

PIOTR KŁYSZ, BOLESŁAW NOWACZYK

LITOLOGIA I STRUKTURA KEMU W PODSTOLICACH

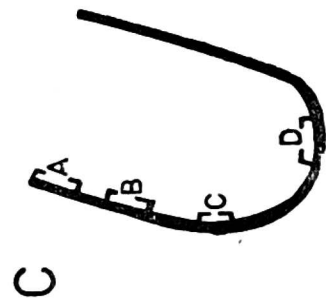
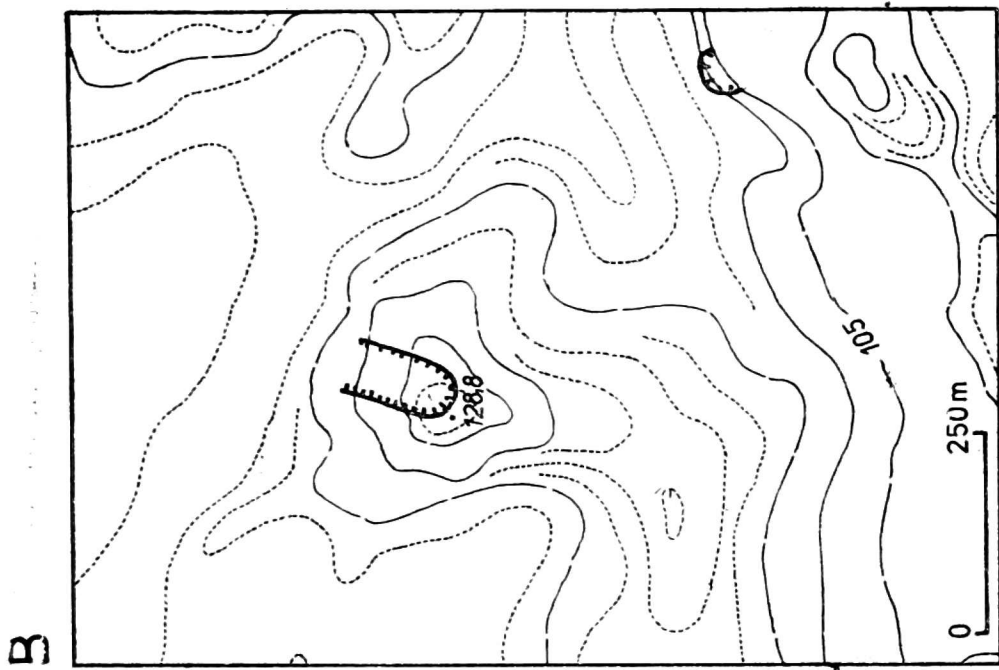
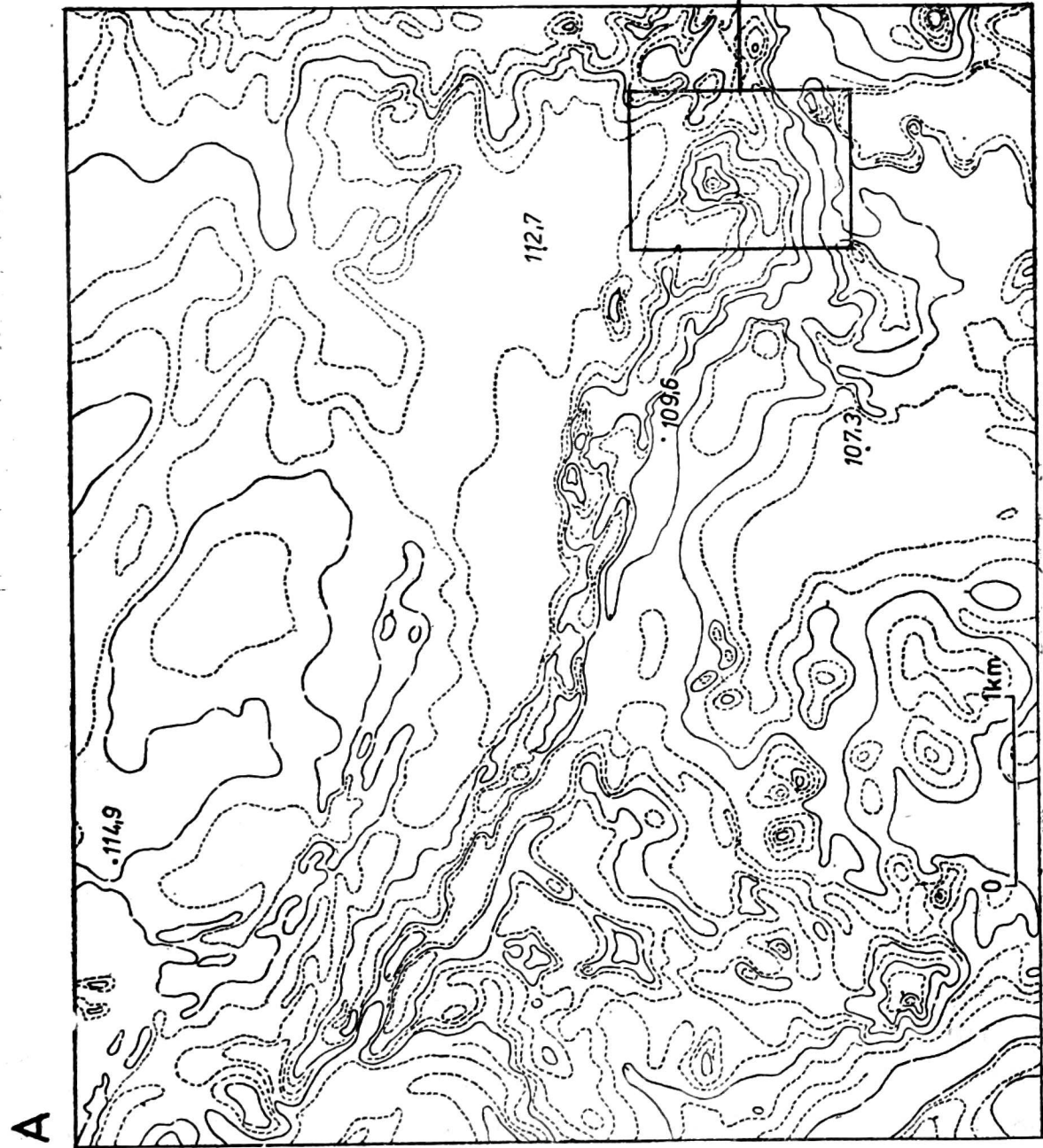
ZARYS TREŚCI

W Podstolicach koło Wrześni znajduje się pagórek o owalnym zarysie, wchodzący w skład strefy pagórków oraz wałów ciągnących się wąskim pasem na odcinku około 20 km. W budowie wewnętrznej wskazanego pagórka stwierdzono obecność bardzo interesujących i stosunkowo rzadkich dla tego typu form, struktur. Obok struktur związanych z bezpośrednią akumulacją fluwioglacjalną zaburzona wytapianiem się zagrzebanych brył martwego lodu, dość powszechne są toczne potrzaskane dodatkowo płaszczyznami uskoków normalnych i zespołem poziomych przesunięć. Przeprowadzona analiza struktury i tekstury pozwala pagórek ten zaliczyć do form powstałych w obrębie supraglacjalnych zbiorników wodnych występujących w bryłach martwego lub pasywnego lodu wytworzonego w rezultacie deglacjacji arealnej.

