokrystalicznych wypełnione wapieniami oolitowymi i lumachellami, a przykryte zespołem margli (pl. XVI, fig. 2). Obserwację tę potwierdzają także inne struktury znalezione w wapieniach, takie jak powierzchnie *hard ground* (Kutek 1961) oraz liczne duże i płaskie oto-



czaki o średnicy do 10 cm, pochodzące z niżej leżących wapieni, a intensywnie podziurawione przez drążące małże. Ostatni fakt wskazuje, że procesy osuwiskowe w czasie sedimentacji wapieni zachodziły w okolicach Przedborza w warunkach płytkomorskich, przypuszczalnie w strefie sublitoralnej.

Zespół ławic z Galicowej, posiadający warstwowanie przekątne a leżący nieco nad osuwiskiem, wskazuje, że materiał był przynoszony prądami dennymi z bardziej litoralnych stref położonych wówczas zapewne na północnym wschodzie. Można by przypuszczać, że podobny był kierunek transportu materiału w czasie trwania procesów osuwiskowych, to znaczy, że materiał zsuwał się z NE, a więc od strony trzonu Gór Świętokrzyskich.

Wyjaśniając genezę omówionych osuwisk trzeba założyć utworzenie się znacznie pochylonego dna (Galicowa, częściowo Przedbórz) oraz wiele kolejnych impulsów, nie powodujących jednak prócz zsunęcia się osadów innych widocznych konsekwencji (Skórkowska Góra). Główną przyczyną tych zjawisk były najprawdopodobniej młodokimeryjskie ruchy tektoniczne, które zaznaczyły się w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich pod koniec malmu (Samsonowicz 1934, 1952). Według J. Samsonowicza Góry Świętokrzyskie zaczęły się w tym czasie wyraźnie wznosić, w wyniku czego w osadach dolnego kimerydu pojawił się piasek, żwir i otoczaki przedkimerydzkich wapieni; większe nasilenie ruchów — faza deister — miała miejsce po kimerydzie i spowodowała sfałdowanie całego triasowego i jurajskiego obrzeżenia.

Osuwiska Skórkowskiej Góry i Galicowej wskazywałyby, że ruchy wznoszące zaznaczyły się w południowej części Gór Świętokrzyskich już w górnym astarcie.

Reasumując można stwierdzić, że pewien niepokój tektoniczny poprzedzający znaczniejsze ruchy młodokimeryjskie daje się zauważyć w basenie malmowym Gór Świętokrzyskich jeszcze w czasie pełnej sedimentacji węglanowej. Nie doprowadził on od razu do zdecydowanych zmian facjalnych, lecz spowodował najpierw w kilku miejscach zachwianie równowagi osadów i ich grawitacyjne osunięcie się. Trudno natomiast w tej chwili rozstrzygnąć, czy osuwiska przenosiły materiały w depresje i strefy osiowe przegłębiającego się dna, podobnie jak to ma miejsce w obszarach o geosynklinalnym charakterze osadów (Baldry 1938, Brown 1933, Jones 1940, Lambert 1948, Kuenen & Carozzi 1953, Gołęb 1954, Renz, Lakeman & van der Meulen 1955, Książkiewicz 1958), czy też związane były jedynie z lokalnymi nierównościami górno-jurajskiego zbiornika, który miał charakter epikontynentalny.

## GÓRNO-KREDOWA BREKCJA OSUWISKOWA

Górno-kredowa brekcja osuwiskowa występuje na pn.-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich, w profilu w przełomie Wisły przez wyżyny Polski Środkowej, który został szczegółowo opracowany i udokumentowany paleontologicznie przez W. Pożaryskiego (1938). Autor ten stwierdził między innymi, że w obrębie monotonnych, marglisto-krzemionkowych skał górnokredowych, przeważnie wykształconych jako opoki, wyróżniają się utwory dolnego santonu (poziom *e*), które zawierają największe ilości kwarcu i glaukonitu w obrębie części profilu od górnego turonu (poziom *a*) do hard groundu górnego mastrychtu (poziom *y*), oraz kongrecje fosforytowe, a zmiana w wykształceniu osadów w stosunku do emszery pojawia się nagle. W. Pożaryski (1956) zauważył także, że glaukonit w dolnej części santonu rozmieszczony jest nierównomiernie, przez co skała miejscami ma wygląd plamisty.

*Opis brekcji*

Nierównomierne rozmieszczenie glaukonitu w osadach dolnego santonu (badanych przeze mnie jedynie na lewym brzegu Wisły, między Wesolówką a Sulejowem) wywołane jest tym, że w opoce zawierającej obfity glaukonit tkwią różnorodne fragmenty opoki prawie zupełnie pozbawionej glaukonitu. Fragmenty te mają niewielkie wymiary, najwyżej do 4 cm średnicy i przeważnie odcinają się wyraźnie od opoki

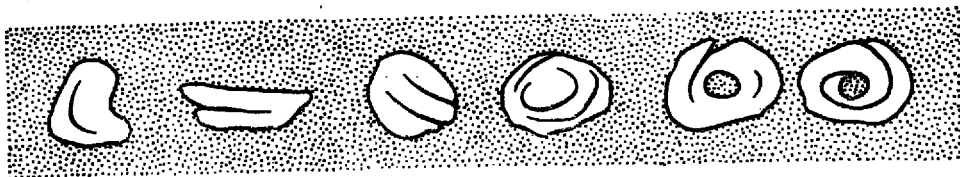


Fig. 7

Różne rodzaje okruchów osuwiskowych z Sulejowa nad Wisłą. Opoka glaukonitowa zakropkowana. Wielkość naturalna

