

ZBIGNIEW LAMPARSKI

Geneza form drumlinowych okolic Zbójna (Pojezierze Dobrzyńskie)

ORIGIN OF DRUMLINES NEAR ZBÓJNO (DOBRZYŃ LAKELAND)

STRESZCZENIE: Na podstawie morfologii, sposobu występowania oraz budowy wewnętrznej form nazywanych drumlinami okolic Zbójna i uważanych za formy powstałe w wyniku egzaracji lodowcowej przedstawiono próbę odmiennej interpretacji ich genezy. W świetle zebranych materiałów są to formy powstałe w okresie deglacjacji, przy udziale wód roztopowych nacinających powierzchnię lodu szeregiem równoległych potoków, które zostały wypełnione materiałem fluwioglacjalnym, otulonym następnie gliną zwałową. Obecna rzeźba terenu jest wynikiem inwersji rzeźby powierzchni martwego lodu.

WSTĘP

W obfitej literaturze poświęconej morfogenezie krajobrazów drumlinowych na pierwszy plan wysuwa się tendencja poszukiwania związku morfogenetycznego między formami drumlinowymi a aktywnym łądodem. Istnieje bowiem szereg przesłanek, które zdają się wskazywać, iż tylko łądolód obdarzony znaczną dynamiką ruchu spowodował powstanie tych oryginalnych form. W podobny sposób tłumaczy się też genezę form o podobnym wyglądzie zewnętrznym, ale zupełnie odmiennej budowie wewnętrznej (por. Czechówna 1953, a także Jewtuchowicz 1956, Roszkówna 1961, Liberacki 1961, Wiśniewski 1965, Karczewski 1968, Galon 1969, Baranowski 1969).

Ze względu na trudności w podaniu ścisłej definicji drumlinu, która oprócz morfologii uwzględniałaby także specyficzne cechy budowy wewnętrznej, niniejsze rozważania opierać się będą przede wszystkim na materiale zebranym z obszaru, który w literaturze polskiej od lat nazywany jest polem drumlinowym okolic Zbójna. Występujące tu drum-

liny mają jednakową budowę geologiczną wyrażoną obecnością fluwioglacjalnego jądra otulonego gliną zwałową. Różnią się natomiast budową od innych form uważanych również za drumliny, a zbudowanych z litych skał podłoża lub skał podłoża otulonych gliną, czy też z samej gliny zwałowej. Stąd też wynikające wnioski morfogenetyczne dotyczyć będą wyłącznie tej wąskiej grupy form, które nazywane są drumlinami okolic Zbójna.

Poszukiwanie związku morfogenetycznego drumlinów okolic Zbójna z działalnością aktywnego lądolodu jest tak sugestywne, iż mimo całego potrzebnego w tej kwestii obiektywizmu sugestia ta ciąży poważnie nad sposobem zbierania materiałów terenowych i opartych nań wnioskach morfogenetycznych. Stąd też próba przedstawienia szeregu obserwacji zebranych w oparciu o zupełnie odmienną koncepcję wyjściową, zakładającą iż rzeźba każdego młodego krajobrazu polodowcowego jest wynikiem działania procesów jak najmniej odległych w czasie. Dlatego też w rzeźbie tej winny dominować formy związane nie z transgresją lądolodu bardziej odległą w czasie, ale formy powstałe u schyłku zlodowacenia w końcowym etapie deglacjacji.

Drumliny okolic Zbójna, których morfologia była już kilkakrotnie przedstawiona (Nechay 1927, Jewtuchowicz 1956, Liberacki 1961, Baranowski 1969), są formami tak drobnymi w skali transgredującego lądolodu, że nie wydaje się możliwe, aby mogły one powstać pod wpływem nacisku dolnej partii lądolodu. Po stopieniu bowiem całej wyżej leżącej masy lodu, utworzona uprzednio rzeźba winna zginąć pogrzebana mniej lub bardziej chaotycznie wytopionym materiałem skalnym. Tym bardziej, że miąższość lodu, sądząc po wysokości moren czołowych okolic Chrostkowa, na zapleczu których występuje większość omawianych form, musiała być znaczna. Natomiast szereg obserwacji mających dokumentować subglacjalną genezę tych form można równie dobrze wykorzystać dla udokumentowania zgoła odmiennej koncepcji morfogenetycznej.

ASPEKTY MORFOLOGICZNE OBSZARU DRUMLINOWEGO OKOLIC ZBÓJNA

Pomijając zagadnienie szczegółowej charakterystyki morfologicznej pola drumlinowego okolic Zbójna, przedstawionej w cytowanych na wstępie pracach, podkreślić należy wyłącznie te cechy, które — jak się wydaje — mogą mieć istotne znaczenie dla morfogenezy obszaru, a do tej pory nie zostały dostatecznie wyeksponowane.

Drumliny zbójne, jak to już zauważył W. Nechay (1927), występują w zwartym zespole, tworząc charakterystyczny krajobraz drumlinowy na zapleczu moren czołowych (fig. 1). Znaczna jednak ilość form

nicach 95—100 m n.p.m. W odległości około 1 km na NE, w kotlinowatym zagłębieniu połączonym z poprzednim wąskim przesmykiem, występuje następna grupa drumlinów otaczających łukiem od południowego zachodu misę jeziora Ciepień. Ta ostatnia grupa form wykazuje zupełnie inną orientację. Wyraźnie równoleżnikowy przebieg poprzednich form drumlinowych ustępuje tutaj miejsca orientacji NW-SE, co sugeruje, iż formy te powstały zupełnie niezależnie. Drumliny Zajeziorza wykazują wyraźny związek z obniżeniem o charakterze rynnowym, otwartym w kierunku północno-zachodnim. Drumliny okolic Ciepienia wykazują natomiast związek z wytopiskiem, którego ostatecznym wyrazem morfologicznym jest misa jeziora Ciepień. Wyraźna niezgodność ułożenia dłuższych osi drumlinów pojawia się również pomiędzy formami występującymi w NW części właściwego pola drumlinowego, ciągnącymi się od okolic Carskiego Daru, a grupą drumlinów okolic Wielgiego. Drumliny występujące w obniżeniu ciągnącym się od Carskiego Daru mają początkowo