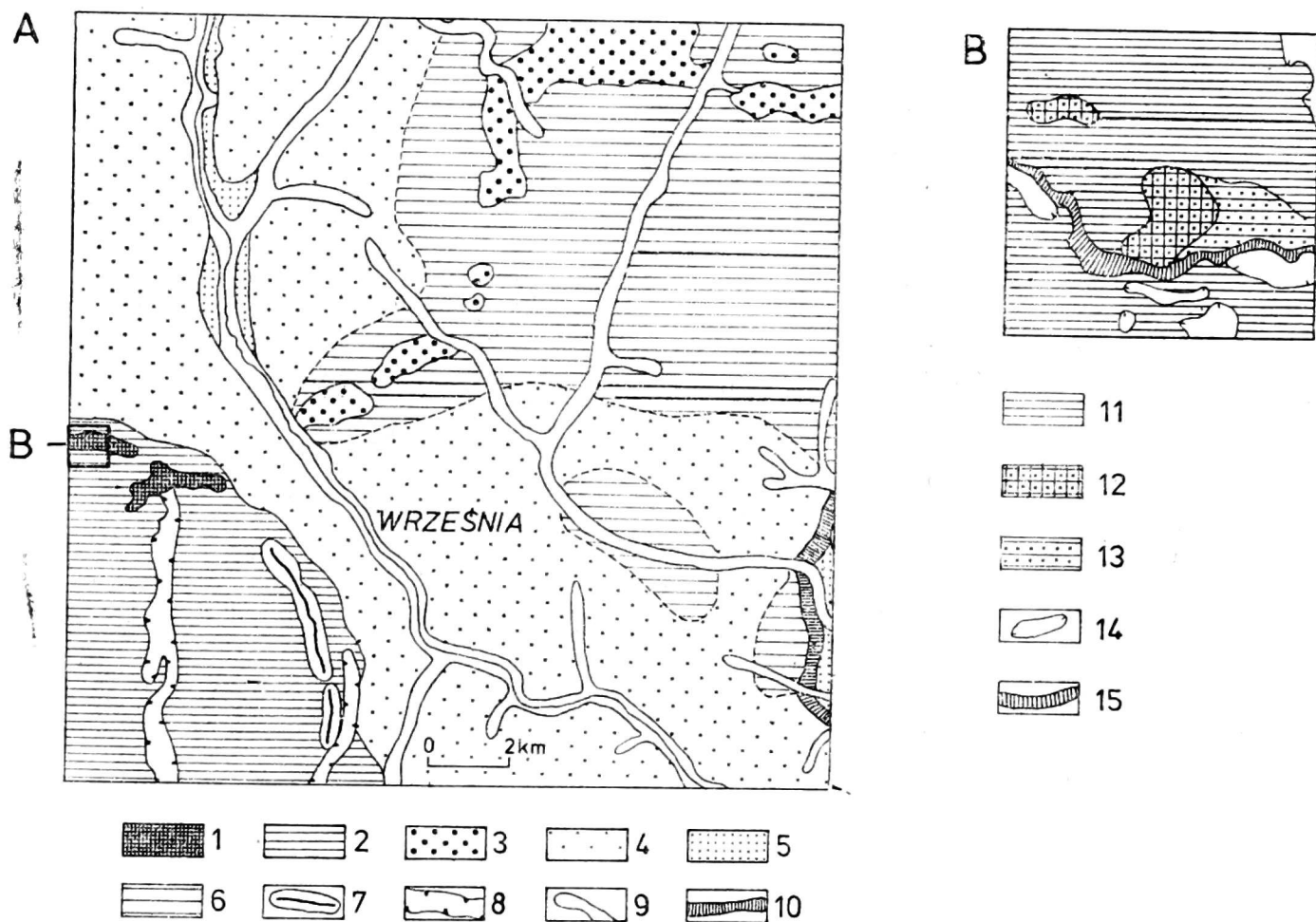
WSTĘP

Na zachód od Wrześni leży strefa wzniesień ciągnąca się wąskim pasem między Chociczą a Brzeziem. W obrębie tej strefy występują podłużne wały oraz różnych kształtów pagórki (rys. 1A). Zdaniem J. Korna (1912) omawiane wzniesienia stanowią ciąg moren czołowych. Podobny pogląd wyraził również K. Rotnicki (1963) (rys. 2A). R. Galon, L. Roszko (1967), L. Roszko (1968) na mapach syntetycznych dotyczących zasięgów zlodowaceń skandynawskich na odcinku między Chociczą a Brzeziem znaczą jedną z oscylacji lądolodu bałtyckiego. Odmienny, oparty na analizie nielicznych odsłoneń, pogląd reprezentuje T. Bartkowski (1968), który widzi w wymienionej strefie typowo wykształcone pagórki kemowe. W budowie wewnętrznej stwierdza on zaburzenia pierwotnego układu sedimentacyjnego, wywołane wytapianiem się brył zagrzebanego lodu. Badacz ten nie przeprowadza jednak wnikliwszej analizy występujących w pagórkach struktur.

Uwagę autorów zwrócił jeden spośród wielu pagórków strefy (rys. 1B), który dotychczas nie posiada jednoznacznej interpretacji genetycznej. Pagórek ten, w chwili obecnej zachowany jedynie w fragmentach, położony jest w obrębie miejscowości Podstolica. Jest to forma o owalnym



Rys. 1A. — Mapa hipsometryczna strefy wzniesień i pagórków na obszarze między Podstolicami i Neklą, B — hipsometryczna mapa pagórka kemowego w Podstolicach z zaznaczonymi punktami badawczymi, C — schematyczny plan odkrywki w Podstolicach z oznaczonymi fragmentami ścian opisanymi w tekście



Rys. 2A. Fragment mapy geomorfologicznej okolic Wrześni (według K. Rotnickiego 1963)