Various shreds formed by slumping, from Sulejów on the Vistula.  
Glauconitic marl dotted. Natural size

glaukonitowej, która odgrywa rolę tła. Rzadziej przejście jest stopniowe, ale odbywa się na bardzo niewielkiej odległości. Wymienione fakty pozwalają stwierdzić, że skała dolnego santonu jest brekcją sedymentacyjną. Dokładniejsze światło na jej genezę rzuca tekstura poszczególnych okruchów. W większości przypadków jest ona bezładna, ale w pozosta-

łych nadzwyczaj charakterystyczna — fałdkowa, spiralna lub wałkowa (fig. 7), a więc typowa dla utworów osuwiskowych. Złożone struktury widoczne są tylko na największych okruchach, które wielkością zbliżają się już do małych toczeńców. Należy sądzić, że nie tylko ostatnie z wymienionych okruchów, lecz także pozostałe, drobne i nie posiadające złożonej struktury, powstały w wyniku osuwisk, a zatem — że interesująca brekcja jest brekcją osuwiskową.

W brekcji osuwiskowej okruchy opoki bez glaukonitu przeważają nad glaukonitowym tłem lub równoważą się z nim; wyżej stopniowo zaczyna przeważać tło, a okruchy stają się coraz mniejsze, mniej wyraźnie oddzielone od tła i nie wykazują złożonej budowy.

#### *Sposób powstania brekcji*

Skład i budowa wewnętrzna brekcji oraz struktura poszczególnych okruchów wskazują, że brekcja powstała z pokruszenia leżących na dnie osadów w wyniku procesów osuwiskowych. Osady te były już nieco zdiagenezowane, przynajmniej na tyle, że okruchy nie rozplęły się, lecz zachowały wyraźne granice, a nawet budowę cylindryczną z pustym wnętrzem. Mniej skonsolidowane drobne okruchy zaczęły rozplęcać się lub rozpełzać i mieszały się z otaczającym osadem, w wyniku czego powstały formy niezbyt ostro oddzielone od tła.

Struktura okruchów zwijanych i cylindrycznych wskazuje, że powstały one z ławiczek stosunkowo cienkich, kilkumilimetrowych. Jednoodne okruchy powstały z ławic nieco grubszych i bez wyraźnego warstwowania, co zresztą jest naturalną cechą wielu opok. Obecność glaukonitowego marglu w jądrze okruchów cylindrycznych, a brak go wzdłuż spiralnego szwu między powłokami wskazuje, że okruchy także były najprawdopodobniej w czasie powstawania puste w środku i dopiero potem ulegały wypełnieniu marglem glaukonitowym, występującym również między okruchami.

Wszystkie okruchy omawianej brekcji różnią się składem od tła, musiały zatem powstać w odmiennych warunkach facjalnych. Przypuszczalnie osuwisko nastąpiło dość daleko, a poszczególne okruchy zostały przyniesione do obszaru sedymentacji margli glaukonitowych przez prądy wraz z kwarcem, a częściowo także z glaukonitem i fosforytami. Wykształcenie osadów tworzących brekcję wskazuje, że procesy te zachodziły z dala od lądu, w warunkach morza pełnego i nawet dość głębokiego, mimo wyraźnego spłycenia w stosunku do warunków w pozostałej części górnej kredy.

Nagle pojawienie się prądów i związane z tym odmiennie wykształcenie litologiczno-facjalne dolnego santonu, W. Pożaryski (1936,

1948, 1956) tłumaczy spłyconiem górno-kredowego zbiornika sedymentacyjnego i dźwiganiem się jego zachodnich brzegów — Gór Świętokrzyskich — w wyniku subhercyńskich zaburzeń tektonicznych (faza il-sedzka). Zaburzenia te były przypuszczalnie także główną przyczyną osuwiska wywołanego bezpośrednio zmianą nachylenia dna morskiego albo działalnością prądów, które powodowały nierównomierną sedimentację lub podcięły osady leżące w stanie pozornie trwałym na pochyłości.

#### ZAKOŃCZENIE

Omawiane osuwiska w górnej jurze i górnej kredzie pojawiają się w astarcie — kimerydzie i santonie, a więc w piętrach, w których zaznaczyły się ruchy — młodokimeryjskie i subhercyńskie — dźwigające stary cokół Gór Świętokrzyskich (Samsonowicz 1934, 1952, Pożaryski 1938). Fakty te wraz z rozpatrzonymi poprzednio przesłankami pozwalają przypuszczać, że istnieje genetyczny związek między powyższymi procesami, to znaczy, że ruchy doprowadziły nie tylko do zmiany stosunków facjalnych i paleogeograficznych w obrzeżających basenach mezozoicznych (Pożaryski 1938, 1948, 1956, Samsonowicz 1952), lecz także do grawitacyjnych zaburzeń świeżo złożonych osadów oraz ich przemieszczeń przez podmorskie osuwiska.

