

ZBIGNIEW LAMPARSKI<sup>1</sup>

WPŁYW RZEŻBY PODŁOŻA NA DYNAMIKĘ RUCHU  
ŁĄDOŁODU ZŁODOWACENIA ŚRODKOWOPOLSKIEGO  
W PÓŁNOCNO-WSCHODNIEJ CZĘŚCI GÓR  
ŚWIĘTOKRZYSKICH

(2 fig.)

*Influence of the morphology of fundament on the dynamics of  
movement of the ice-sheet during the Middle Polish Glaciation in  
the north-eastern part of the Holy Cross Mts.*

(2 Figs.)

**Treść:** Pola rozrzutu narzutniaków kredowych i górnójurajskich, niesionych przez łądolód zlodowacenia środkowopolskiego, na północnowschodnim zboczu Gór Świętokrzyskich wykazują dużą zależność ruchu lodu od rzeźby podłoża. Jeszcze wyraźniej zależność tę podkreślają przekroje geologiczne. Garby podłoża powodowały często odskłucenie dolnej warstwy lodu i pozostawienie jej wraz z niesionym materiałem u ich podnóża. Po odkłuwanych kolejno warstwach lodu przesuwały się góra nowe masy lodu niosące wyłącznie materiał skandynawski. Kierunki transportu materiału lokalnego wskazują na ruch łądolodu z północnego wschodu ku południowemu zachodowi.

Żwirry morenowe zlodowacenia środkowopolskiego na północno-wschodnim zboczu Gór Świętokrzyskich w trójkącie Przytyk-Ilża-Skarżysko zawierają oprócz skał skandynawskich znaczną, bo dochodzącą niekiedy do 95%, ilość narzutniaków ze skał lokalnych (Lamparski Z. 1961, 1965). Narzutniaki lokalne reprezentują głównie margle, opoki i gezy górnej kredy, krzemienie, wapienie płytowe, skaliste, oolitowe i muszlowe malmu; piaskowce żelaziste doggeru i drobnoziarniste piaskowce liasu.

Tak znaczny udział skał lokalnych w żwirach morenowych wskazuje na wydatną działalność egzaracyjną łądolodu zmuszonego do pokonywania coraz wyżej położonych wzniesień piętrzących się na jego przedpolu.

Mimo trudności w uzyskaniu pełnej rekonstrukcji ówczesnej rzeźby podłoża sądzić można choćby na podstawie licznych wychodni, dużego zróżnicowania litologicznego podłoża, a także stylu jego budowy, (W. Póżyński 1939, 1948, 1951; C. Radłowska 1963, S.Z. Różycki, 1939, 1967), że rzeźba ta musiała być jeszcze bardziej urozmaicona niż obecnie. Równoległy, ciągnący się z NW na SE układ jednostek litologicznych podłoża sprzyjał kolejnemu włączaniu w masę transgredującego lodu coraz to nowych odmiennych litologicznie typów skał. Szczególną rolę

<sup>1</sup> Warszawa, Instytut Geologii Podstawowej UW,  
ul. Żwirki i Wigury 93.

w przebiegu transgresji lądolodu zlodowacenia środkowopolskiego spełniły liczne garby podłoża występujące w strefie utworów rauraku i astartu.

Dokładna, jakkolwiek makroskopowa, analiza procentowej zawartości poszczególnych typów skał lokalnych w żwirach morenowych dała podstawę do określenia regionalnej zmienności udziału narzutniaków lokalnych, wykreślenia zarysu ich pól rozrzutu i kierunków transportu. Dalsze rozważania umożliwiły podjęcie próby zmierzającej do wyjaśnienia mechanizmu rządzącego rozrzutem materiału lokalnego i skandynawskiego, po-