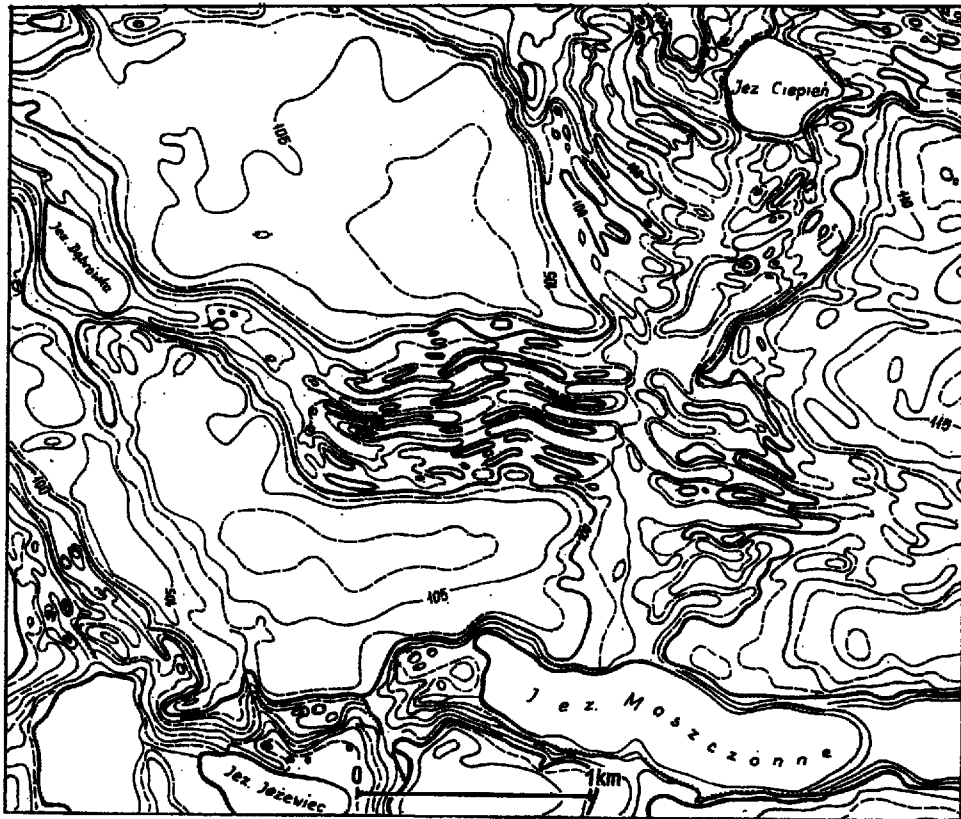


Fig. 2

Morfologia okolic Zajeziorza
Morphology of the area of Zajeziorza village

przebieg z NW na SE, później zaś, na północ od Wielgiego, skręcając dość gwałtownie na południe (fig. 1), aby w okolicy Adamek spotkać się z grupą drumlinów o przebiegu prawie równoleżnikowym. Jedną z najczęściej zatem podkreślanych cech krajobrazu drumlinowego, jaką jest zgodna orientacja form mająca wskazywać kierunek ruchu lądolodu modelującego podłoże, wydaje się problematyczna. Wprawdzie większość form wykazuje orientację prawie prostopadłą do przebiegu chrostkowskich moren czołowych, jednak odstępstwa od tej zasady są bardzo częste. Na ułożenie form drumlinowych w stosunku do ówczesnej krawędzi czoła lądolodu zwraca również uwagę L. Roszkówna (1961) stwierdzając, iż w okolicy Gniewu szereg drumlinów zorientowanych jest równolegle do przebiegu moren czołowych łobu Wisły. Przebieg dłuższych osi drumlinów okolic Zbójna nie zawsze jest prostoliniowy, równie często występują tu formy wprawdzie równoległe do siebie, ale o przebiegu falistym lub łukowym, co przy założeniu, iż są one wynikiem modelowania podłoża przez aktywny lądolód transgredujący w określonym kierunku, zmuszałoby do przyjęcia licznych zmian w kierunku ruchu lub skrętu poszczególnych partii lodu i to na obszarze niezbyt wielkim, bo o powierzchni około 40 km². Szczególnie trudny do wyjaśnienia byłby układ poszczególnych form na SW od Zbójna (fig. 1), gdzie przebiegają one łukiem o promieniu niespełna 1 km, co można by tłumaczyć jedynie ruchem obrotowym pewnej partii lodu, a to nie wydaje się możliwe.

Bardzo często eksponowaną cechą drumlinów zbójńskich była asymetria ich profilu podłużnego, mająca określać kierunek działania siły modelującej podłoże w czasie ruchu lądolodu. Mimo licznych obserwacji nie udało się stwierdzić tego rodzaju asymetrii. Zarówno stoki uważane za proksymalne, jak i stoki dystalne posiadają podobny kąt nachylenia, lub też w dwu sąsiadujących formach stoki bardziej strome skierowane są ku sobie (por. Jewtuchowicz 1956).

Szczególnie istotnym dla dalszych rozważań jest fakt, iż obok stosunkowo długich i wąskich form rynnowych w krajobrazie pola drumlinowego okolic Zbójna występują również liczne jeziora i zagłębienia wytopiskowe, o kształcie wyraźnie odmiennym, nie harmonizującym z układem form drumlinowych, co pozostaje w trudnym do wyjaśnienia związku morfogenetycznym. Obfitość tego rodzaju form zarówno w centrum pola drumlinowego, jak i na obrzeżeniach podkreśla raczej cechy krajobrazu kształtującego się w wyniku nieregularnego rozpadu lodu w procesie deglacjacji arealnej. Ponadto formom drumlinowym okolic Zbójna towarzyszą bezpośrednio wąskie i długie rynienki niczym nie przypominające rynien subglacjalnych. Podzielone są one szeregiem niewysokich progów na wąskie o owalnym kształcie waniutki.

W okolicy Nowej Wsi (fig. 3) na zapleczu chrostkowskich moren czołowych występują dwa wyraźne obniżenia w kształcie zatok wkraczających na obszar czo-

łowo-morenowy. Obniżenie południowe stanowi zakończenie rynny Jeziora Oborskiego u podnóża chrostkowskich moren czołowych. Północne tworzy obszar zamknięty od wschodu morenami chrostkowskimi, a od północy i zachodu płaską wy-

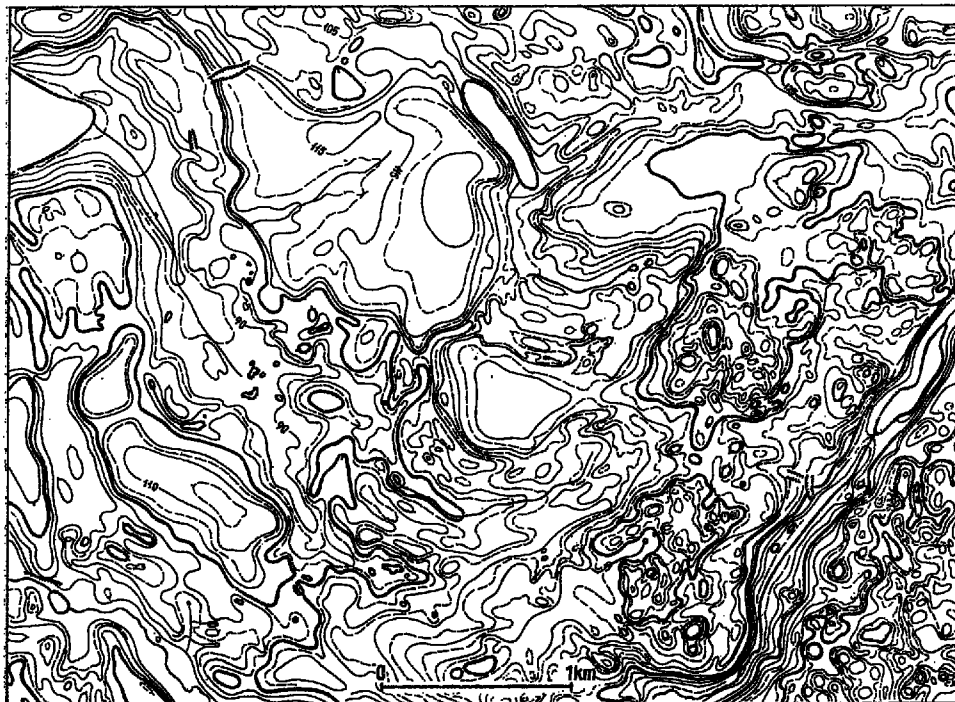


Fig. 3

Morfologia okolic Nowej Wsi
Morphology of the area of Nowa Wieś village

soczyzną polodowcową rozciętą na linii Jeziora Chojeńskiego. Obydwa obniżenia rozdziela płaskie plateau zbudowane z gliny zwałowej o miąższości ponad 7 m. W dnach tych obniżeni występuje szereg form drumlinowych, o morfologii i budowie wewnętrznej zbliżonej do form występujących w centrum pola drumlinowego. Podobne formy występują także w rynn timer Jeziora Oborskiego. Tymczasem na otaczającej je wysoczyźnie polodowcowej nie stwierdzono żadnych śladów drumlinizacji.

W okolicy Sitna (fig. 4) w północno-zachodniej części pola drumlinowego występuje wyraźna depresja morfologiczna, której północno-zachodnią część zajmuje miska jeziora Sitno. Depresja ta rozdzielona jest na dwie części szeregiem równoległych regularnych wałów o przebiegu NW-SE położonych znacznie niżej niż jakiegokolwiek drumliny okolic Zbójna. Wały te noszą na sobie wszystkie morfologiczne cechy drumlinów i podobnie jak one rozdzielone są obniżeniami o kształcie owalnych waniek. Tak niskie położenie drumlinów w dnie misy wytopiskowej sugeruje ich związek genetyczny z genezą całego obniżenia.