Osuwiska te są o tyle ciekawe, że występują w osadach węglanowych (wapienie, margle, opoka) mórz epikontynentalnych, podczas gdy zdecydowana większość opisywanych w literaturze osuwisk występuje w klastycznych lub pelitowych utworach stref geosynklinalnych. Podkreślano tu wprawdzie znaczenie spoiwa węglanowego a nawet związek osuwisk z osadami wapienistymi (Książkiewicz 1951, 1958, Gołąb 1954), ale spoiwo było podrzędnym składnikiem omawianych utworów. Jeśli zaburzenia znajduje się w osadach wapiennych, to również przede wszystkim w strefach geosynklinalnych lub pośrednich, np. w ordowiku i gotlandzie Szkocji (Kuenen 1953), tytonie Alp (strefa briansońska — Debelmas 1952, płaszczowina Morcles — Kuenen & Carozzi 1953) i Frankonii (Grabau 1913 — fide Goguel 1938, Krumbeck 1928) oraz w neokomie rowu wokontyjskiego (Goguel 1938). P. Kuenen i A. Carozzi (op. cit.) stwierdzili ponadto, że osuwiskową genezę mają obie serie brekcjowe (dolna — doggerska i górna — tytońska) płaszczowiny brekcjowej Prealp, Z. Kotański (1955) zaś wykazał, że drobnym zaburzeniom splayowym zawdzięczają swe powstanie tzw. wapienie robaczkowe, powszechne w środkowym triasie geosynkliny alpejskiej (Tatry, Alpy, Prowansja i Hiszpania).

W morzach epikontynentalnych, podczas sedymentacji węglanowej stwierdzano raczej tylko drobne zaburzenia typu splywowego, np. w Niemczech w wapieniu muszlowym (Reis 1909 — fide Goguel 1938), a w Polsce w wapieniach cechsztynu w Gałęzicach pod Kielcami (Kotkański 1959) oraz w wapieniu falistym Wyżyny Krakowskiej (Siedlecki 1949). Możliwe, że większe rozmiary przedstawionych przeze mnie zaburzeń i ich osuwiskowy charakter spowodowane były silniejszymi albo bardziej nagłymi impulsami.

*Zakład Geologii Dynamicznej  
Uniwersytetu Warszawskiego  
Warszawa, w styczniu 1960 r.*

## LITERATURA CYTOWANA

- BALDRY R. 1938. Slip-planes and breccia zones in the Tertiary rocks in Peru. — Quart. J. Geol. Soc. London, vol. 94. London.
- BEETS C. 1946. Miocene submarine disturbances of strata in Northern Italy. — J. Geol., vol. 54. Chicago.
- BROWN C. 1938. On the theory of gravitational sliding applied to the Tertiary of Ancon, Ecuador — Quart. J. Geol. Soc. London, vol. 94. London.
- COOPER J. 1943. Flow structures in the Berea sandstone and Bedford shale of central Ohio. — J. Geol., vol. 51. Chicago.
- DEBELMAS J. 1952. Exemples de glissements sous-marins dans le dogger et le malm briançonnais. — Trav. Lab. Géol. de l'Univ. de Grenoble, vol. 30. Grenoble.
- FAIRBRIDGE R. 1946. Submarine slumping and location of oil bodies. — Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., vol. 30. Tulsa.
- GOGUEL J. 1938. Glissements sous-marins dans le Crétacé inférieur. — Bull. Soc. Géol. France, s. 5, vol. 8. Paris.
- GOŁĄB J. 1934. Toczyńce z gliny morenowej w Szelągu pod Poznaniem (Rollsteine aus dem Moränenton von Szeląg bei Poznań). — Roczn. P.T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.), t. X. Kraków.
- 1954. Rockslides and flows and their meaning for the tectonics of the flysch of Podhale. — Bull. Soc. Sci. Lettr. Łódź, cl. III, vol. 5. Łódź.
- GRZYBEK K. & HALICKI B. 1958. Osuwiska podmorskie we fliszu podhalańskim (Submarine slides in the Podhale Flysch, Carpathians). — Acta Geol. Pol., vol. VIII/3. Warszawa.
- HADDING A. 1931. On subaqueous slides. — Geol. Fören. Stockh. Förh., Bd. 53. Stockholm.
- JONES O. 1937. On the sliding or slumping of submarine sediments in Denbighshire, North Wales, during the Ludlow period. — Quart. J. Geol. Soc. London, vol. 93. London.
- 1940. The geology of the Colwyn Bay district: a study of submarine slumping during the Salopian period. — Ibidem, vol. 95.
- KLINGNER F. 1939. Sediment-Rollen (Unterwasser Gleitung) im Muschelsandstein bei Saarlautern. — Senckenbergiana, Bd. 21. Frankfurt a. M.