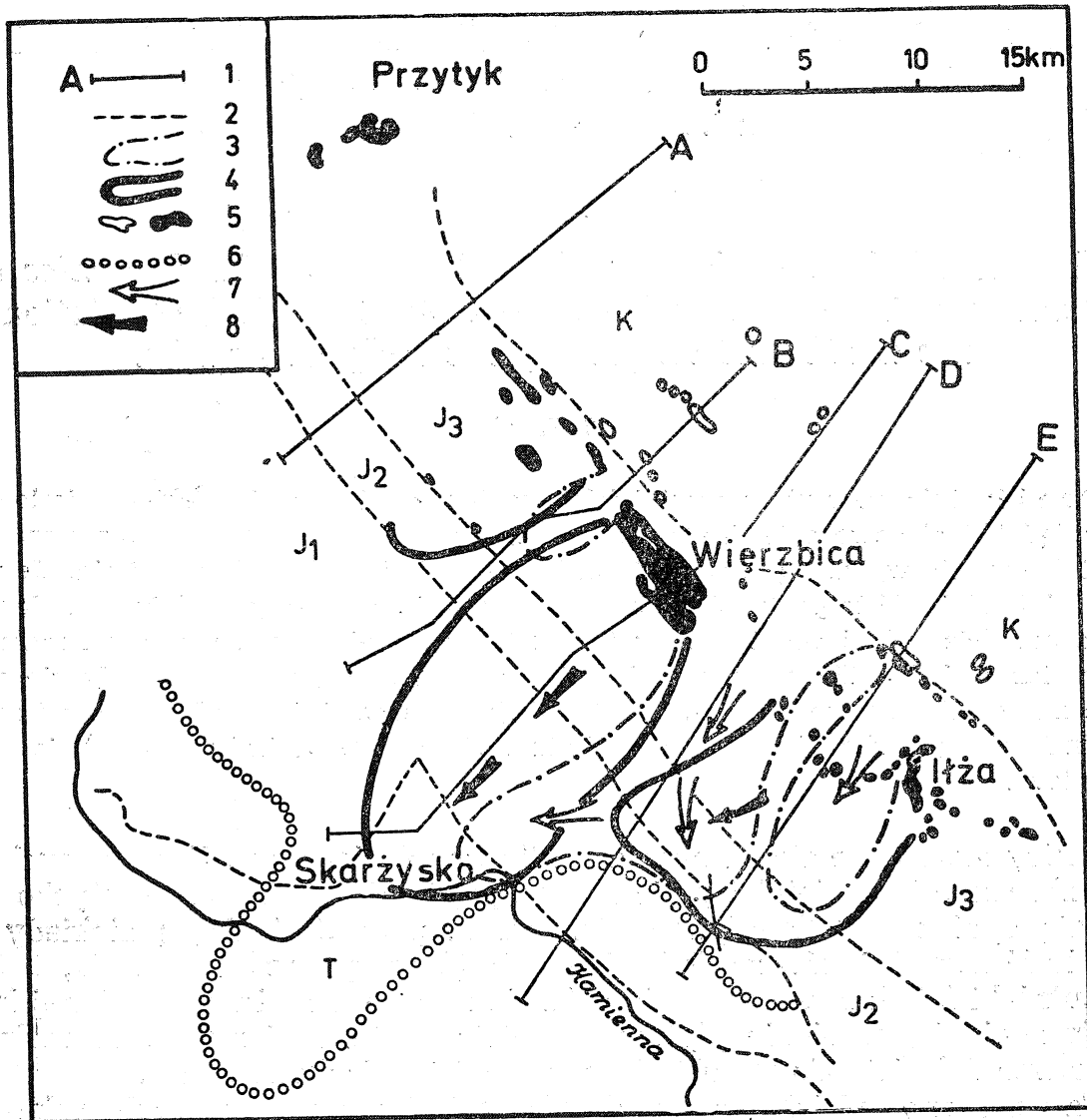


Fig. 1. Rozrzut glacialny narzutniaków kredowych i górnójurajskich. 1 — linie przekrojów geologicznych; 2 — granice jednostek geologicznych podłoża; 3 — zarys pola rozrzutu narzutniaków kredowych; 4 — zarys pól rozrzutu narzutniaków górnójurajskich; 5 — główne wychodnie kredy i górnej jury na wzniesieniach; 6 — granica maksymalnego zasięgu zlodowacenia środkowopolskiego; 7 — kierunki transportu narzutniaków kredowych; 8 — kierunki transportu narzutniaków górnójurajskich; T — trias; J<sub>1</sub> — jura dolna; J<sub>2</sub> — jura środkowa; J<sub>3</sub> — jura górna; K — kreda