1 — moreny czołowe oscylacji opatówecko-brzeźnińskiej (postleszczyńskie), 2 — równina denno-morenowa, 3 — pierwszy, najwyższy poziom sandrowy Równiny Wrzeźnińskiej, bliżej nieokreślonego wieku, 4 — drugi poziom sandrowy — stadiału poznańskiego, 5 — trzeci poziom sandrowy — oscylacji gnieźnińskiej, 6 — powierzchnia erozyjna, powstała w rezultacie erozyjnej działalności wód roztopowych stadiału poznańskiego, zbudowana z gliny morenowej, 7 — ozy, 8 — rynny jeziorne, 9 — dna dolin, 10 — zbocza

B — Mapa geomorfologiczna okolicy Podstolic (według P. Kłysza i B. Nowaczyka)
11 — wysoczyzna denno-morenowa płaska, 12 — kemy, 13 — równina kemowa, 14 — wytopiska, 15 — krawędzie

zarysie. Jej wysokość bezwzględna wynosi 128,8 m n.p.m., a względna około 18 m. W stosunkowo monotonnej rzeźbie otoczenia forma ta prezentuje się dość okazale (fot. 1). Oś dłuższa pagórka osiąga wartość około 500 m, natomiast krótsza 300 m. Od strony południowej z pagórką sąsiadują formy wytopiskowe o niewielkich rozmiarach tak w płaszczyźnie poziomej jak i pionowej. Na wschód i południowy wschód od omawianego wzniesienia rozciąga się równina urozmaicona niewielkimi zagłębieniami. Z pozostałych stron przylega do niego wysoczyzna dennomorenowa płaska (rys. 2B).

W odkrywce usytuowanej w północno-wschodniej części pagórka stwierdzono obecność bardzo ciekawych struktur, w związku z czym przygotowano duże fragmenty ścian do szczegółowych obserwacji. Ponadto zapoznano się ze strukturą oraz litologią osadów budujących równinę z obszarami wytopiskowymi, w stanowisku położonym na wschód od ba-



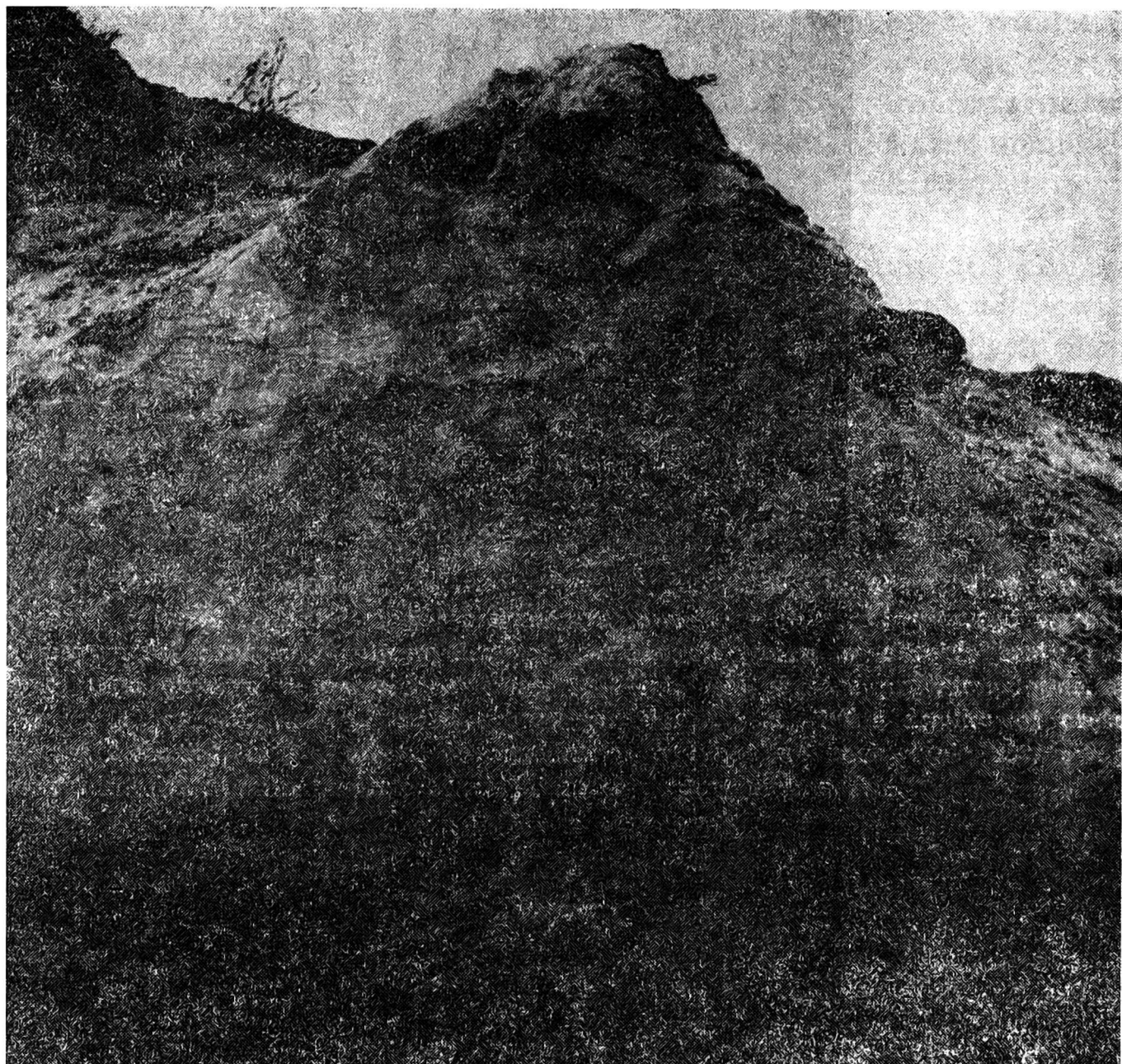
Fot. 1. Podstolice — pagórek kemowy, widok od strony północnej

danego pagórka. Obydwa wymienione odsłonięcia były przedmiotem obserwacji w kilku kolejnych sezonach w miarę postępującej eksploatacji piasków i żwirów.

LITOLOGIA I STRUKTURA

Podłoże badanego pagórka stanowi glina morenowa, której strop zalega na rzędnej terenu około 114 m n.p.m. W pobliżu analizowanej formy wykonane zostało wiercenie z metryki którego wynika, że miąższość gliny wynosi tu 120 m. Wydaje się, iż podana wyżej wartość jest problematyczna, ponieważ nigdzie w tym rejonie nie stwierdzono pokładu gliny morenowej o grubości większej niż 30 - 40 m.