Podobna sytuacja występuje w przedłużeniu Jeziora Żalskiego ku NW (fig. 5). Północno-zachodnią część rynny nie zajętej przez Jezioro Żalskie zamknięta jest

około 20-metrową owalną krawędzią ograniczającą niewielki obszar o powierzchni około 0,5 km², na którym obok małego zbiornika wodnego pojawia się kilka drumlinów o orientacji NW-SE. Dalej ku NW, pasem szerokości około 1,5 km ciągnie się szereg stosunkowo długich i wąskich form drumlinowych położonych na poziomie nie tylko wyższym od uprzednio opisanych drumlinów, ale wyższym również od poziomu, na którym występują drumliny okolic Zbójna. Formy w okolicy Jeziora Zalskiego przechodzą w znaczne nagromadzenie drobnych pagórków i chaotycznie rozmieszczonych zagłębień bezodpływowych o charakterze wytopiskowym.

Po wschodniej stronie Jeziora Zalskiego (fig. 6) występuje kilka drobnych zagłębień wytopiskowych i niewielka miska jeziorna, a wśród nich szereg drobnych form drumlinowych. I znowu formy te towarzyszą bądź zagłębieniom rynnowym, bądź też wytopiskowym, a ich orientacja zgodna jest albo z przebiegiem rynny, albo z przebiegiem krawędzi wytopisk.



Fig. 4

Morfologia okolic Sitna
Morphology of the area of Sitno village

Podobną sytuację stwierdzono również na Pomorzu Zachodnim (fig. 7) na południe od Gościna. W sąsiedztwie przeobrażonej współczesną erozją rynny subglacialnej, na niewielkim obszarze o powierzchni około 0,5 km², obok pagórków kemo-wych i wytopisk występuje tutaj zwarta grupa pięciu form drumlinowych, przypominających do złudzenia niektóre drumliny okolic Zbójna. Towarzyszą im, podob-

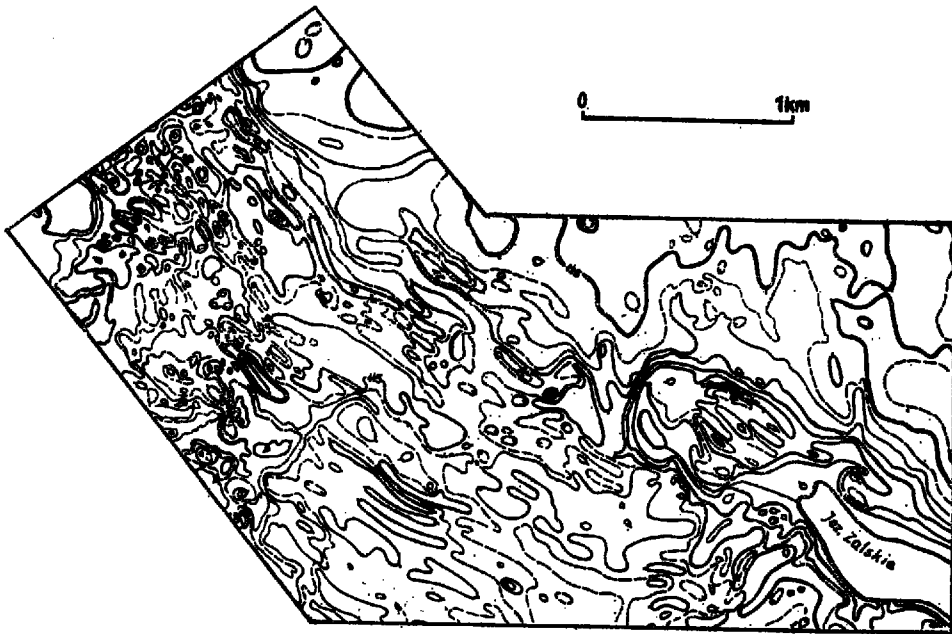


Fig. 5
 Morfologia okolic Jeziora Żalskiego (część zachodnia)
 Morphology of the area of Żalskie Lake (western part)

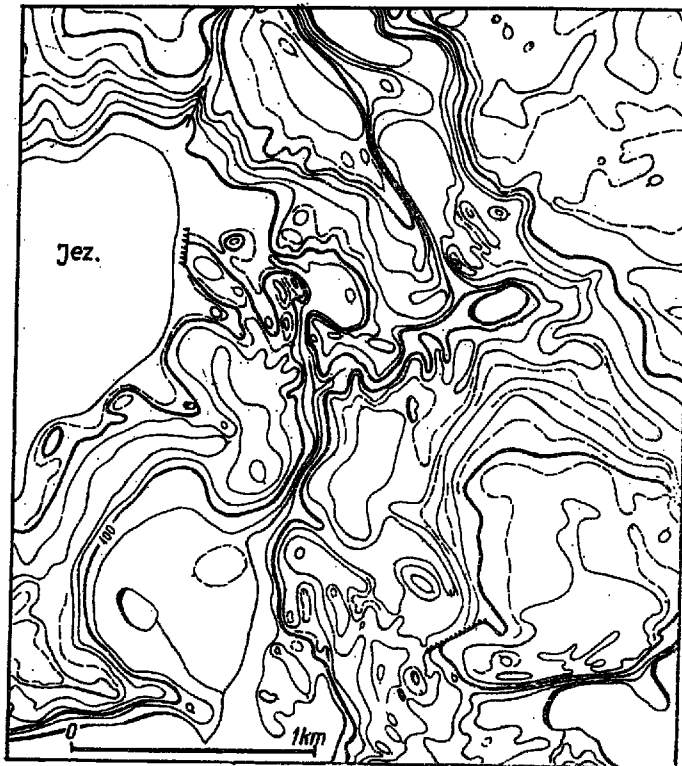


Fig. 6
 Morfologia okolic Jeziora Żalskiego (część wschodnia)
 Morphology of the area of Żalskie Lake (eastern part)

nie jak na obszarze zbójeńskim, małe obniżenia o owalnym kształcie. Występowanie tak małej grupy drumlinów na tle bezładnie rozmieszczonych innych form zdaje się wykluczać możliwość ich powstania w wyniku nacisku aktywnego lądolodu.

BUDOWA GEOLOGICZNA

Przedstawione obserwacje morfologiczne, jak i ogólny charakter rzeźby obszaru drumlinowego, w którym na pierwszy plan wybija się znaczna ilość zagłębień wypełnionych wodą, zagłębień o różnym kształcie, niejednokrotnie prostopadłych do dłuższej osi form drumlinowych, czy też układających się do nich równolegle na podobieństwo strug wodnych, zdają się wskazywać, że w morfogenezie tego krajobrazu znaczną rolę odgrywać musiały wody roztopowe. Udział tych wód powinien zaznaczyć się również w budowie wewnętrznej drumlinów.

Drumliny zbójeńskie, jak to już notowano wcześniej (Nechay 1927), zbudowane są z fluwioglacjalnego jądra, pokrytego w sposób ciągły lub tylko płacami gliną zwałową. Podkreślano również, że jądro to jest za-



Fig. 7

Grupa kilku form drumlinowych na S od Gościna (Pomorze Zachodnie)
 Few drumline forms occurring to the south of Goścín (western Pomerania)

burzone glaciektonicznie, a pokrywająca je glina zwałowa posiada wyraźne warstwowanie podkreślone drobnymi, cienkimi smugami piasku.

Mimo dość szczegółowego przeglądu licznych ostatnio odsłonięć, występujących w drumlinach zbójęńskich, nie znaleziono dostatecznie przekonujących dowodów, iż materiał budujący jądra drumlinów nosi cechy osadu zaburzonego glaciektonicznie. W większości form występuje dobrze zachowane warstwowanie materiału fluwioglacjalnego (pl. 1, fig. 2) złożonego z grubych żwirów, piasków różnej granulacji, często nawet bardzo drobnociarnistych, a nawet mułków. Materiał ten jest wyraźnie warstwowany, a wszelkie występujące w nim zaburzenia swą genezą są zupełnie odmienne od tych, które powstają w wyniku nacisku lodolodu.