Fig. 1. Glacial scatter of Cretaceous and Upper Jurassic Boulders. 1 — lines of geological cross-sections; 2 — boundaries of geological units of the fundament; 3 — outline of the scatter field of the Cretaceous boulders; 4 — outlines of the scatter fields of the Upper Jurassic boulders; 5 — main outcrops of Cretaceous and Upper Jurassic rocks at elevated point; 6 — boundary of maximal range of the Middle Polish Glaciation; 7 — directions of transport of the Cretaceous boulders; 8 — directions of transport of the Upper Jurassic boulders; T — Triassic; J<sub>1</sub> — Lower Jurassic; J<sub>2</sub> — Middle Jurassic; J<sub>3</sub> — Upper Jurassic; K — Cretaceous

dobnie jak to uczyniono dla północnej części Jury Polskiej (S.Z. Różycki, Z. Lamparski, 1967).

Wszystkie pola rozrzutu poszczególnych typów skał lokalnych układają się wyraźnie na południowy zachód od ich wychodni wskazując na istnienie jednolitego w tym obszarze kierunku ruchu lodu skierowanego z północnego wschodu na południowy zachód (fig. 1).

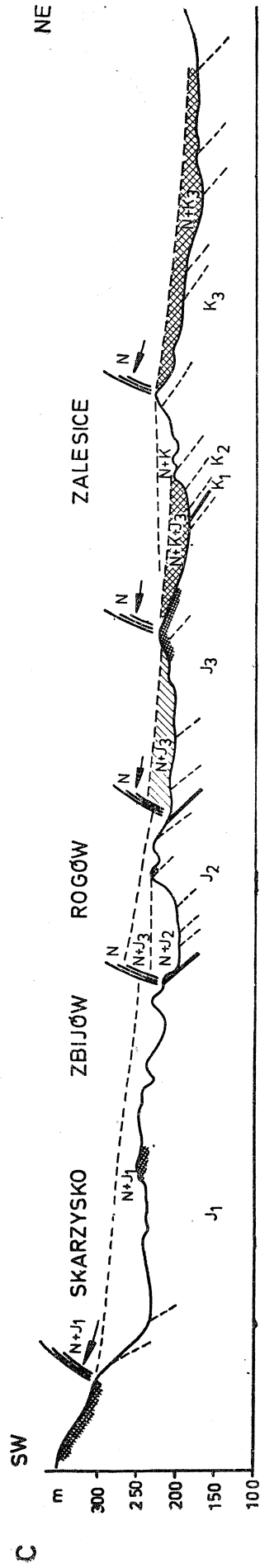
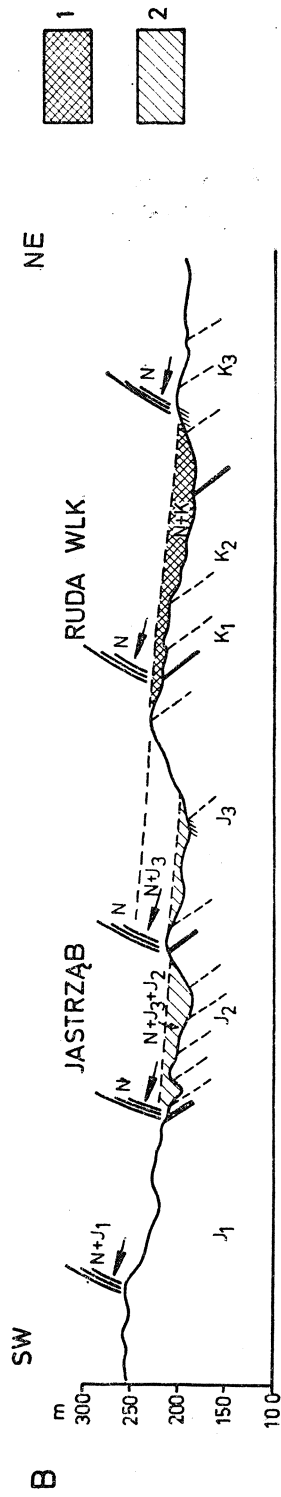
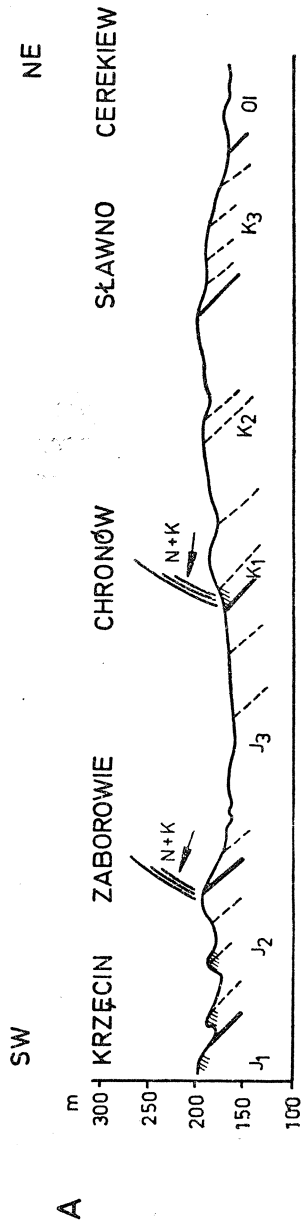
Narzutniaki kredowe, których procentowy udział w żwirach morenowych przedstawiono za pomocą izolinii (Z. Lamparski 1970) interpolowanych między morenami o podobnym składzie, tworzą na południowy zachód od wzniesionych wychodni górnej jury trzy odrębne pola rozrzutu, kształtem swym zbliżone do długich i wąskich jeziorów. Charakterystyczny sposób ich rozmieszczenia w stosunku do wychodni górnej jury wskazuje wyraźnie, iż wzniesienia te w znacznym stopniu utrudniały lub wręcz uniemożliwiały dalszy transport narzutniaków kredowych niesionych w dolnych warstwach lodu.