Na glinie morenowej zalega seria osadów fluwioglacjalnych o miąższości dochodzącej w najwyższym punkcie badanej formy do 14 m. Utwory te są bardzo zróżnicowane pod względem uziarnienia. Stwierdzono występowanie żwirów, piasków oraz mułków. W obrębie pagórka sporadycznie pojawiały się duże kamienie. Przestrzenne rozmieszczenie poszczególnych frakcji osadów fluwioglacjalnych nie wykazuje wyraźniejszego uporządkowania. Cały zestaw badanych utworów charakteryzuje się dużą ilością różnorodnych struktur, stosunkowo rzadko spotykanych w tego rodzaju formach. Struktury widoczne na ścianach odkrywki omówione zostaną dla poszczególnych jej fragmentów, których rozmieszczenie zaznaczono na rysunku 1C. Opisanie wszystkich struktur oraz przedstawienie całej dokumentacji fotograficznej jaką zebrano dla badanej formy, przekracza ramy jakie daje objętość niniejszego opracowania.



Fot. 2. Podstolice — fragment części A odkrywki z widocznymi toceńcami zbudowanymi z piasków gruboziarnistych laminowanych oraz otaczającymi je piaskami drobnoziarnistymi o trudno czytelnej strukturze

Dlatego też wybrano jedynie przykłady struktur, które wydają się bardziej interesujące i równocześnie reprezentatywne dla całości budowy wewnętrznej badanej formy.

We fragmencie północnym (A) odkrywki stwierdzono, że wśród materiału mułkowego i bardzo drobnoziarnistych piasków z domieszką pojedynczych głazików, pozbawionego laminacji, występują w dużych ilościach różnego kształtu toceńce zbudowane z piasków średnio- i gruboziarnistych z wyraźnie zachowaną laminacją (fot. 2). Omawiane toceńce cechują się znaczną rozpiętością średnic, wynoszącą od kilkunastu centymetrów do około 60 cm. W niektórych toceńcach obserwuje się pionowo lub prawie pionowo ustawione laminy, zagięte kolisto w dolnej i górnej części struktury, graniczącej z drobnoziarnistą otoczką (fot. 3a). Podobne kolisto zagięcia występują w serii piasków drobnoziarnistych otulających jądro toceńca. W innych strukturach zauważono, że laminy są bardzo



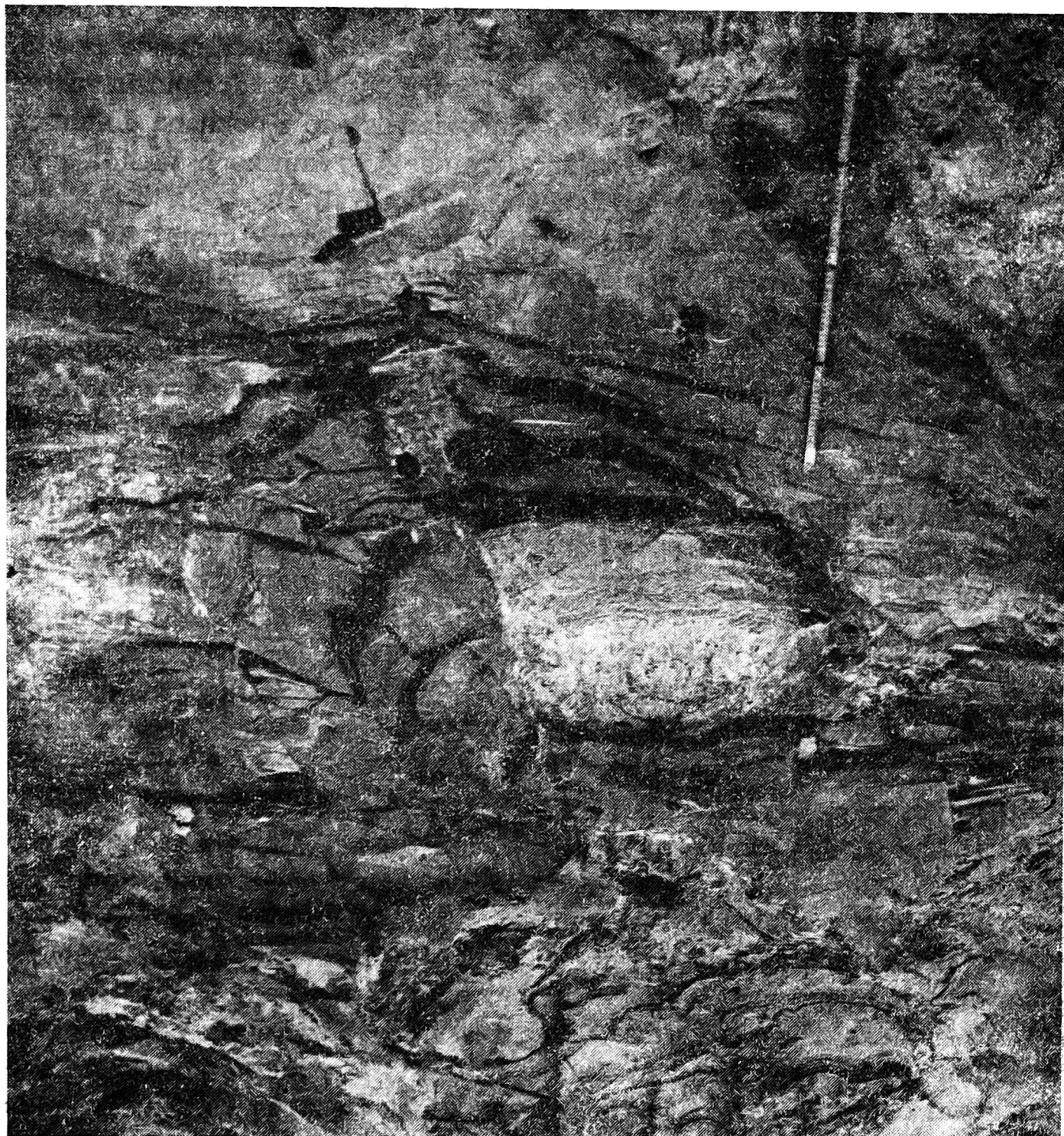
Fot. 3. Struktury toczeń w fragmencie A odkrywki: a — toczenie z wyraźnie zaznaczającymi się liniami płaszczyzn poziomych przesunięć, b — toczenie rozciągnięty wzdłuż prawie poziomej płaszczyzny przesunięcia, c — za-faldowanie lamin w obrębie toczeńca

powyginane lecz nie poprzerywane (fot. 3c). Wygięcia te nie są rezultatem pierwotnej akumulacji lecz jak można sądzić, powstały w czasie powtórnego przemieszczania utworu. Poniżej serii osadów drobnoziarnistych z toczącami zalega warstwa piasku gruboziarnistego z pokąźną domieszką żwiru. Cechuje się ona dość wyraźną laminacją, o laminach zapadających w kierunku centralnej części badanego pagórka (fot. 2).