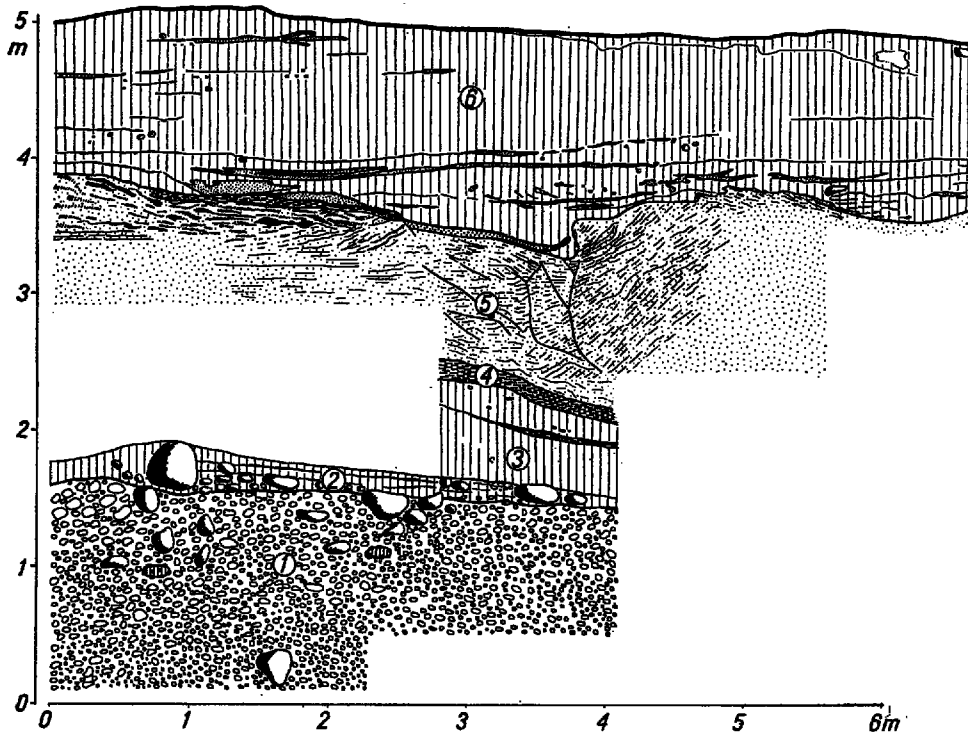


Fig. 8

Budowa wewnętrzna formy drumlinowej w Nowej Wsi (przekrój podłużny, częściowo wg K. Antoniaka)

1 gruboziarniste żwiry z głazami i tocząciami gliny zwałowej, 2 glina zwałowa brązowa z głazami do 40 cm średnicy, 3 glina zwałowa brązowa z drobną warstewką jasnobrazowego piaszczystego mułku, 4 mułek piaszczysty jasnobrazowy, 5 piasek drobnociarnisty, 6 glina zwałowa jasnobrazowa

Internal structure of the drumline at Nowa Wieś (longitudinal section; partly after K. Antoniak)

1 coarse gravels with boulders and boulder-clay balls, 2 brown boulder clay with boulders up to 40 cm in diameter, 3 brown boulder clay intercalated with thin layer of light-brown sandy silt, 4 light-brown sandy silt, 5 fine-grained sand, 6 light-brown boulder clay

Wykonane przez S. Jewtuchowicza (1956) przekroje podłużne i poprzeczne form z okolic Zbójnika wskazują wyraźnie, co także podkreśla autor, iż w budowie drumlinów tego obszaru biorą udział trzy poziomy o różnej genezie: dolny poziom gliny zwałowej, środkowa seria piasków fluwioglacjalnych i górny poziom gliny zwałowej o strukturze wyraźnie odmiennej od dolnej gliny zwałowej. Z przekrojów tych wynika ponadto, iż miąższość materiału budującego jądro drumlinów waha się w granicach 1—2 m. W obserwacjach poczynionych ostatnio w licznych stosunkowo głębokich odsłonięciach nie stwierdzono nigdzie tak cienkiego jądra fluwioglacjalnego, wszędzie natomiast występują kilkumetrowej miąższości osady fluwioglacjalne. Można więc przyjąć, iż przedstawione przez S. Jewtuchowicza przekroje nie są typowe. Stwierdzono natomiast zgodnie z obserwacją tegoż autora, że pod górnym poziomem gliny występuje tu zawsze piasek fluwioglacjalny o wyraźnym warstwowaniu. Warstwowanie to jest cechą wspólną dla wszystkich form i wskazuje wyraźnie na udział wód roztopowych w procesie akumulacji materiału budującego jądra drumlinów zbójńskich.

W okolicy Nowej Wsi, u podnóża niewielkiego fragmentu wysoczyzny polodowcowej, w głębokim obniżeniu na zapleczu wewnętrznego łuku chrostkowskich moren czokowych, występuje kilka form drumlinowych, z których jedna intensywnie eksploatowana daje dobre odsłonięcia pozwalające na pełne zapoznanie się z jej budową geologiczną (fig. 8 — przekrój podłużny).

Na głębokości 3,5 m od powierzchni wyrobiska występują tutaj (1 na fig. 8) bardzo gruboziarniste żwiry z glazami od 10 do 35 cm średnicy, z licznymi uzbrojonymi tocząciami gliny zwałowej, co zdaje się wskazywać, iż poziom ten tworzył się w warunkach bardzo silnego transportu wodnego wynoszącego frakcję piaszczystą, a składającego wyłącznie materiał żwirowo-glazowy. Stwierdzona w odsłonięciu miąższość żwirów wynosi ponad 1,5 m. W stropie ich pojawia się około 20 cm miąższości brązowa glina zwałowa z licznymi glazkami i glazami o średnicy dochodzącej do 40 cm (2 na fig. 8). W glinie tej zaznaczają się dość wyraźnie cienkie smugi piaszczyste równoległe do stropu i spągu warstwy. Powyżej występuje następny poziom gliny zwałowej o miąższości około 1 m (3 na fig. 8) z 3-centymetrową warstewką jasnobrązowego piaszczystego mułku. Taki sam mułek (o miąższości ok. 10 cm) leży także w stropie rozważanej gliny zwałowej (4 na fig. 8). Ponad mułkami i gliną pojawiają się bardzo drobnoziarniste i subtelnie warstwowane piaski (5 na fig. 8) osadzone w środowisku wodnym z bardzo słabo zaznaczonym przepływem. Wyraźniejsze warstwowanie widoczne jest głównie w ich górnej części. Piaski pokrywa niezgodnie glina zwałowa (6 na fig. 8), wyraźnie poziomo warstwowana, co podkreślone jest drobnymi smugami drobnoziarnistego piasku. Poza strefą występowania drobnych smug i wkładek piaszczystych glina ta składa się z równoległych warstewek o upadzie skierowanym zgodnie z nachyleniem zboczy formy. W środkowej części odsłonięcia drobnoziarniste piaski uległy silnej deformacji przez płat gliny zwałowej wyraźnie oddzielającej się od całego kompleksu otulającego formę, co sugerować może, iż znalazł się on tutaj w wyniku spływu jezora gliniastego ku osi formy.

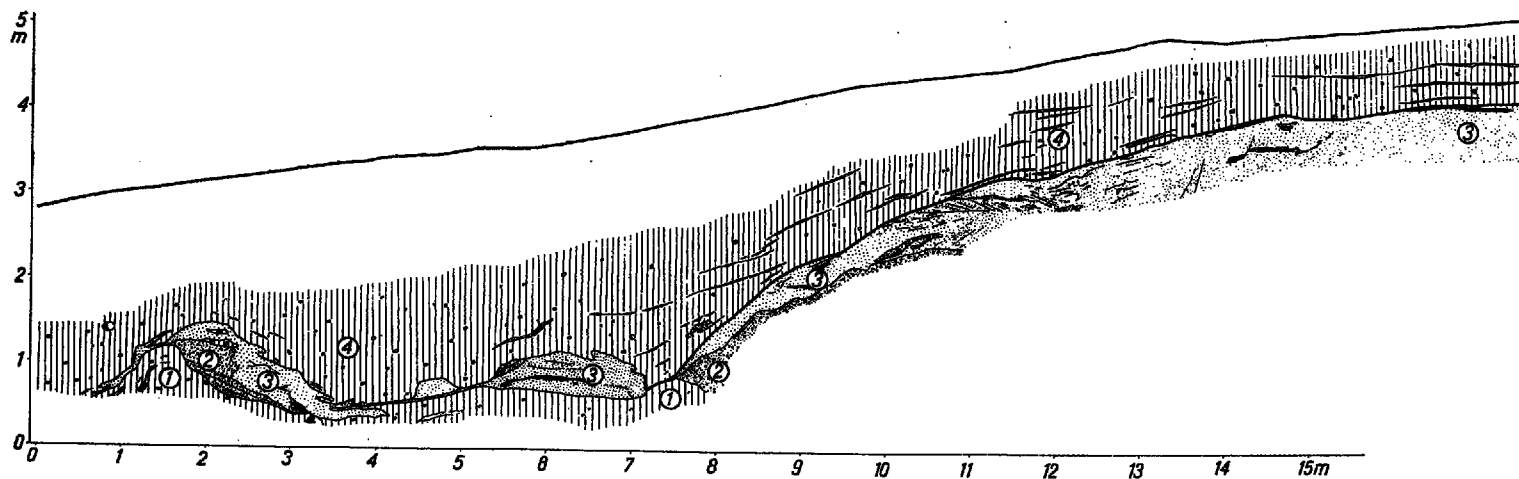


Fig. 9

Budowa wewnętrzna formy drumlinowej w Nowej Wsi (przekrój poprzeczny)
 1 glina zwałowa jasnobrązowa, 2 piaski i żwiry, 3 piaski i żwiry w formie oderwanych pakietów, 4 glina zwałowa jasnobrązowa