Narzutniaki z górnej jury dają dwa szczególnie wyraźnie wyrażone pola rozrzutu również w kształcie jeziorów, w których centrum procentowy udział tego typu skał wynosi od 40—88%. Jezory te rozwinięte są na zapleczu wzniesień górnojurajskich występujących w okolicy Wierzbicy i na zachód od Ilży, wskazując wyraźnie na źródła pobranego materiału i kierunki jego dalszego transportu. Wzniesione wychodnie górnej jury stanowiły nie tylko barierę uniemożliwiającą dalszy transport otoczków kredowych niesionych w dolnej części lodu, ale także pokaźne źródło materiału lokalnego włączanego w dalszym etapie transgresji lądolodu.

Tych kilka uwag nad rozmieszczeniem materiału lokalnego w żwirach morenowych wystarcza w zupełności do podjęcia próby dynamicznej interpretacji ruchu lodu. Można jeszcze wspomnieć tylko, że narzutniaki skandynawskie występują we wszystkich żwirach morenowych, ale w bardzo zmiennej ilości od 5—95%. Dają się tu jednak stwierdzić lokalne, niewspółmiernie duże nagromadzenia ich w pewnych strefach, które objęte konturem przypominają niekiedy kształtem bądź pola rozrzutu otoczków kredowych, bądź górnojurajskich czy liasowych. Wykazują one jednak znacznie mniejszą zależność dróg transportu od tych elementów rzeźby podłoża, które decydowały o rozrzucie otoczków kredowych czy górnojurajskich. Jeśli jednak przyjmie się, iż narzutniaki skandynawskie występowały nie tylko w dolnych warstwach transgredującego lądolodu, wpływ rzeźby podłoża na ich transport musiał być znacznie mniejszy.

Transgresja lądolodu zlodowacenia środkowopolskiego na północno-wschodnie zbocza Gór Świętokrzyskich postępowała z północnego wschodu dość wyrównanym frontem mimo urozmaiconej rzeźby podłoża. Posuwający się pod górę lądolód niósł w dolnej swej części znaczne ilości materiału lokalnego pobranego przede wszystkim z licznych garbów i wzniesień podłoża zbudowanych z utworów górnej kredy. Dalszy lub bliższy transport otoczków kredowych zależny był od zdolności ruchu tej najniższej warstwy lodu. Widoczne to jest dość dobrze na załączonych schematycznych przekrojach geologicznych (fig. 2), mimo iż nie uwzględniono na nich miąższości osadów czwartorzędowych. Przekroje te poprowadzone wzdłuż osi pól rozrzutu materiału kredowego i górnojurajskiego, a także prostopadle do głównych elementów rzeźby podłoża podkreślają wyraźnie, iż wszędzie tam, gdzie podłoże było stosunkowo wyrównane, otoczaki określonej grupy niesione były znacznie dalej.