W serii piasków drobnoziarnistych z licznymi strukturami tocząców występuje system przesunięć, których płaszczyzny zapadają pod niewielkim kątem w stronę wnętrza formy. Przedłużenie wspomnianych płaszczyzn przesunięć obserwujemy także w obrębie serii piasków gruboziarnistych z domieszką żwirów. Rozmiary tego przesunięcia dobrze obrazuje rozciągnięty wzdłuż jednej z płaszczyzn toczeniec (fot. 3b). Widzimy tu, że poszczególne części toczénca rozsunięte są na odległość około 15 - 20 cm. Na uwagę zasługują również płaszczyzny drugorzędnych przesunięć, o mniejszym już interwale wynoszącym 3 - 5 cm, ustawione skośnie do płaszczyzny przesunięcia głównego. Drobne, drugorzędne przesunięcia widoczne są tylko w dolnej i górnej części toczénca. Brak ich natomiast w otaczających bezstrukturalnych piaskach drobnoziarnistych z domieszką pojedynczych głazików. W dolnej części toczénca przesunięcia są bardziej wyraźne i powodują znaczne deformacje jego sylwetki. System poziomych przesunięć obserwuje się również w największym toczénce występującym w tej części odkrywki. Płaszczyzny przesunięć widoczne są w toczénce jak i utworach przylegających do niego. Do przesunięć poziomych nawiązują dość liczne drobniejsze przesunięcia ustawione pod ostrym kątem w stosunku do wymienionych poprzednio (fot. 3a). Płaszczyzny przesunięć drugiego rzędu pojawiają się tylko w obrębie toczénca. Przesunięcia pierwszego rzędu, poziome wynoszą około 5 cm, drugiego rzędu — maksymalnie 2 cm. Obok przesunięć poziomych pojawiają się w innej części fragmentu A odkrywki uskoki normalne o zrzucie wynoszącym około 40 cm. I w tym przypadku płaszczyzną uskoku przecięta została struktura toczénca, w jego brzeżnej części (fot. 4).

Środkowa część odkrywki (B) charakteryzuje się innym typem struktury, a budujące ją osady są także zróżnicowane pod względem frakcyjnym. Są to mianowicie piaski i drobne żwiry, wśród których spotyka się kilkucentymetrowej średnicy pojedyncze głaziki. Osady te charakteryzują się wyraźną laminacją. Warstwy i laminy zapadają pod kątem około 45° w kierunku południowym. Obok struktury wykształconej w środowisku wodnym, występują tu struktury związane z późniejszymi procesami redepozycji osadów.

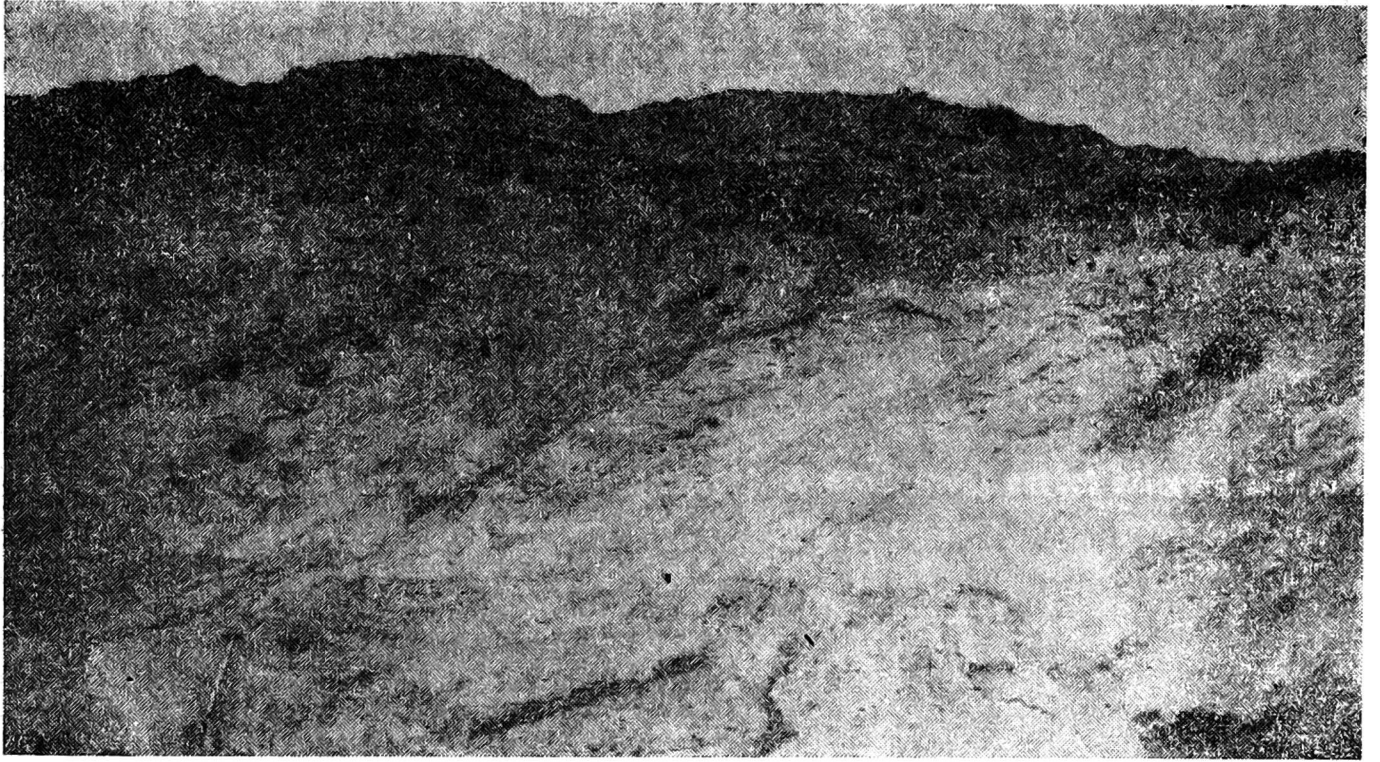
W rozpatrywanym fragmencie odkrywki na uwagę zasługuje powierzchnia ślizgowa (fot. 5), wzdłuż której nastąpiło przemieszczenie osadów piaszczysto-żwirowych. Utwory leżące na południe od powierzchni ślizgowej charakteryzują się większym nachyleniem warstw niż leżące na północ od niej. Ponadto pierwsze z nich są wyraźnie zafałdowane. Na



Fot. 4. Uskok normalny o zrzucie około 40 centymetrów przecinający strukturę toczénca

kontakcie z powierzchnią ślizgową, w części północnej omawianego fragmentu odkrywki, znajduje się kilkudziesięciocentymetrowej szerokości seria osadów, w której laminy ułożone są poziomo lub prawie poziomo. Urywają się one gwałtownie na powierzchni ślizgowej lub są wzdłuż niej rozwleczone, tracąc równocześnie laminację. Po stronie północnej płaszczyzny ślizgowej przechodzą niewyraźną granicą w osady warstwowane. Płaszczyzna ślizgowa widoczna w górnej części fragmentu B odsłonięcia nachylona jest pod kątem około 45° . Ku dołowi kąt ten zmniejsza się i wynosi zaledwie kilka stopni.