Internal structure of the drumline at Nowa Wieś (transversal section)
 1 light-brown boulder clay, 2 sands and gravels, 3 sands and gravels in the form of torn-off packets, 4 light-brown boulder clay

W przekroju poprzecznym rozważanej formy (fig. 9) widoczne są piaski drobnoziarniste z wyraźnym warstwowaniem i drobnymi uskokami, stanowiące kontynuację piasków międzyglinowych z poprzedniego odsłonięcia. Strop ich jest współkształtny do powierzchni formy, a warstwowanie wychodzi w powietrze, co wskazuje na późniejsze ich podcięcie. O ile w części centralnej odsłonięcia są to głównie piaski drobnoziarniste, o tyle u podstawy zbocza formy pojawiają się w nich soczewki żwirów i piasków gruboziarnistych nachylonych już zgodnie ze stokiem formy. Piaski drobnoziarniste budujące centralną część formy pokryte są ciągłym poziomem gliny zwałowej o miąższości około 1 m, wyraźnie warstwowanej, przy czym bardzo często warstwowanie to podkreślone jest równoległymi smugami lub soczewkami piasku. W stronę stoku formy miąższość gliny zwałowej konsekwentnie wzrasta osiagając miąższość około 2,5 m, przy czym zmienia się także wyraźnie kąt warstwowania i układ przewarstwień piaszczystych górnej gliny zwałowej otulającej formę. Poziome warstwowanie gliny zwałowej w środkowej części formy ustępuje miejsca warstwowaniu zgodnemu z nachyleniem stoku. Podścielające glinę piaski ulegają u podstawy zbocza formy nagłemu wyklinowaniu, tak iż miejscami górna glina zwałowa leży bezpośrednio na glinie zwałowej dolnej. W strefie kontaktu tych dwóch glin zwałowych występują nieregularne w kształcie pakiety piasków i żwirów, których pozycja wskazuje wyraźnie, iż są to fragmenty osadów, budujących jądro formy. Można zatem przyjąć, iż działały tu procesy skierowane od osi formy ku jej zboczom. Uwidoczniło się to także w wyraźnie soliflukcyjnym zaburzeniu pierwotnego warstwowania gliny zwałowej górnej. Ponadto wydaje się, iż forma ta powstała jako wypełnienie obniżenia w powierzchni lodu.

Na podstawie powyższych danych genezę formy drumlinowej w okolicy Nowej Wsi można przedstawić następująco. Występujące w centralnej części formy gruboziarniste żwiry z głazami i otoczkami gliny zwałowej osadzone zostały przez wody fluwioglacjalne o znacznej sile nośnej. Gwałtowne zahamowanie przepływu wód przemywających i transportujących materiał wytapiający się ze ścian lodowych umożliwiło osadzenie się tego materiału w postaci poziomu gliny zwałowej dolnej, której drobne warstwowanie, a także osadzenie się wyżej leżących mułków podkreśla znikomy udział wód. Wzrasta on już tylko nieznacznie w momencie sedymentacji delikatnie warstwowanych drobnoziarnistych piasków, ustępując później miejsca soliflukcyjnym splywom gliny zwałowej, co doprowadza w efekcie do całkowitego wypełnienia obniżenia w lodzie powodując jednocześnie niewielkie zaburzenia w układzie leżących pod gliną piasków. W miarę postępującego procesu deglacjacji, wody roztopowe spływają między zboczami wyłaniającej się formy a ścianami lodowymi, podcinając osadzony uprzednio materiał i powodując zachwianie równowagi zbocza, co prowadzi do powtórnego przemieszczenia się nieskonsolidowanej jeszcze dostatecznie gliny zwałowej górnej. To powtórne przemieszczenie gliny staje się przyczyną licznych zaburzeń na stoku formy.

Dość dobrą ilustracją budowy wewnętrznej drumlinów jest odsłonięcie występujące w centrum pola drumlinowego o najpełniej rozwiniętych formach w okolicy Zbójenka na NW od Zbójna (pl. 1, fig. 1).

W dolnej partii odsłonięcia (pl. 1, fig. 2) występują piaski gruboziarniste prawie poziomo warstwowane z wkładkami gruboziarnistych żwirów, jako wyraz gwałtownego przepływu wód. W górnej partii odsłonięcia, które ze względu na swój kształt daje możliwość obserwacji ścian w różnych płaszczyznach, na głębokości 1,5 m od powierzchni formy, pojawiają się warstwy piasku średnio- i wyżej drobnoziarnistego z poziomymi wkładkami mułków, co wskazuje na zwolna zamierającą się transportową wody. Na uwagę zasługuje również fakt braku wyraźnych zaburzeń osadzonego tu materiału, a także brak pokrywy z gliny zwałowej.

W odległym o niespełna 500 m odsłonięciu zlokalizowanym na kulminacji innej formy (fig. 10 oraz pl. 2, fig. 1), widoczny jest również dobrze przemyty i warstwowany materiał fluwioglacjalny pokryty blisko metrowej miąższości gliną zwałową o wyraźnej strukturze spływowej, podkreślonej wtrąceniami i wkładkami