- KOTAŃSKI Z.** 1955. Wapienie robaczkowe środkowego triasu serii wierchowej Tatr (Vermicular limestones from the high-tatric Middle Triassic of the Tatra Mts.). — *Acta Geol. Pol.*, vol. V/3. Warszawa.
- 1959. Przewodnik geologiczny po Górach Świętokrzyskich. Część I. Warszawa.
- KRUMBECK L.** 1928. Faltung, untermeerische Gleitfaltung und Gleitstauchung im Tithon der Altmühlalb. — *N. Jb. Min. Geol. Pal. Abh., Beil.* — Bd. 60, Abt. B. Stuttgart.
- KSIĄŻKIEWICZ M.** 1951. Uwarstwienie splayowe we fliszu karpackim (Slip-bedding in the Carpathian Flysch). — *Rocz. P.T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.)*, t. XIX. Kraków.
- 1958. Osuwiska podmorskie we fliszu karpackim (Submarine slumping in the Carpathian Flysch). — *Ibidem*, t. XXVIII.
- KUENEN P.** 1949. Slumping in the Carboniferous rocks of Pembrokeshire. — *Quart. J. Geol. Soc. London*, vol. 104. London.
- 1953. Graded bedding with observation on Lower Paleozoic rocks of Britain. — *Verh. Kon. Ned. Akad. Wetensch., Aft. Nat.*, 1-ste Reeks, 20. Amsterdam.
- KUENEN P. & CAROZZI A.** 1953. Turbidity currents and sliding in geosynclinal basins of the Alps. — *J. Geol.*, vol. 61. Chicago.
- KUTEK J.** 1961. Kimeryd i bonon Stobnicy (Le Kiméridgien et le Bononien de Stobnica — versant ouest du Massif de S-te Croix). — *Acta Geol. Pol.*, vol. XI/1 (w druku — in press). Warszawa.
- LAMBERT A.** 1948. Glissements sous-marins, sédimentation et orogénèse dans la Kabylie des Babors au Crétacé. — *Bull. Soc. Géol. France*, s. 5, vol. 18. Paris.
- NIEHOFF W.** 1958. Die primär gerichteten Sedimentstrukturen, insbesondere die Schrägschichtung im Koblenzquarzit am Mittelrhein. — *Geol. Rundschau*, Bd. 47. Stuttgart.
- PEPPER J., de WITT jun. W. & DEMAREST D.** 1954. Geology of the Bedford Shale and Berea Sandstone in the Appalachian Basin. — *Geol. Surv. Profess. Paper*, 259. Washington.
- PESZAT C. & MOROZ-KOPCZYŃSKA M.** 1959. O wykształceniu litologicznym wapieni górno-jurajskich na południe od Chęciny (The lithological development of the Upper Jurassic limestones south of Chęciny, the Holy Cross Mountains). — *Rocz. P.T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.)*, t. XXVIII. Kraków.
- POZARYSKI W.** 1938. Stratygrafia senonu w przełomie Wisły między Rachowem i Puławami (Senonstratigraphie im Durchbruch der Weichsel zwischen Rachów und Puławy in Mittelpolen). — *Biul. P.I.G. (Bull. Serv. Géol. Pol.)* 6. Warszawa.
- 1948. Jura i kreda między Radomiem, Zawichostem i Kraśnikiem (Jurassic and Cretaceous between Radom, Zawichost and Kraśnik, Central Poland). — *Ibidem*, 46.
- 1956. Kreda (Stratygrafia). — *Reg. Geologia Polski*, t. II. Kraków.
- RADOMSKI A.** 1958. Charakterystyka sedymentologiczna fliszu podhalańskiego (The sedimentological character of the Podhale Flysch). — *Acta Geol. Pol.*, vol. VIII/3. Warszawa.
- RENZ O., LAKEMAN R. & van der MEULEN E.** 1955. Submarine sliding in Western Venezuela. — *Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol.*, vol. 39. Tulsa.
- SAMSONOWICZ J.** 1934. Objaśnienie arkusza Opatów. Ogólna mapa geologiczna Polski w skali 1:100 000, zeszyt 1. P.I.G. Warszawa.
- 1952. Era mezozoiczna w Polsce. *In: Zarys geologii Polski*. Warszawa.
- SHROCK R.** 1948. Sequence in layered rocks. New York — Toronto — London.

- SIEDLECKI S. 1949. Zagadnienie stratygrafii morskich osadów triasu krakowskiego (Problems of stratigraphy of marine Triassic in the Cracow area). — Roczn. P. T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.), t. XVIII, Kraków.
- STRAATEN L. van. 1949. Occurrence in Finland of structures due to subaqueous sliding of sediments. — Bull. Com. Géol. Fin., no. 144, Helsinki.
- ŚWIDZIŃSKI H. 1931. Utwory jurajskie między Małogoszczą a Czarną Nidą (Dépôts jurassiques entre Małogoszcz et la Czarna Nida, versant sud-ouest du Massif de Ste-Croix). — Spraw. P. I. G. (Bull. Serv. Géol. Pol.), t. VI, Warszawa.
- 1932. Fałd Skórkowski. Przyczynek do znajomości tektoniki jury w części zachodniej Gór Świętokrzyskich (Anticlinal de Skórków. Contribution à la connaissance de la tectonique du Jurassique de la partie occidentale du Massif de Ste-Croix). — Ibidem, t. VII.
- 1935. Szkic geologiczny okolic Przedborza nad Pilicą (Esquisse géologiques des environs de Przedbórz sur la Pilica). — Ibidem, t. VIII.

A. РАДВАНЬСКИ

**ПОДВОДНЫЕ ОПОЛЗНИ В МАЛЬМЕ И СЕНОНЕ МЕЗОЗОЙСКОГО  
ОКАЙМЛЕНИЯ СВЕНТОКЖИСКИХ ГОР**

(Резюме)

Подводные оползни в окаймлении Свентокжиских Гор находятся в известняках и мергелях мальма в районе Малогацца, Собкова и Пжедбожа, а также в глауконитовой опоке сенона вблизи Сулеёва на Висле. Оползание осадков во всех случаях наступило сразу после их отложения, еще в вязком состоянии, т. е. перед диагенетическими процессами. Степень диагенезиса, как показано на примерах, была разная в отдельных местах этой самой седиментационной площади. Описываемые деформации возникали в небольших верхних партиях осадков. Юрские структуры являются складками, лавинами или оползневыми катунами, тогда как сенонская является брекчией состоящей из разнообразных частей вынесенных донными течениями далеко от мест интенсивного развития деформаций.