Fragment C odkrywki posiada tak jak poprzednie orientację ogólnie biorąc północ — południe. Litologia i struktura wewnętrzna formy we

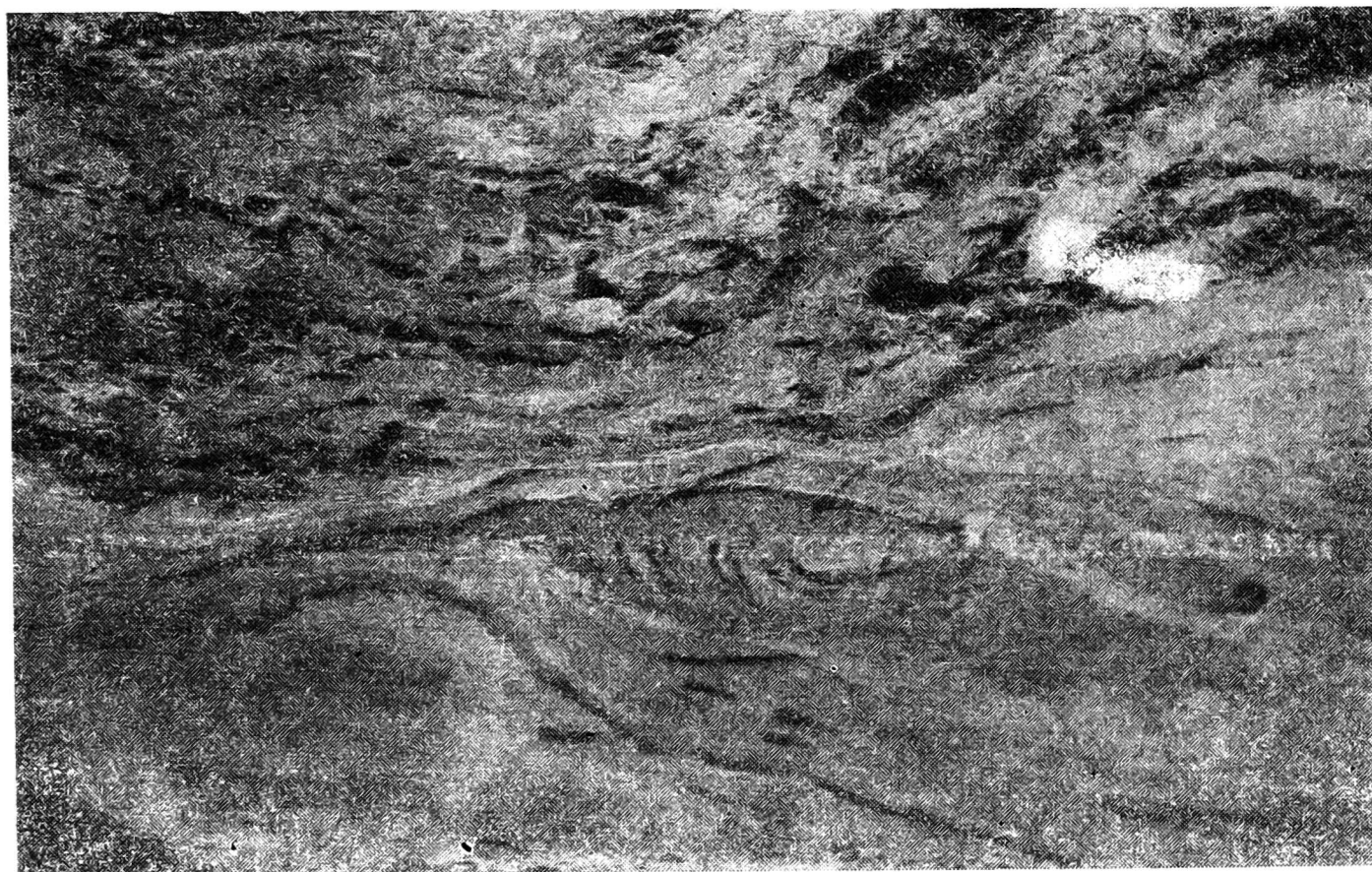


Fot. 5. Struktura utworów budujących pagórek kemowy (fragment B odkrywki)

wskazanym wycinku przedstawia się następująco: od góry zalega seria piaszczysto-żwirowa bezstrukturalna przechodząca stopniowo, nieostrą granicą w glinę posiadającą cechy gliny ablacyjnej, dość silnie spiaszczonej. Spąg tej serii nachylony jest pod kątem około 30° w kierunku południowym. Zaznacza się wyraźna granica między omawianą warstwą, a niżej leżącymi piaskami średnioziarnistymi i zazębującymi się z nimi drobnymi żwirami. Osady te zapadają pod znacznym kątem także w kierunku południowym. Poniżej zalega cienka (około 10 - 20 cm) warstewka mułku. Wszystkie z dotychczas wymienionych utworów zalegają dyskordantnie na osadach piaszczysto-żwirowych, nachylonych także ku południowi, ale pod dużo mniejszym kątem.

Na uwagę zasługuje także struktura zaobserwowana na ścianie odkrywki (we fragmencie D). Ściana ta znajduje się już w intersekcji wschód—zachód. Od powierzchni formy do głębokości około 2 m obserwujemy tu utwory piaszczysto-żwirowe ze słabo zaznaczającą się strukturą, która jednakże pozwala jeszcze na odtworzenie kierunku zapadania warstewek. Jest to kierunek wschodni. Poniżej zalegają piaski średnio- i drobnoziarniste o wyraźnej strukturze, dalekiej jednak od pierwotnego układu sedymentacyjnego (fot. 6). Wśród tych piasków znajduje się soczewka drobnych żwirów z przewarstwieniami piaszczystymi o łatwo dostrzegalnej koncentrycznej laminacji, szczególnie dobrze widocznej w lewej części struktury. Część dolna i górna struktury jest ścięta, a ponadto wykazuje ślady rozwleczenia. Cała struktura soczewkowata pochylona jest w kierunku do środka formy.