Prawdopodobnie już w czasie posuwania się lodu po utworach kredowych (fig. 2 przekrój E) mogły zachodzić lokalne odkłucia najniższej war-



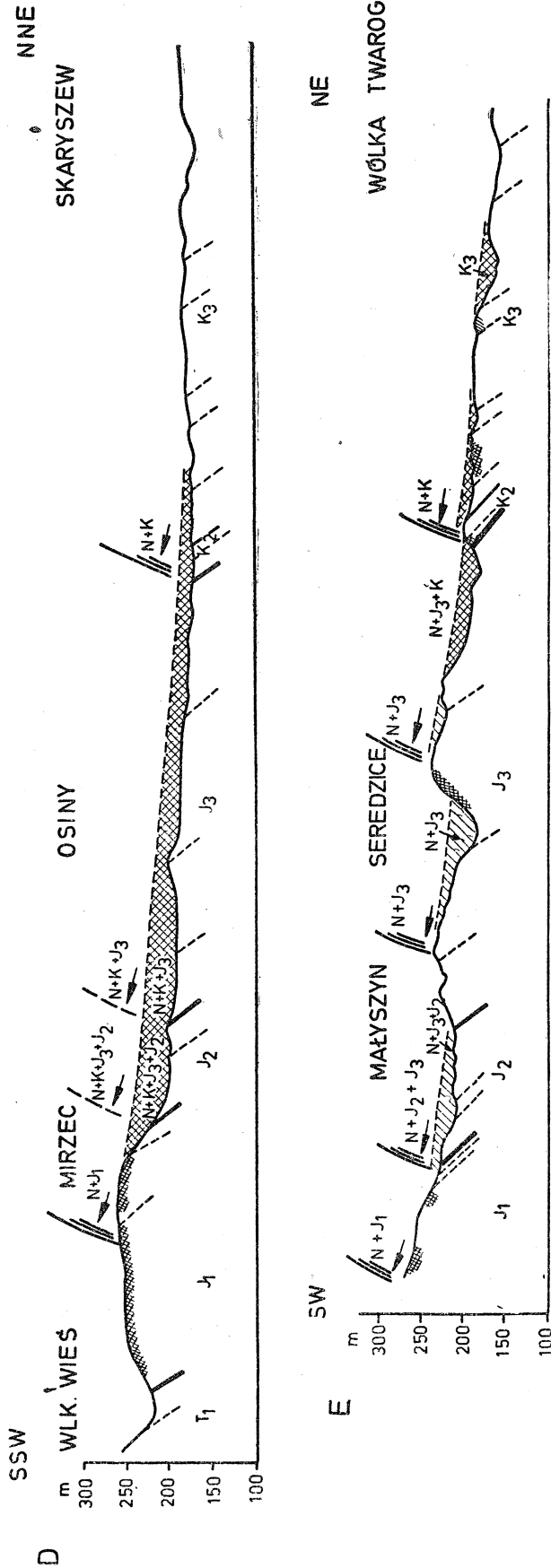


Fig. 2. Schematyczne przekroje geologiczne przez północno-wschodnie zbocza Gór Świętokrzyskich ilustrujące możliwość postępu dolnych partii lodu z niesionym materiałem lokalnym. 1 — złoży lodu z materiałem kredowym; 2 — złoży lodu z materiałem górnopaleozoicznym

Fig. 2. Schematic geological cross-section of the north-eastern slopes of the Holy Cross Mts illustrating the possibility of advance of lower part of ice-sheet carrying local rock material. 1 — ice deposits containing Cretaceous pebbles; 2 — ice deposits containing Upper Jurassic pebbles