Кроме описания структур автор старался определить фациальные условия, в каких происходили оползни а также выяснить их происхождение. Основной причиной вызвавшей появление оползней были вероятно сейсмические толчки или изменения наклона дна эпиконтинентального бассейна. Его морфология была связана сначала

с поздне-кимерийскими, а затем с субгерцинскими тектоническими движениями, отразившимися на палеозойском массиве Свентокжиских Гор и его окаймлении.

На основании собранного материала автор разработал предварительную систематику оползневых катунов, разделив их на мятые и свёрнутые.

A. RADWAŃSKI

**SUBMARINE SLIDES OF EPICONTINENTAL UPPER JURASSIC  
AND UPPER CRETACEOUS MARGINS OF THE HOLY CROSS MTS.  
(CENTRAL POLAND)**

(Summary)

**ABSTRACT:** Submarine slides within the Mesozoic seas of the margins of the Palaeozoic Holy Cross Mountains occur during the Upper Astartian and Lower Kimeridgian as well as during the Lower Santonian. The Jurassic structures are flow folds and avalanche deposits with the predominance of various balls. The Cretaceous structure is a breccia formed by slumping. Seismic disturbances, associated first with young-Cimmerian and later with sub-Hercynian tectonic movements, are most likely responsible for the here considered slides. The slumping disturbances occur within carbonate sediments i. e. various limestones and marls.

UPPER JURASSIC SLIDES

*The slides of Mt. Skórkowska Góra near Małogoszcz*

Slump structures crop out in a quarry in Mt. Skórkowska Góra, west of Kielce (fig. 1), within Upper Astartian (Świdziński 1932) marls and limestones (fig. 2).

The successive stages of the slumping of sediments, roughly corresponding to those differentiated by A. Hadding (1931), may be traced in the marls here. Owing to their small dimensions it is often possible to see their juncture, while elsewhere the particular forms may occur independently. Their succession is: wrinkled or crumpled layers (pl. XIII, fig. 1), folds and overfolds (pl. XII), and products of the tearing to pieces of marl layers — various slabs (pl. XI, fig. 2), contorted fragments, and balls as irregularly kneaded shreds of layers completely torn



off from the root parts and displaced by slumping. The writer calls them *kneaded balls* (pl. XI; pl. XII, fig. 2; pl. XIV, fig. 1) taking into consideration that kneading of the material without increase in bulk was the overbearing factor during their formation. Some of them, excellently superficially smoothed on the surface, are by him called *pillow-balls* (pl. XIII). The kneaded balls correspond to the *balled-up structure* of Jones (1937), the *slump balls* of Kuenen (1949) and the *folded lumps* and *slumps* of Książkiewicz (1958).

Strong contortion of folds along the longitudinal axis and abrupt changes of their appearance in transverse direction are here observable. Occasionally we may note how several highly, overturned micro-folds, in appearance more like balls, dwindle away over a small area passing into one irregular bulge.

Within slump troughs the diverse fragments are arranged at random and intermingled (pl. XI, fig. 2); while in avalanche heads, balls or folded layers predominate (pl. XII, fig. 1). Detached pillow-balls are sometimes embedded in marls, having through inertia been slumped farther down than the remaining slump structures.

In fine-crystalline limestone slide-structures consist of van Straaten's (1949) *spiral balls* and Hadding's (1931) *balls with spiral structure*, all in one level (figs. 2-3) which supposedly terminates the slump. These spiral balls have their shapes so closely adjusted to each other (pl. XIV, fig. 2) as to completely fill in the layer. The crusts of balls are mostly deformed into meandric curves (pl. XIV, fig. 2). Disruption and folding of the underlying bed are observable at the bottom of the bank containing the balls, while the top has been equalised by erosion (fig. 3).

As regards the origin of the here considered slump structure it may be stated that synsedimentary disturbances have involved the upper parts of the deposits only. Hence the slumped material has the same composition as the adjacent layers, in many cases actually passing into sediments lying in situ. The formation of pillow balls within marls probably occurred when the slumped sediment had become fairly consolidated, while spiral balls within limestones were formed when the sediment was still very plastic. The floor, however, on which the spiral balls were formed had been sufficiently indurated to fracture and slightly fold under the load of balls.

#### *Galicowa slide near Sobków*

Slide structures crop out in a quarry in the Galicowa hill near Sobków, south of Kielce (fig. 1), within Upper Astartian limestones (Świdziński 1931). They consist of spiral balls lying in one level (fig. 4)

built of crusts of oolitic, oolitic-pelitic or pelitic limestones. The core of the spiral balls consists of irregularly kneaded shreds. The crusts are made up of large sheets or minute lumps of torn up limestone layers (fig. 5). The balls are fusiform, with diameter up to 110 cm, and length up to ca. 2 m (pl. XV). In result of weathering the outer crusts of the balls are covered with limonite and they split off the core (pl. XV, fig. 2).

The balls are sparsily distributed within the limestone, at a distance ranging from some tens of cm. up to several metres. The limestone cementing those balls that are near each other displays a nearly random fabric so that only occasional slide disturbances are indistinctly visible. Sagging of the underlying bed has persisted below some balls but on their upper side there are no signs of truncation.

The irregular core structure in balls suggests their resemblance to kneaded balls during the first stage of formation. Later on these structures rapidly rolled in one direction down a fairly steep bottom. Under favourable conditions sediment was rolled up round them in the fashion of a carpet. This type of balls could be named „carpet rolls“ (*Sediment-Rollen*, Klingner 1939, *Sedimentwalzen*, Niehoff 1958).