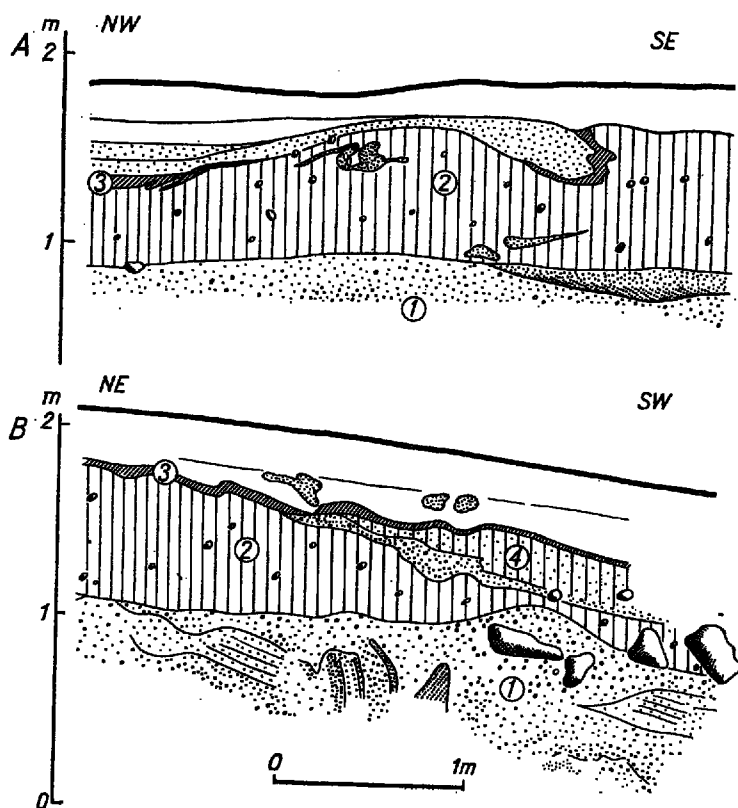


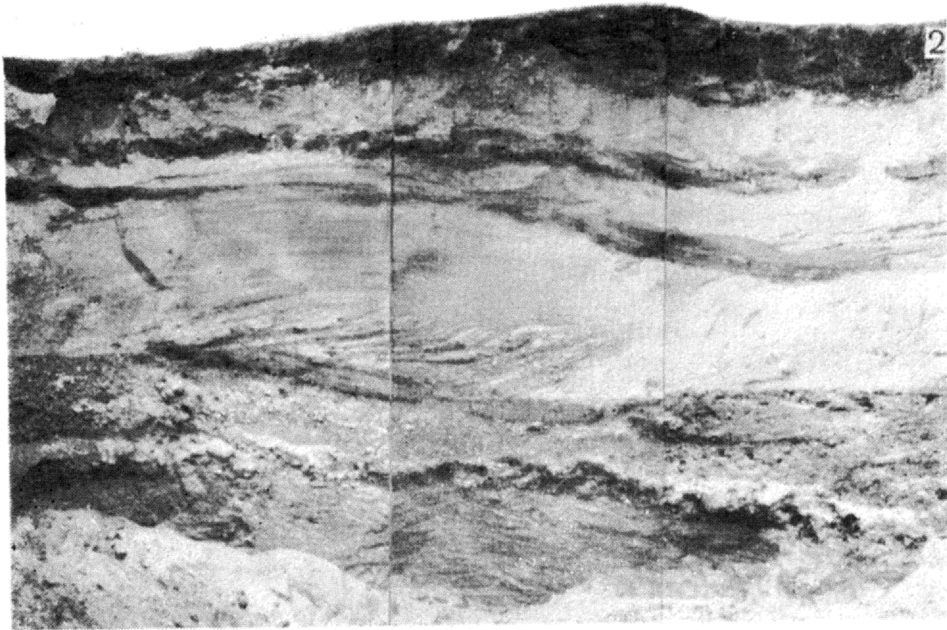
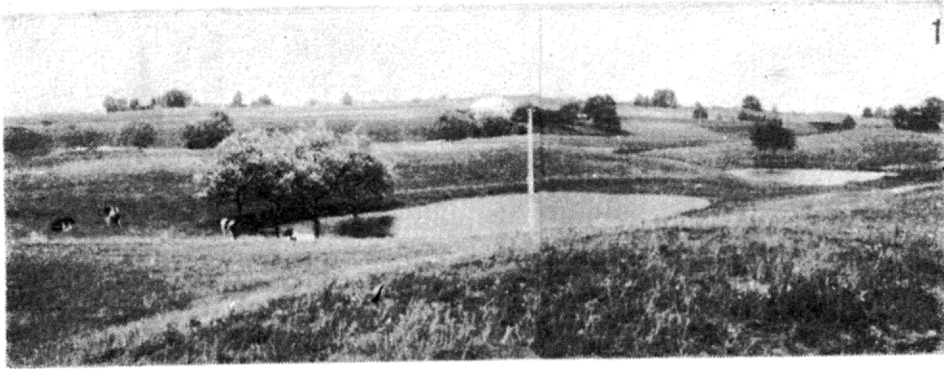
Fig. 10

Odsłonięcie w kulminacji formy drumlinowej koło Zbójenka ilustrujące w dwu płaszczyznach (równoległej i prostopadłej do dłuższej osi formy) jej budowę wewnętrzną

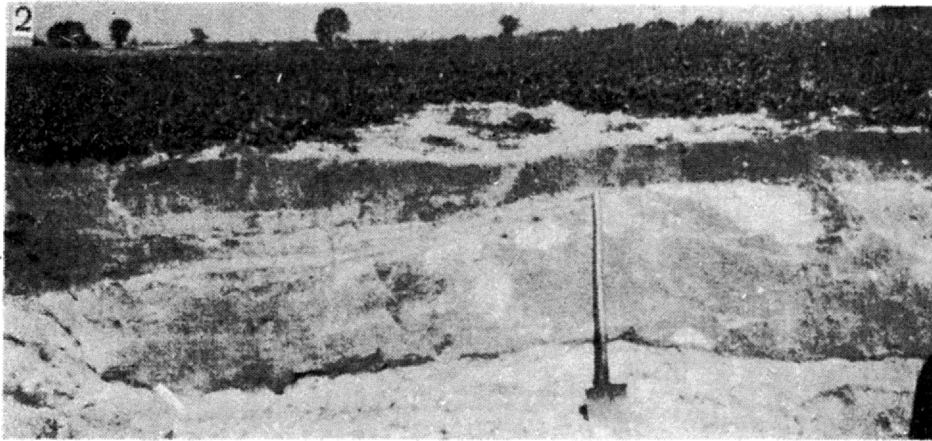
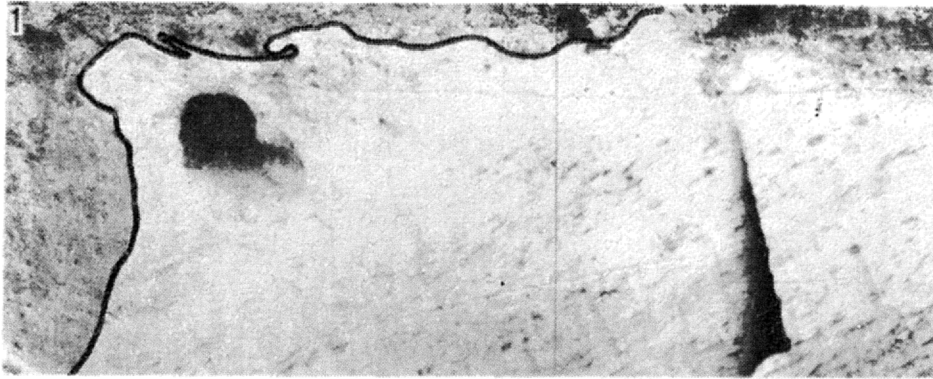
1 piaski i żwirów, 2 glina zwałowa, 3 il, 4 piasek gliniasty z głazami

Outcrop in the top part of the drumline at Zbójenka illustrating internal structure of the drumline in two planes (longitudinal and transversal)

1 sands and gravels, 2 boulder clay, 3 clay, 4 clayey sand with boulders



- 1 — Krajobraz pola drumlinowego w okolicach Zbójenka z widocznym odsłonięciem w kulminacji formy drumlinowej.
Drumline-field landscape from the area of Zbójenko village; outcrop in culmination part of the drumline.
- 2 — Odsłonięcie w formie drumlinowej w okolicy Zbójenka; widoczne warstwowane żwiry i piaski fluwioglacjalne z wkładkami mułków.
Outcrop in the drumline near Zbójenko; visible are stratified fluvioglacial gravels and sands with silty intercalations.



- 1 — Fragment odsłonięcia w okolicy Zbójenka (por. fig. 11).
 Fragment of the outcrop near Zbójenko (cf. Fig. 11).
- 2 — Odsłonięcie w formie drumlinowej w okolicy Zbójenka; widoczna pokrywa górnej gliny zwalowej oraz niżej leżące warstwowane żwiry i piaski fluwioglacjalne (por. fig. 10A).
 Outcrop in the drumline near Zbójenko; visible are the mantle of upper boulder clay overlaying stratified fluvioglacial gravels and sands (cf. Fig. 10A).
- 3 — To samo odsłonięcie (por. fig. 10B).
 Same outcrop (cf. Fig. 10B).

piasku. Znajdujące się w dolnej części odsłonięcia zaburzenia serti fluwioglacjalnej (pl. 2, fig. 2), podobnie jak w poprzednim odsłonięciu, nie mogą reprezentować zaburzeń glaciektectonicznych.