W odkrywce drugiej, usytuowanej na wschód od prezentowanego pagórka (rys. 1B) obserwowano głównie piaski ze stosunkowo niewielką



Fot. 6 Struktura soczewki o zauważalnej koncentrycznej laminacji widoczna we fragmencie D odkrywki

ilością drobnych żwirów i czasami cienkimi wkładkami materiału mułkowego. Osady budujące ten fragment otoczenia pagórka, posiadają wyraźne warstwowanie z wyjątkiem około 1,5 m warstwy bezstrukturalnej występującej w górnej części odkrywki. W odróżnieniu od stanowisk prezentowanych poprzednio nie stwierdzono tutaj wyraźniejszych struktur deformacyjnych poza małymi uskokami o zrzucie kilku centymetrów.

Pomiary strukturalne wykonane w różnych punktach pierwszej z wymienionych odkrywek dowodzą, że serie osadowe w przeważającej większości zapadają ku południowi. Wartości upadów zawarte są w przedziale $13 - 43^\circ$. Także i w drugiej odkrywce warstwy zapadają w tym samym kierunku, chociaż pod mniejszymi kątami zawierającymi się w granicach $10 - 29^\circ$.

PRÓBA WYJAŚNIENIA GENEZY FORMY I WYSTĘPUJĄCYCH W NIEJ STRUKTUR

Przedstawiona w poprzednim rozdziale charakterystyka litologiczno-strukturalna pagórka w Podstolicach pozwala na dokonanie próby rekonstrukcji środowiska morfogenetycznego, w którym następowało tworzenie się badanej formy. Można by ją ująć następująco: depozycja materiału, którym jest tutaj przede wszystkim drobnoziarnisty materiał

piaszczysty, następowała początkowo w warunkach zastoiskowych w obrębie zbiornika zamkniętego. Dopiero w okresie późniejszym zbiornik ten stał się przepływowym. Wskazują na to zalegające w partiach stropowych, serie materiału piaszczysto-żwirowego.

Sytuacja morfologiczna upoważnia równocześnie do stwierdzenia, że zbiornik ten znajdował się w martwym lub pasywnym lodzie. Było to najprawdopodobniej zagłębienie o charakterze supraglacialnym, którego podłoże stanowiła zróżnicowana pod względem grubości podłoga lodowa. Nie można też wykluczyć, że wraz z osadem mineralnym do zbiornika sedymentacyjnego dostawały się bryły lodowe oderwane z obtapiających się ścian. Rozpatrywana forma posiada więc genezę zbliżoną do pagórka kemowego jaki w okolicach Damasławka zbadał S. Kozarski (1960).

Wypełnianie zbiornika kolejnymi seriami osadów mineralnych nie zamyka całości wydarzeń decydujących o rozwoju formy. W momencie bowiem wzmożonej ablacji, ściany zbiornika supraglacialnego występującego w martwym lub pasywnym lodzie, dość szybko odstepują od nowo powstałej formy. Odstępowanie to prowadzi do utraty równowagi osadów, szczególnie w partiach brzeżnych formy. Zaczynają one grawitacyjnie poruszać się w dół ku nowej bazie denudacyjnej. Zjawisko to jest najprawdopodobniej sprzężone z wytapianiem się podłogi lodowej. Tą równoczesność wskazanych procesów ilustruje nam obraz widoczny w odsłonięciu A (fot. 3b), gdzie prawdopodobnie wraz z grawitacyjnym przemieszczaniem się serii osadów stropowych na zewnątrz formy, niżej wskutek zaniku podłogi lodowej obserwujemy rozwleczenie toczącego skierowane do wnętrza formy.

Deformacjom typu zsuwów towarzyszą jeszcze inne zjawiska. Mianowicie w przedstawionej sekwencji warstw osadów mineralnych, gdzie na utworach drobnoziarnistych spoczywają serie osadów piaszczysto-żwirowych, nastąpiło zróżnicowanie przesuszenia utworów. Te ostatnie uległy znacznie większemu przesuszeniu niż utwory drobnoziarniste zalegające niżej. Wytworzył się więc stan równowagi chwiejnej, w którym warstwa górna była bardziej zwarta niż leżąca niżej znacznie bardziej nasycona wodą seria piasków drobnoziarnistych. W momencie grawitacyjnego ruchu osadów sztywna, bo zapewne także przemarznięta część górna zaczęła pękać na bryły, które zsuwając się w dół równocześnie grzęzły w wilgotnych utworach drobnoziarnistych. Całość wykonywanego ruchu powodowała, że pierwotnie nieforemne bryły przybierały kształt mniej lub bardziej regularnych toczenców (fot. 3a i c), których liczne typy ukazuje odsłonięcie A. Wydaje się, że mechanizm tworzenia się takich struktur dobrze tłumaczy koncepcja J. M. Anketella, J. Cegły i S. Dzułyńskiego (1970), wyjaśniająca zaburzenia w układzie o niestatecznym uwarstwieniu gęstościowym, w którym górny człon posiada własności ciała kruchego, a dolny natomiast ulega upłynnieniu. Postępujące w dalszym ciągu nierównomierne wytapianie się zagrzebanych brył lodowych, pro-

wadzi do powstania drobnych fleksur i uskoków typu kompacyjnego (fot. 4).

Przedstawiony wyżej sposób tworzenia się badanej formy oraz jej cechy litologiczno-strukturalne pozwalają wnosić, że jest to forma typu kemowego. Potwierdza to również sytuacja morfologiczna obszaru sąsiadującego z charakteryzowanym pagórkiem. Od wschodu i południowego wschodu otacza go równina akumulacyjna urozmaicona niewielkimi zagłębieniami bezodpływowymi. Jest to zatem przykład typowego obszaru kemowo-wytopiskowego charakterystycznego dla zaniku czasy lodowej w wyniku deglacjacji arealnej. Na podstawie analizy struktury i tekstury jednej formy, jaką stanowi pogórek w Podstolicach ryzykowna byłaby generalizacja w zakresie klasyfikacji genetycznej całego, wskazanego na początku ciągu wzniesień pomiędzy Chociczą a Brzeziem. Wymaga to bowiem dalszych dokładniejszych studiów terenowych. Niniejsze opracowanie może stać się jednak impulsem do ich podjęcia. Autorzy zdają sobie sprawę, że dyskusyjna pozostać może także dynamiczna interpretacja zarejestrowanych struktur. Byłaby ona zapewne bardziej przekonująca gdyby udało się uzyskać obraz struktury formy w kilku intersekcjach, co było jednak technicznie trudne do wykonania. Struktury te zaś są niezwykle interesujące, zarówno ze względu na liczbę jak i sposób rozmieszczenia przestrzennego, a zarazem nieco inne niż prezentowane dotychczas przez niektórych badaczy (S. Jewtuchowicz 1969, A. Karczewski 1971 i inni). Jest wielce prawdopodobne, że taki sposób występowania podobnych struktur nie jest przypadkiem odosobnionym. Z pewnością znajdują się one także w formach marginalnych innych rejonów. Ich rozpoznanie w większej liczbie stanowisk stworzyłoby szansę dokonania wnikliwszej interpretacji dynamicznej, a także ich klasyfikacji genetycznej.