Together with the here considered balls, large often flat white coloured flints, not exceeding 20 cm in diameter, have likewise been introduced into the sediment by slumping movements. They occur amidst the balls, oriented at random, in some places even edgewise in relation to the bedding.

#### *Dobromierz slides near Przedbórz*

In the vicinity of Przedbórz (fig. 1) the disturbances occur within limestones and marls, supposed to be of Lower Kimeridgian age (Świżiński 1935, Kutek 1961).

The flow folds present in limestones (pl. XVI, fig. 1) have the transverse axis from 60 to 80 cm long and the actual height ca 25 cm. These, however, are not the original dimensions, since the folds have been superficially truncated by erosion, as is shown in the accompanying photograph (*intraformational folding superficial* — Fairbridge 1946). Owing to truncation it is impossible to ascertain the direction of the slumping of beds. Since within an outcrop of restricted size, the NNW-SSE trend of the transverse axis of these folds is shifted NNE-SSW, it may be roughly estimated that the displacement of the limestone layer was meridional.

Overlying the limestone formation is a structure analogous to

Shrock's *scour-and-fill structure* (1948) of marls with sporadic balls in shape resembling the spiral balls (pl. XVI, figs. 2-3). They are up to 30 cm. in diameter, flattened, with the top sometimes outwashed (fig. 6).

### Conclusions

On the development of sediment in section we may ascertain the condition associated with the formation of the Upper Astartian slumps of Skórkowska Góra and Galicowa. The former occurred during very calm sedimentation, the latter during the predominance of bottom currents. These carried littoral shell detritus building up, above the slide, diagonally bedded layers dipping to 30° SW. The contemporaneous age of the two slides is very probable.

The sedimentation of the Lower Kimeridgian limestones in the vicinity of Przedbórz, where the flow folds are encountered, occurred in far more shallow sea than that of deposits just mentioned. This is suggested by the presence of hard ground (Kutek 1961) and of lumachelles with large pebbles from the underlying limestones (up to 10 cm in size), bored by lamellibranchs, also by the truncation of the upper side of the whole limestone formation (pl. XVI, fig. 2). The flow folds have been superficially truncated, most likely by shallow water bottom currents.

Young-Cimmerian tectonic movements, very distinct within Upper Malm strata of the Holy Cross Mts. (Samsonowicz 1934, 1952), are most likely responsible for the here considered disturbances of sediments. Seismic impulses and probably also changes in the inclination of the sea bottom destroyed the equilibrium of some deposits and caused their gravitational sliding into deeper regions of the reservoir.

### UPPER CRETACEOUS SLUMP-BRECCIA

The Upper Cretaceous slump-breccia occurs within siliceous glauconitic marls of Upper Santonian age at Sulejów on the Vistula (fig. 1). Diverse shreds of siliceous non-glauconitic marl are embedded within these marls. The shreds are minute, not exceeding 4 cm. in diameter, as a rule readily distinguishable from the glauconitic groundmass. Larger fragments display a folded, spiral or cylindrical structure (fig. 7), indicating that they are slump structures.

The here considered breccia has been built up by fragments of

slumped material, transported by currents into quiet regions of the reservoir. Clastic quartz, partly also glauconite and phosphorites, have likewise been brought there by currents (Pozaryski 1938, 1956).

#### FINAL REMARKS

The here discussed slides within the marginal area of the Holy Cross Mountains occur in stages where movements — first of young-Cimmerian and subsequently of sub-Hercynian age uplifting the Palaeozoic block of that region, have been at work. Therefore, these movements are responsible not only for changes of facial and palaeogeographic conditions in the marginal epicontinental seas of the Upper Jurassic and the Upper Cretaceous (Pozaryski 1938, 1948, 1956; Samsonowicz 1952), but also for the gravitational contemporaneous disturbances of sediments and for their displacements by submarine slumping.

*Laboratory of Dynamic Geology  
of the Warsaw University  
Warszawa, January 1960*

---

#### OBJAŚNIENIA DO PLANSZ XI-XVI. DESCRIPTION OF PLATES XI-XVI

##### PL. XI

##### Fig. 1

Spągowa partia margli leżących ostrą granicą na wapieniu. W marglach tkwią pojedyncze toczne ugniatane. Skórkowska Góra

Bottom portion of marls sharply contacting the limestone, detached kneaded balls embedded in marls. Skórkowska Góra

##### Fig. 2

Rywna osuwiskowa. Bezludnie ułożone różnorodne elementy: toczne ugniatane, toczeniec poduszkowy i płytowy fragment rozerwanej ławicy. Skórkowska Góra

Slumping trough. Various elements arranged at random: kneaded balls, a pillow ball and a slab of the torn up layer. Skórkowska Góra

## PL. XII

Fig. 1

Zmarszczenia i sfałdowania warstw w marglach. Widok z profilu. Skórkowska Góra.

Wrinkled and folded marl layers, side view. Skórkowska Góra

Fig. 2

Sfałdowania warstw w marglach. Widok *en face*. Skórkowska Góra

Folded marls, front view. Skórkowska Góra

## PL. XIII

Fig. 1

Zmarszczenia warstw i toczneńce poduszkowe w marglach. Skórkowska Góra.