(W odsłonięciu przy szosie Zbójno-Sitno, w miejscowości Zbójenka, w rozciętej przekopem drogowym formie drumlinowej odsłania się profil (fig. 11), który mógłby sugerować istnienie zaburzeń glaciektectonicznych. W przekroju tym, prostopadłym do dłuższej osi formy, w kierunku (N-S, odsłaniają się piaski drobno- i średnioziarniste o bardzo subtelnej laminacji w obrębie poszczególnych warstw, przy czym warstwy te pochylone są pod kątem 45° z upadem ku osi formy. Od zachodu, tuż pod kulminacją formy, piaski te są wyraźnie podcięte, tworząc bliski

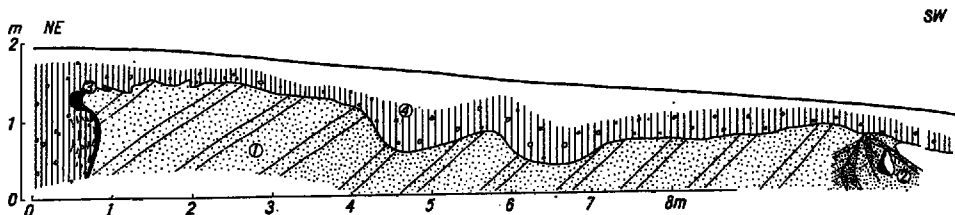


Fig. 11

Budowa wewnętrzna formy drumlinowej w okolicy Zbójenka (przekrój poprzeczny)

1 piasek drobnoziarnisty, 2 piaski i żwiry z głazami, 3 il, 4 glina zwałowa

Internal structure of the drumline at Zbójenka (transversal section)

1 fine-grained sand, 2 sands and gravels with boulders, 3 clay, 4 boulder clay

metrowej wysokości przewieszki, zaś wycięte w piaskach obniżenie wypełnia glina zwałowa, ta sama, która w górnej partii odsłonięcia pokrywa omówione wyżej osady piaszczyste (pl. 2, fig. 3). We wschodniej części odsłonięcia występuje podobne zjawisko z tym tylko, że w miejscu gliny zwałowej znajduje się tu pakiet grubo- i drobnoziarnistych żwirów z tkwiącym w nich głazem 15 cm średnicy. W profilu ściany odsłonięcia (fig. 1) widać wyraźnie, iż w pierwszym etapie musiały tu działać procesy zachodzące w kierunku równoległym do osi formy, co wyraziło się najpierw sedimentacją piasków, a następnie ich bocznym podcięciem, w drugim zaś etapie miały miejsce procesy prostopadłe do osi formy, których wynikiem jest złożenie gliny zwałowej i to zarówno w obniżeniu piasków, jak i w miejscu obecnej kulminacji formy.

Zaburzenia osadów fluwioglacjalnych budujących jądra form drumlinowych, uważane dotychczas za wynik nacisku transgredującego lądolodu, który miał pozostawić górną glinę zwałową (Nechay 1927, Jewtuchowicz 1956), mogą więc mieć zupełnie inną genezę.

Uwagi o strukturze i teksturze osadów

Jednym z dowodów na ponowną transgresję lądolodu na obszar zbójenki miał być odmienny skład granulometryczny dolnej i górnej gliny zwałowej wyróżnionych spośród trzech pakietów składających się na budowę wewnętrzną drumli-

nów (Jewtuchowicz 1956). Wobec znacznej na ogół zmienności przestrzennej zarówno granulometrycznej, jak i petnograficznej glin zwałowych dowód ten nie wydaje się dostatecznie przekonujący. Znacznie ważniejsze wydaje się stwierdzenie przez S. Jewtuchowicza (1956) wyraźnej niezgodności kontaktu osadów fluwioglacjalnych z pokrywającą go gliną zwałową i przerwy czasowej oddzielającej sedimentację tych dwu poziomów, co miało świadczyć o ponownej transgresji łądolodu. Tego rodzaju niezgodność na tle przedstawionego materiału jest faktem oczywistym wynikającym ze specyficznego sposobu sedimentacji osadów fluwioglacjalnych i otulającej je gliny zwałowej i nie musi być wynikiem ponownej transgresji łądolodu. Spośród dodatkowych argumentów cytowanego autora, mających przemawiać na rzecz przemodelowania jakiejś starszej powierzchni przez ponowną transgresję łądolodu, jest pokrycie drumlinów gliną zwałową, przy czym rozpatruje się tu zarówno jej strukturę, jak i teksturę, które mogą również wskazywać na ponowną transgresję łądolodu. Takie cechy strukturalne i teksturalne górnej gliny zwałowej, jak warstwowanie, oddzielność, spękania skośne i poziome, opisywane przez S. Jewtuchowicza, nie muszą odnosić się jednak do nacisku wywieranego przez łądolód. Głina ta wraz ze wszystkimi wymienionymi cechami mogła powstać w wyniku ablacji i niekonięcznie musi odzwierciedlać dynamiczne napięcia panujące w łądolodzie, a jej odmienność od gliny zwałowej dolnej może być wynikiem tych procesów, o których wspomniano poprzednio. Różnice w orientacji dłuższych osi głazików występujących w dolnej i górnej glinie zwałowej zależą mogą od różnych sposobów ich sedimentacji, a także w dużym stopniu od kształtu samych głazików. Już zresztą w niektórych pracach poruszających problem morfogenezy krajobrazu drumlinowego okolic Zbójna (Liberacki 1961, Galon 1969, Baranowski 1969) i innych (Roszkówna 1961, Wiśniewska 1965, Karczewski 1968) widać się sugestie co do możliwości odmiennej interpretacji genetycznej.

PRÓBA WYJAŚNIENIA MORFOGENEZY

Nawet tak niepełne rozpatrzenie argumentów mających uzasadnić subglacjalną genezę obszaru drumlinowego okolic Zbójna sugerowaną przez S. Jewtuchowicza (1956) zdaje się wskazywać, iż formy te niekonięcznie powstać musiały w wyniku egzaracji i akumulacji ponownie transgredującego łądolodu. Znaczne ilości wytopisk o różnym kształcie i orientacji, częste pojawianie się form drumlinowych bądź w rynnach, bądź w strefach wyraźnego przepływu wód roztopowych, czy też w dnach obniżen o charakterze wytopiskowym zdają się wskazywać, iż formy te powstały w końcowym etapie zanikania pokrywy lodowej. Ich kształty i wzajemny układ odzwierciedlają zapewne układ potoków na powierzchni tej pokrywy, a tworzących się na krótko przed ostatecznym rozpadem łądolodu.

Znaczne ilości uwalnianych wód roztopowych, zależnie od nachylenia powierzchni poszczególnych partii lodu i możliwości odpływu, pocięły powierzchnię lodu szeregiem głęboko wciętych potoków. Być może układ tych potoków uwarunkowany był częściowo możliwością odpreparo-

wywania szczelin i wzajemnych przesunięć powstałych w okresie transgresji lądolodu, kiedy to istniała możliwość powstawania napięć dynamicznych.

Przepływ wód w tego rodzaju potokach na powierzchni lodu, uzależniony od zmian w szybkości topnienia lodu i różnej podaży materiału z ograniczających potok ścian lodowych przepelnionych materiałem skalnym, musiał być bardzo zmienny. Znalazło to odbicie głównie w gwałtownej zmianie frakcji, od gruboziarnistych żwirów z głazami i tocząca-
mi glin zwałowych po drobnoziarniste piaski o subtelnej laminacji, a często mułki i warstwowane gliny zwałowe.

Rozwieranie się ścian lodowych wokół zgromadzonego materiału powodowało ustalanie się przepływów w tym miejscu. Stąd liczne podcięcia boczne osadów fluwioglacjalnych budujących obecnie jądra drumlinów lub poruszenie ich z poprzedniego położenia na skutek zachwiania równowagi zbocza. Obserwowane często nienaturalne położenie materiału fluwioglacjalnego może również być wynikiem złożenia materiału na głębiej leżącym lodzie. Zakończenie procesu sedymentacji osadów budujących obecnie jądra drumlinów gliną zwałową nastąpiło u schyłku procesu deglacjacji. Nie był to jednak jeszcze etap, któremu zawdzięczać można powstanie dzisiejszej rzeźby obszaru drumlinowego. W miarę wyłaniania się ponad powierzchnię otaczającego lodu nagromadzonego w obniżeniach materiału fluwioglacjalnego, pokrytego już gliną zwałową, rozpoczął się proces formowania i ostatecznego kształtowania rzeźby dzisiejszej związanej z pełną inwersją rzeźby istniejącej na powierzchni lodu. Spoczywająca na kulminacjach form gliną zwałową uległa ponownemu przemieszczeniu po stokach wyłaniających się form wypukłych, a ku istniejącym w tym etapie drobnym strugom wodnym płynącym równolegle do nich. Proces przemieszczania się gliny zwałowej doprowadził do przegrodzenia węższych odcinków strug wodnych, dzieląc je na szereg charakterystycznych wanierek towarzyszących drumlinom i poprzegradzanych progami zbudowanymi najczęściej z gliny zwałowej. Proces ten wpłynął również na kształtowanie się specyficznej struktury gliny zwałowej, wyrażającej się wyraźnym warstwowaniem podkreślonym drobnymi wkładkami piasku, a pochylonym zgodnie ze stokiem form.