Institut Geografii

Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu

LITERATURA

- Anketell J. M., Cegła J., Dzułyński S., 1970: On the deformational structures in system with reversed density gradients. Rocznik Pol. Tow. Geol. T. XL, Z. 1, Kraków.
- Barłkowski T., 1968: Kemy na obszarze Niziny Wielkopolskiej a deglacjacja (Résumé: Les kames sur la territoire de la Plaine de Grande-Pologne (Wielkopolska) et la déglaciation). Bad. Fizjogr. nad Polską Zach., t. XXI, Poznań.
- Galon R., Roszko L., 1967: Zasięgi zlodowaceń skandynawskich i ich stadiów recesyjnych na obszarze Polski. W Studium zbior. pod red. R. Galona i J. Dylika pt.: Czwartorzęd Polski.
- Jewtuchowicz S., 1969: Struktura kemu w Zieleniewie (Summary: The structure of the Zieleniew kame). Folia Quaternaria 30, Kraków.
- Kozarski S., 1960: Kem o strukturze warwowej koło Domasławka (Summary:

- A Kame with Verved Structure near Damasławek). Zesz. Nauk. UAM. Geografia nr 3. Poznań.
- Karczewski A., 1972: Zmienność litologiczna i strukturalna kemów Pomorza Zachodniego a zagadnienie ich klasyfikacji (Sum.: Lithological and structural variability of kames in West Pomerania and the problem of their classification). Prace Kom. Geogr.-Geol. PTPN, t. XI, z. 3. Poznań.
- Korn J., 1912: Die Mittel-Posensche Endmoräne und die damit verbundenen Oser. Jahrbuch der Königl. Preufs. Geol. Landesanst., Bd XXXIII, T. I, H. 3, Berlin.
- Roszkó L., 1968: Recesja ostatniego lądolodu z terenu Polski (Sum.: Recession of last inland ice from Poland's territory). Ostatnie zlodowacenie skandynawskie w Polsce. Prace Geogr. IG PAN nr 74.
- Rotnicki K., 1963: Zagadnienie zasięgu stadiałów leszczyńskiego i poznańskiego w południowo-wschodniej części Wysoczyzny Gnieźnieńskiej (Sum.: Extent of Leszno and Poznań stages in southeast part of Gniezno pleistocene Plateau, East Great Poland). Bad. Fizjogr. nad Polską Zach., t. XI, Poznań.

PIOTR KŁYSZ, BOLESŁAW NOWACZYK

THE LITHOLOGY AND STRUCTURE OF THE KAME AT PODSTOLICE

Summary

A zone of hills, which form a narrow belt between Chocicza and Brzezie, extends north of Września. One may observe elongated ridges and hillocks of various shape in this zone. According to J. Korn (1912), K. Rotnicki (1963), R. Galon, L. Roszko (1967) the above hills form one of oscillation series of end moraine of the Baltic ice-sheet. However, according to the view taken by T. Bartkowski (1968) those are typical kame hillocks.

The authors' attention was attracted by one of many hillocks occurring over the above mentioned area, located at Podstolice. The hillock is oval in shape, its longer axis reaches about 500 m, whereas the shorter one — 300 m. Its altitude is 128.8 m and the relative height — about 18 m (Fig. 1A and B). The hillock is an isolated form surrounded by a flat ground-moraine plateau, a plain with small basins without run-off, and a set of small kettle holes (Fig. 2B). In the exposure located in the north-eastern part of the form very interesting structures were found which stimulated the authors to their detailed investigations.

The hillock at Podstolice is built mainly of sands. One may also observe considerable amounts of silts and a relatively small content of fine gravels in its structure, whereas pebbles of some centimeters in diameter occur only sporadically. The spatial distribution of particular fractions of fluvio-glacial sediments that build the form under study does not point out to any distinct arrangement. The whole series of sediments forming the hillock are characterized by numerous different structures which are seldom observed in this type of form. The most characteristic of them are: 1. structures of clay balls (Phots. 2, 3a, b); 2. considerable inclinations of laminae, exceeding the angle of repose of sediments in the fluvial environment (Phot. 5); 3. dislocations in the form of faults, flexures and horizontal shiftings (Phots. 3b and 4). The development of these structures is connected with: 1. the retreat of supraglacial basin's walls during deglaciation; 2. melting of the ice floor where the fluvio-glacial material was accumulated; 3. the development of the instability pattern in sediments with reversed density stratification.

It follows from the above morphological situation, lithology and preserved primary structure of sediments that the accumulation of the material building the hillock at Podstolice took place in the supraglacial basin occurring within dead or passive ice. All the above characteristics of the hillock under study point out to its kame character.

*Institute of Geography
Adam Mickiewicz University in Poznań*

LIST OF FIGURES

- Fig. 1. A — A hypsometric map of a zone of hills and hillocks in the area between Podstolice and Nekla.
 B — Hypsometry of the kame hillock at Podstolice with marked points of investigations.
 C — A schematic plan of the exposure at Podstolice with marked fragments of the walls described in the text.
- Fig. 2. A — A fragment of the geomorphological map of the Września surroundings (after K. Rotnicki 1963).
 1. end moraines of the Opatówek — Brzeźno oscillation (post-Leszno end moraines), 2. ground-moraine plain, 3. the first, highest outwash plain level of the Września Plain of undefined age, 4. the second outwash plain level — the Poznań Stage, 5. the third outwash plain level — the Gniezno oscillation, 6. the erosional surface formed due to the erosional activity of meltwaters of the Poznań Stage, built of till, 7. eskers, 8. lake basins, 9. valley floors, 10. slopes.
- B — A geomorphological map of the Podstolice surroundings (after P. Kłysz and B. Nowaczyk).
 11. a flat ground moraine plateau, 12. kames, 13. kame plain, 14. kettle holes, 15. edges.

LIST OF PHOTOGRAPHS

- Phot. 1. Podstolice — the kame hillock viewed from the north.
 Phot. 2. Podstolice a fragment of the A part of the exposure with visible clay balls built of coarse grained laminated sands and surrounding fine grained sands with poorly readable structure.
 Phot. 3. Structures of clay balls in the A fragment of the exposure.
 a — a clay ball with distinct lines of horizontal shiftings,
 b — a clay ball spreading along a nearly horizontal shifting plane,
 c — folding of laminae in a clay ball
 Phot. 5. The structure of sediments building the kame hillock (the B fragment of the exposure).
 Phot. 4. A normal fault with a dip of about 40 cm dissecting the structure of the clay ball.
 Phot. 6. The structure of a lense with a noticeable concentric lamination visible in the D fragment of the exposure.