Wrinkled layers and pillow balls in marls. Skórkowska Góra

Fig. 2

Toczeniec poduszkowy. Skórkowska Góra

Pillow ball. Skórkowska Góra

## PL. XIV

Fig. 1

Toczeniec ugniatany — zgięty fragment rozerwanej ławicy. Skórkowska Góra

Kneaded ball — contorted shred of torn layer. Skórkowska Góra

Fig. 2

Toczeniec zwijane w ławicy wapienia. Skórkowska Góra

Level of spiral balls in limestone. Skórkowska Góra

## PL. XV

Fig. 1

Część rozłupanego w kamieniołomie toczneńca zwijanego zbudowanego z wapienia.  
Sobków, Galicowa

Fragment of a limestone spiral ball split up in the quarry. Sobków, Galicowa

Fig. 2

Toczeniec dywanowy zbudowany z wapienia. Sobków, Galicowa

Limestone "carpet-roll", Sobków, Galicowa

## PL. XVI

Fig. 1

Fałdy osuwiskowe w wapieniu, erozyjne ścięte z wierzchu. Dobromierz

Flow folds in limestone, surficially truncated. Dobromierz

Fig. 2

Margle z pojedynczymi tocząciami. Strop leżących niżej wapieni rozmyty przez prądy. Dobromierz

Marls with detached balls. Top of underlying limestones eroded by currents. Dobromierz