stwy lodu przeciążonej materiałem lokalnym i pozostawianie jej przez lądolód w formie złogu, po którym przesunąć się mogła nieco wyższa warstwa lodu. Ta zaś uzyskawszy bezpośredni kontakt z podłożem wzbogacała się w egzarowany materiał lokalny. Zjawisko to wystąpiło szczególnie wyraźnie w momencie, kiedy lądolód osiągnął wzgórza zbudowane z osadów górnej jury (fig. 2 przekrój B i C). Wzgórza te stały się ostateczną granicą postępu dolnych warstw lodu niosących materiał kredowy. Tylko nielicznymi przełęczami rozdzielającymi dość zwarty ciąg wzgórz górnojurajskich (fig. 2 przekrój C) istniała jeszcze możliwość dalszego płynięcia dolnych warstw lodu wraz z niesionymi w nich narzutniakami kredowymi. Możliwość taka została w pełni wykorzystana dla dalszego transportu narzutniaków kredowych dających bardzo wyraźnie zarysowane pola rozrzutu. W tym samym czasie górna warstwa „czystego” lodu zawierającego wyłącznie materiał skandynawski przesunęła się ponad garbami górnej jury i w wyniku wzmożonej egzaracji lodowcowej przesycona została skałami malmu, głównie zaś rauraku i astartu tworzącymi najwyższe kulminacje podłoża. Narzutniaki raurackie i astarty transportowane były zgodnie z ogólnym prawem tak daleko, dopóki niosąca je warstwa lodu nie napotkała kolejnej przeszkody, którą tym razem stanowiły coraz wyżej wznoszące się stoki wzgórz zbudowane z drobnoziarnistych piaskowców liasu (fig. 2 przekrój E).

Można zatem przyjąć bez poważniejszych zastrzeżeń, iż południowo-zachodnią najdalej granicę zasięgu określonej grupy narzutniaków stanowiły te kulminacje rzeźby podłoża, których wysokości odpowiadały w przybliżeniu miąższości warstwy lodu zawierającej materiał lokalny. Tak więc przebieg transgresji lądolodu składał się z kolejnych etapów „zatapiania lodem” obniżen, w których pozostawały partie lodu przesyconego materiałem lokalnym. Przesuwające się nad nimi wyższe warstwy lodu początkowo „czyste”, w miarę postępu czoła lodu były wzbogacane znowu w materiał lokalny. W końcowych etapach transgresji lodowcowej, kiedy to nastąpiło prawie całkowite wyrównanie lodem rzeźby podłoża, mogły mieć miejsce jeszcze dodatkowe, nawet kilkakrotne, nasunięcia najwyższych warstw lodu nie kontaktujących się już z podłożem i w swoim ruchu niezbyt od niego zależne. Wynika to ze sposobu rozmieszczenia materiału skandynawskiego, którego pola rozrzutu, a szczególnie miejsca znacznieszego nagromadzenia, wykazują znacznie mniejszą niż w przypadku rozrzutu materiału lokalnego zależność od rzeźby podłoża.

Przedstawione powyżej wnioski dotyczące mechaniki ruchu lodu wynikają nie tylko z analizy pól rozrzutu poszczególnych grup narzutniaków. Najlepszą ich ilustrację stanowią załączone przekroje geologiczne.

Bardziej szczegółowa analiza oparta na większej ilości punktów dokumentacyjnych niż ta, którą rozporządzał autor, uwzględniająca ponadto obecność wyglądów lodowcowych, zaburzeń glacitektonicznych i innych zjawisk związanych z ruchem lądolodu może wnieść jeszcze dużo nowych elementów w studiach nad dynamiką ruchu lodu.