Przyjęcie takiej interpretacji ułatwia zrozumienie genezy szeregu zaburzeń utworów fluwioglacjalnych budujących jądro formy, a uważanych dotąd za zaburzenia glacitektoniczne, oraz genezy niezgodności, jaka rysuje się pomiędzy stropem osadów budujących jądro form drumlinowych a górną gliną zwałową. Zaburzenia te powstać bowiem mogły częściowo już w czasie składania na osadach fluwioglacjalnych materiału morenowego, a ostatecznie w czasie spływania gliny zwałowej z kulminacji form i otulania jej stoków.

UWAGI KOŃCOWE

Przedstawiona powyżej próba wyjaśnienia morfogenezy form i krajobrazu pola drumlinowego okolic Zbójna nie stanowi jeszcze i stanowić nie może pełnego rozwiązania tego problemu. Oparta jest ona bowiem na dość ogólnym studium krajobrazu drumlinowego i niezbyt daleko zaawansowanych pracach ziemnych.

O ile w świetle przedstawionego materiału można określić już morfogenezę poszczególnych form drumlinowych, czy też grupy tych form, o tyle znacznie trudniejszy do wyjaśnienia jest fakt ich zwartej i gromadnego występowania tylko na stosunkowo niewielkim obszarze otoczo-
nym zupełnie odmiennymi formami polodowcowymi. Wyjaśnienie tego faktu możliwe będzie po dokonaniu analizy paleogeomorfologicznej mogącej w pełni określić sytuację morfologiczną, w której mogło dojść do powstania pola drumlinów okolic Zbójna.

*Instytut Geologii Państwowej
Uniwersytetu Warszawskiego
Warszawa 22, Al. Żwirki i Wigury 93
Warszawa, w czerwcu 1971 r.*

LITERATURA CYTOWANA

- BARANOWSKI S. 1969. Some remarks on the origin of drumlins. — *Geographia Polonica*, vol. 17. Warszawa.
- CZECHOWINA L. 1953. Zagadnienie drumlinów w świetle literatury. — *Czas. Geogr.*, t. 23/24, Warszawa — Wrocław.
- GALON R. 1969. The glacial relief of North Poland in the light of the detailed geomorphological map of the Polish Lowland in 1:50 000 scale. — *Geographia Polonica*, vol. 17. Warszawa.
- JEWTOCHOWICZ S. 1956. Struktura drumlinów w okolicy Zbójna (*Structure des drumlins aux environs de Zbójno*). — *Acta Geogr. Univ. Lodz.*, nr 7. Łódź.
- KARCZEWSKI A. 1966. Wpływ recesji łobu Odry na powstanie i rozwój sieci dolinnej Pojezierza Myśliborskiego i Niziny Szczecińskiej (*Influence of the Odra lobe recession upon the origin and development of the valleys net of Myślibórz Lakeland and Szczecin Lowland*). — *Prace Komis. Geogr.-Geol. Pozn. Tow. Przyj. Nauk*, t. 8, z. 3. Poznań.
- LIBERACKI M. 1961. Drumlins near Zbójno. — *Guide-book of Excursion from the Baltic to the Tatras. Part I, INQUA VI Congress. Łódź.*
- NECHAY W. 1927. Utwory lodowcowe Ziemi Dobrzyńskiej (*Les sédiments glaciaires dans le pays de Dobrzyń*). — *Spraw. PIG (Bull. Serv. Géol. Pol.)*, t. 4, z. 1/2. Warszawa.
- ROSZKÓWNA L. 1961. Drumlins near Gniew. — *Guide-book of Excursion from the Baltic to the Tatras. Part II, INQUA VI Congress. Łódź.*
- WIŚNIEWSKI E. 1965. Formy drumlinowe okolic Gniewu (*Drumlin forms in the Gniew region*). — *Przegląd Geogr.*, t. 37, z. 1. Warszawa.

SUMMARY

ABSTRACT: Drumline forms from the area of Zbójno village (Dobrzyń Lakeland) are built up of fluvioglacial core enveloped in boulder clays. It was hitherto assumed that active ice contributed to the formation of these forms. The author's observations reviewed in the present paper show that these forms came into being as a result of infilling of a net of parallel streams flowing from the surface of the ice with fluvioglacial and boulder clay deposits during the deglaciation period.

Drumline forms from the area of Zbójno village (Dobrzyń Lakeland) have been frequently studied (Nechay 1927, Dylilkowa 1952, Jewtuchowicz 1956, Liberacki 1961, Galon 1969, Baranowski 1969). Nechay (1927) considered these forms to be the effect of exarational activity of the ice sheet entering the area of Dobrzyń Lakeland from the north-west. This concept greatly influenced the later studies (Jewtuchowicz 1956), although recently some other suggestions as to the genesis of these forms have been proposed (Liberacki 1961, Galon 1969).

In the present paper only these aspects are presented which exclude the contribution of the active ice. The author's conception is based on the assumption that the present relief of the area of the young glacial deposition was formed mainly during deglaciation of the ice sheet, whereas forms connected with transgression of the ice sheet had been buried by rock material recovered from the melting ice.

Zbójno drumlines generally occur in close complexes in the rear of front moraines (Fig. 1). Sometimes they are arranged in the form of arch surrounding kettles (Fig. 2), or they occur on the bottoms of eversion furrow (Figs 2, 3 and 5), or undrained depressions (Figs 4 and 6). Similar forms were also observed in the area of Goścín village, western Pomerania (Fig. 7). In the area of Zbójno village the complexes of drumlines are separated from one another by fragments of flat post-glacial highland, without any traces of drumlinization, whereas drumlines are accompanied by small oval basins resembling undrained depressions filled up with water.

In the rear of front moraines, the Zbójno drumlines form a few complexes distinctly differing in the orientation of particular forms (Fig. 1). This fact seems to exclude a possibility of their formation under the pressure of the ice sheet transgressing in a definite direction; the acceptance of such a possibility would demand the assumption of too many and sudden changes in the direction of ice-sheet motion. Moreover, numerous differently oriented furrow lakes and undrained depressions occur on the drumline area; they also exclude the possibility of the formation of the landscape in result of the processes related to unidirectional ice transgression.

Zbójno drumlines are built up of fluvioglacial core enveloped in boulder clays; this envelope is thin (c. 1 m) at the culminations, thickening on their slopes (Figs 8-11). The core consists of miscellaneous gravel material with balls of boulder clays and poorly sorted sands of horizontal or cross bedding. Moreover, thin intercalations of bedded boulder clays and sandy silts also occur in the core. These deposits are seldomly disturbed and the disturbances do not reveal any similarity to glaciectonic ones. The bedding of the boulder-clay envelope is horizontal in the summit part and parallel to the present slopes of drumline. This shows that translocation of the boulder clay along the slope took place after the form emerged above the ice surface surrounding it. At the foot of the slope not only thickness of the boulder clay increases but also sand and gravel packets torn off the core and translocated together with the boulder clay can be seen (Fig. 9). Thus, it may be assumed that these forms originated in ice crevasses filled up with fluvioglacial material being deposited in result of varying or entirely declining

tractive force of meltwaters, and was covered by a thin layer of boulder clays in the final stage of deglaciation.

The emergence of these forms above the surrounding ice surface caused initiation of slope processes, intensified by lateral undercutting of the deposits by remaining meltwaters. The pattern of drumline forms, regular and parallel in particular complexes and different among various complexes, may be explained by the direction of water flow from declining glacier blocks inclined in various directions. In some cases, when drumlines form an arch surrounding undrained depression, a circulation of meltwaters between the declining ice and the post-glacial highland emerging around it may be assumed.

The genetic interpretation of drumlines from the area of Zbójno village is based on relatively scanty data. Further studies will be aimed at obtaining a more complete reconstruction of deglaciation processes in the area of Zbójno and at revealing morphogenesis of its landscape on the background of different types of the post-glacial landscape.

*Institute of Geology
of the Warsaw University
Warszawa 22, Al. Zwirki i Wigury 93
Warsaw, June 1971*