Fig. 3

Toczeniec zwijany leżący w marglach. Dobromierz

Spiral ball in marls. Dobromierz

*Plansze XI—XIV fot. A. Zboiński*

*Plansza XV — W. Stopiński*

*Plansza XVI — P. Roniewicz*

*Plates XI—XIV fot. by A. Zboiński*

*Plate XV — W. Stopiński*

*Plate XVI — P. Roniewicz*



Fig. 1

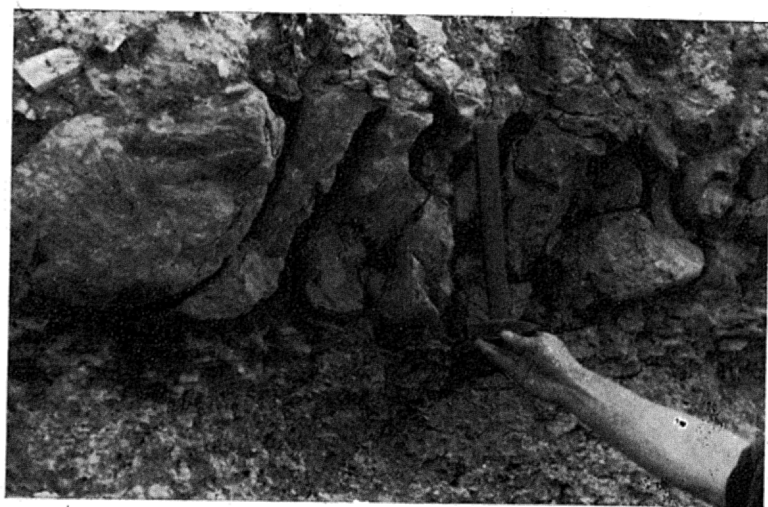


Fig. 2

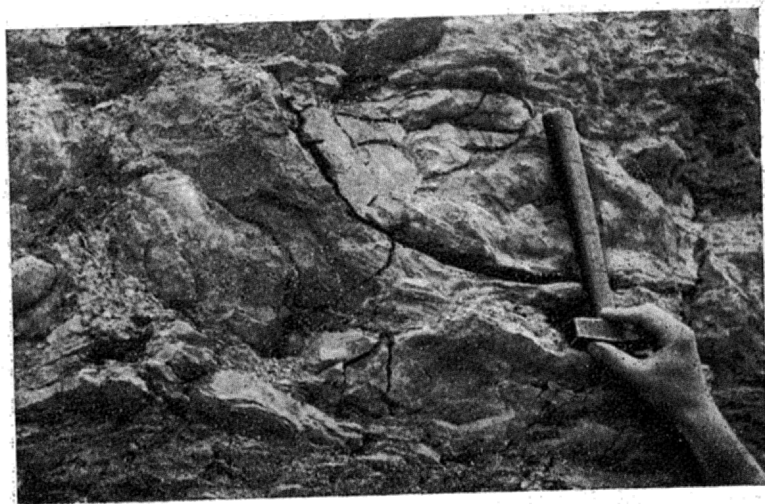


Fig. 1

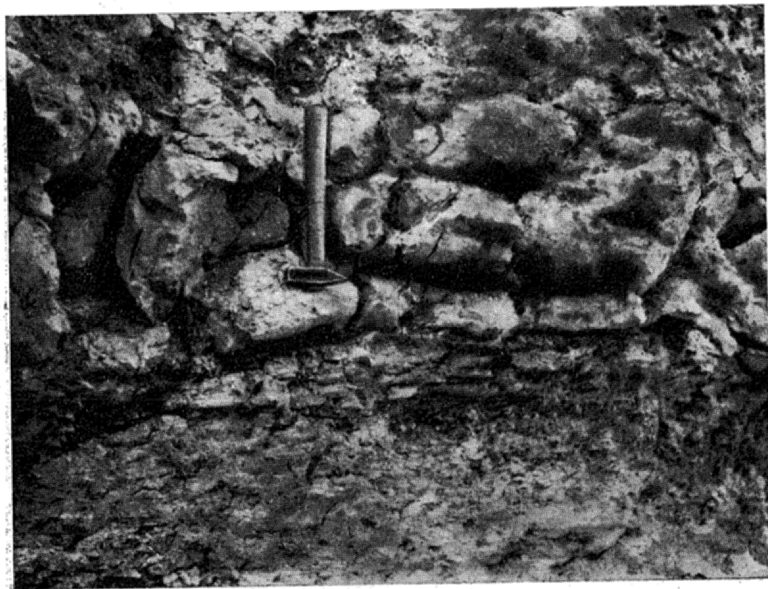


Fig. 2





Fig. 1

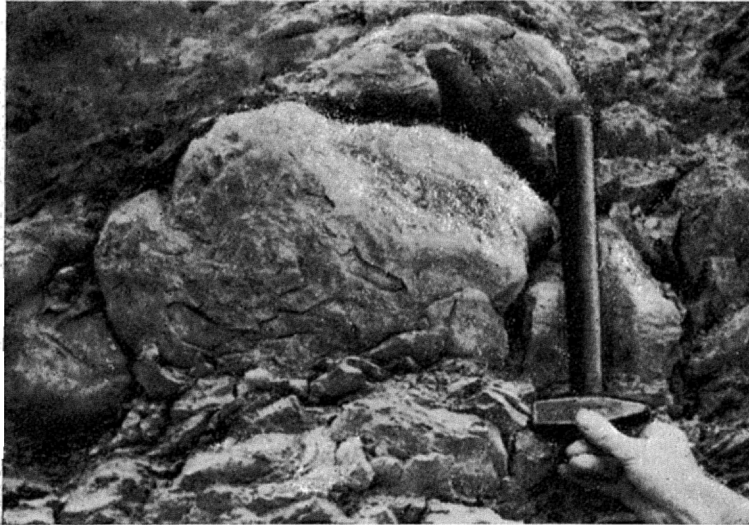


Fig. 2



Fig. 1

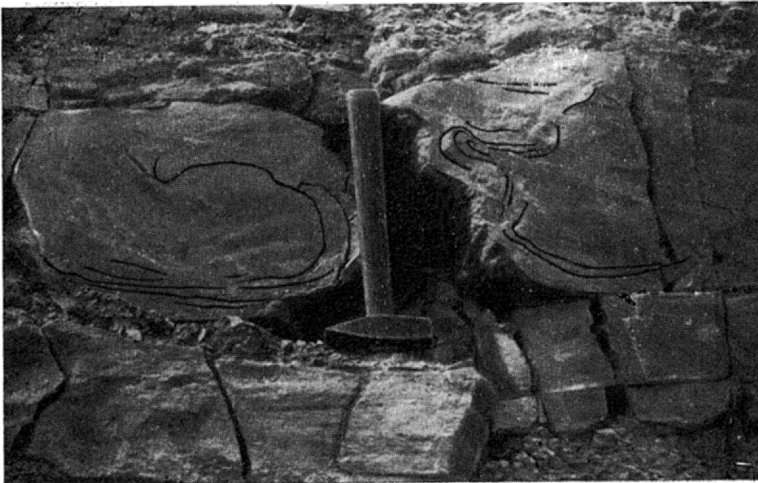


Fig. 2



Fig. 1

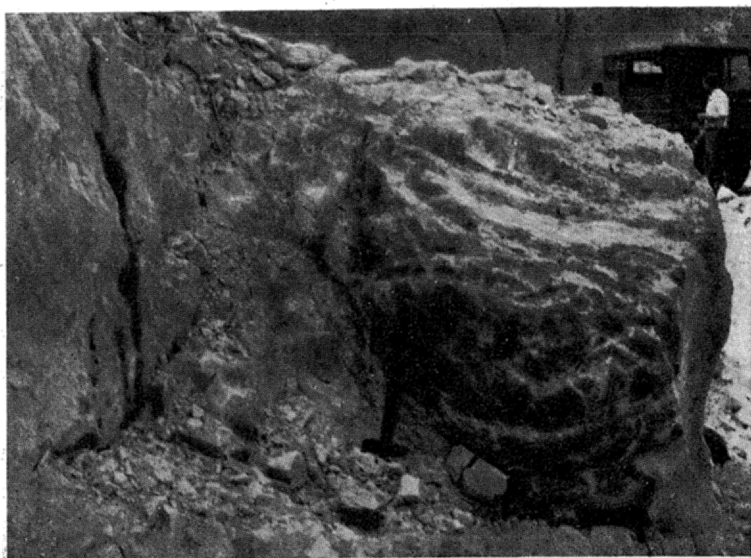


Fig. 2



Fig. 1

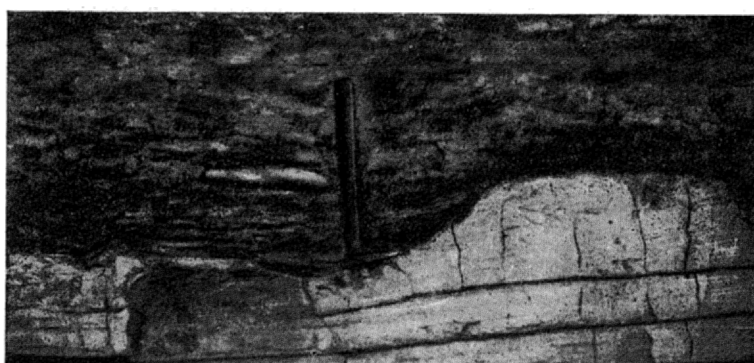


Fig. 2



Fig. 3