WYKAZ LITERATURY

REFERENCES

- Lamparski Z. (1961), Udział materiału lokalnego w zespole głazowym form akumulacji czołowomorenowej w końcowej strefie zlodowacenia środkowopolskiego (The percentage distribution of local material in end-moraines of Middle Polish (Riss) glaciation). *Prace o plejstocenie Polski środkowej*, cz. 1. PAN Warszawa.
- Lamparski Z. (1971), Egzaracja lodowcowa w marginalnej strefie zlodowacenia środkowopolskiego na przykładzie rozmieszczenia materiału lokalnego w utworach akumulacji czołowomorenowej. Glacial erosion in the marginal zone of the ice sheet of the Middle Polish (Riss) Glaciation. *Biul. Geol. U.W.* 13
- Lamparski Z. (1970), Dynamika ruchu brzeżnej części lądolodu w czasie transgresji zlodowacenia środkowopolskiego na północno-wschodnie zbocza Gór Świętokrzyskich (The dynamics of ice movement of the marginal part of the ice sheet during the advance of the Middle Polish Glaciation onto north-eastern slopes of the Holy Cross Mts. *Acta Geol. Polon.* 20, 3.
- Pożaryski W. (1939), Badania geologiczne i roboty poszukiwawcze w 1938 r. na obszarze występowania kredy na wschodnim stoku Gór Świętokrzyskich (Etudes géologiques et travaux de recherche exécutés en 1938 dans le région de affleurements du Crétacé sur le versantes du Massif S-te Croix). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 14. Warszawa.
- Pożaryski W. (1948), Jura i kreda między Radomiem, Zawichostem i Kraśnikiem (Jurassic and Cretaceous between Radom, Zawichost and Kraśnik Central Poland). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 46. Warszawa.
- Pożaryski W. (1951), Odwapnione utwory kredowe na północno-wschodnim przedpolu Gór Świętokrzyskich *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 75. Warszawa.
- Radłowska C. (1963), Rzeźba północno-wschodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich (Relief de la bordure nord-est Montagnes de S-te Croix). *PAN Pr. geogr.* 38, Warszawa.
- Różycki S.Z. (1939), Badania geologiczne i roboty poszukiwawcze w 1938 r. w strefie występowania jury na północnym i wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich (Recherches géologiques et travaux de prospection en 1938 dans la zone d'affleurement du Jurassique sur le bord septentrional et oriental du Massif de S-te Croix). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 15, Warszawa.
- Różycki S.Z. (1967), Plejstocen Polski środkowej. PAN, Warszawa.
- Różycki S.Z., Lamparski Z. (1967), Kierunki ruchu lodu w czasie transgresji zlodowacenia środkowopolskiego w północnej części Jury Polskiej (Direction of ice advance during the Middle Polish glaciation in the northern part of the Polish Jura). *Acta geol. pol.* 17, 3, Warszawa.

SUMMARY

Considerable amount of local material in gravels of the frontal moraines of the Middle Polish Glaciation (Riss), occurring on NE slopes of the Holy Cross Mts., clearly indicates a considerable exaration activity of ice-sheet enforced to overpass still higher elevations at its foreground. Parallel distribution of geological units of the fundament, displaying NW-SE strike, was favouring subsequent incorporation into transgressing ice-sheet still lithologically varying types of rocks (fig. 1).

Basing on the analysis of percentage content of individual local rock types in morainic gravels it was possible to determine the regional varia-

bility of local boulder content, their fields of scatter, direction of transport as well as mechanism governing the scatter of both local and Scandinavian material.

The fields of scatter of boulders of local rocks (fig. 2) are distributed exclusively south-westwards from the outcrops of parental rocks, clearly indicating the only one direction of ice-sheet movement from NE to SW. The boulders of Cretaceous rocks form several separated fields of scatter indicating depressions where existed the possibility of free advance of ice. The comparatively high Upper Jurassic elevations were considerably impeding or even hindering further transport of Cretaceous boulders. As follows from the distribution of Upper Jurassic rock boulders they are coming just from these elevations. These both groups of boulders were transported in the same direction but along different ways. Consequently only sometimes the marginal parts of their scatter fields are mutually overlapping.

Scandinavian boulders occur in all the morainic gravels. Their amount varies from 5 to 95 per cent. forming larger local accumulations. The distribution of Scandinavian rocks is much less dependent on the elements of the morphology of basement. However, if we take into account that the boulders were occurring not only in the lowest layers of the ice-sheet, the influence of morphology of the fundament on the direction of transport could not be so considerable.

Numerous elevations occurring in this region caused frequent detachment of lower parts of the ice-sheet containing local material. Such detached lobes of ice were left at foot of higher elevations, forming inclined planes facilitating the movement of upper parts of „pure” ice containing exclusively Scandinavian material. These upper parts after gaining the contact with the basement were again enriched in local material. The latter was, however, different from that left at the foot of hindering elevation. Such situation was repeated several times until the north-eastern slopes of the Holy Cross Mts were completely covered with ice. During the final stages the process of overthrusting of the ice-sheet over the dead ice was probably repeated several times resulting in additional enrichment of some moraines in Scandinavian material.

*translated by W. Narębski*

*Warsaw University  
Institute of General Geology  
Warszawa*