

WIRGINIA KUBIS

PRÓBA WYKORZYSTANIA GRANIAKÓW JAKO PRAWDOPODOB- NEGO WYZNACZNIKA PÓŁNOCNEGO ZASIĘGU STREFY PERY- GLACJALNEJ W PEŁNI WÜRMU MIĘDZY TURKIEM I KONINEM

ZARYS TREŚCI

Jednym z najbardziej charakterystycznych cech obszarów peryglacjalnych są akumulacja i erozja eoliczna. Świadectwem morfogenetycznym tych procesów są, między innymi, osady piasków eolicznych oraz graniaki. Na obszarze między Turkiem i Koninem graniaki występują na współczesnej powierzchni oraz na niewielkiej głębokości, w postaci horyzontów kamienistych. Wykształcenie ich form oraz sposób rozprzestrzenienia posłużył do określenia północnego zasięgu strefy peryglacjalnej w pełni Würmu na omawianym obszarze. Dla uzupełnienia wniosków, w badaniach uwzględniono również piaski pokrywowe, które tutaj towarzyszą horyzontowi kamienistemu.

W pracy tej podjęto również próbę nowej systematyki graniaków, uwzględniającej jako główne kryterium relację: forma graniaków — pozycja na stoku.

WSTĘP

Sprawa zasięgu zlodowaceń i ich stadiów recesyjnych należy ciągle do ważkich tematów współczesnych badań geomorfologii obszarów niżowej części Polski. Wyznaczone od dawna granice zlodowaceń nie są jednoznacznie przez wszystkich badaczy określone i przyjęte.

Podobna sytuacja zachodzi na badanym terenie między Turkiem i Koninem. Wiele wątpliwości budzi tu sprawa wieku zespołu wzniesień, zwanych Pagórkami Złotogórskimi. Część badaczy łączy je z ostatnim zlodowaczeniem (J. Łyczewska, 1960, R. Galon i L. Roszkówna, 1961, E. Rutkowski, 1967). Inna grupa badaczy przypisuje im wiek starszy od bałtyckiego (S. Majdanowski, 1950, B. Krygowski, 1961, A. Kostrzewski i W. Stankowski, 1962, T. Bartkowski, 1962, 1964). Obszar ten byłby więc jego strefą peryglacjalną. Południowa część badanego terenu posiada bardzo wyraźne ślady środowiska peryglacjalnego. Nie rozstrzygnięto dotąd jak daleko sięgało ono na północ.

O przekształcaniu peryglacjalnym obszaru po wycofaniu się lądolodu pisał już B. Nitz (1965). Dokonał on porównania obszarów starych i mło-

dych moren na terenie Niemiec (pomiędzy stadiąłem Warty i stadiąłem pomorskim). Obserwacje swoje oparł przede wszystkim na występowaniu i udziale graniaków w horyzontach kamienistych tzw. Steinsohle. Uzyskane przez niego wyniki wskazują na stopniowy ubytek kamieni rzeźbionych przez wiatr i zmniejszanie ich rozprzestrzenienia wraz z powiększającą się młodością krajobrazu.

W Polsce badania takie zapoczątkowali dwaj badacze niemieccy E. Behr i O. Tietze (1911) porównując środkową Polskę i Śląsk.

Na badanym terenie między Turkiem i Koninem przedmiotem badań i podstawą do wniosków dotyczących północnego zasięgu strefy peryglacjalnej były właśnie graniaki. Występują tu one na współczesnej powierzchni oraz na niewielkiej głębokości, w postaci horyzontu kamienistego.

Dla zrelatywizowania warunków i procesów peryglacjalnych, w badaniach uwzględniono nie tylko obszar między Turkiem i Koninem, a więc na południe od Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej, lecz także obszar na północ od niej.

Badania te dotyczyły graniaków znajdujących się na powierzchni oraz na niewielkiej głębokości, w postaci horyzontów kamienistych. Ze względu na obecność na omawianym terenie piasków pokrywowych, jeszcze jednego efektu środowiska peryglacjalnego, mogących posłużyć jako dodatkowe kryterium wyznaczania zasięgu zlodowacenia, zagadnieniu piasków pokrywowych poświęcono nieco uwagi.

Ponadto w pracy podjęto próbę usystematyzowania graniaków według rozwoju ich form w powiązaniu z pozycją na stoku.

Wyznaczenie północnego zasięgu strefy peryglacjalnej w pełni Würmu między Turkiem i Koninem, opierając się na wnioskach z badań graniaków, stanowi główny cel tej pracy.

POŁOŻENIE I CHARAKTERYSTYKA GEOMORFOLOGICZNA OBSZARU

Omawiany obszar znajduje się we wschodniej Wielkopolsce, w obrębie Wysoczyzny Tureckiej (B. Krygowski 1956). Teren ten od północy ogranicza Pradolina Warszawsko-Berlińska, a od południa północna część Wału Malanowskiego.

W morfologii terenu zaznacza się wyraźna dwudzielność. Część północna jest urozmaicona wzniesieniami dochodzącymi do znacznych rozmiarów: 186 m n.p.m. (Złota Góra, SE od Konina), 168 m n.p.m. (E od Władysławowa), 164 m n.p.m. (SW od Władysławowa) przy deniwelacjach rzędu 50 - 70 m i znacznym nachyleniu stoków. Kompleks tych wzniesień, zwanych Pagórkami Złotogórskimi, na odcinku między Koninem i Kołem, ma postać łuku o długości około 40 km, otwartego ku północy. Naj-

większymi wysokościami charakteryzują się północne ramiona łuku. Ku południowi teren opada i przybiera postać płaskich stoliw. Południowa część łuku nosi nazwę Gór Szadowskich.

Obszar w najbliższym sąsiedztwie wewnętrznej strony opisywanego łuku jest urozmaicony niewielkimi wzniesieniami. Dalej na północ opada łagodnie ku dolinie Warty. Teren kontaktujący z Pradolina Warszawsko-Berlińską jest przykładem rozcięcia wysoczyzny morenowej (T. Bartkowski, 1964), której fragmenty zachowały się w postaci wysp wysoczyznowych.

Odmienny charakter ma obszar na południe od Pagórków Żłotogórskich. Jest to wysoczyzna morenowa płaska lub lekko falista, o nieznacznych nachyleniach stoków i słabo wciętych dolinach. Wykazuje cechy silnego przeobrażenia przez denudację o charakterze peryglacjalnym, o czym świadczą pokrywy utworów oraz struktur peryglacjalnych (B. Krygowski, 1961, A. Kostrzewski i W. Stankowski, 1962). Efekty warunków peryglacjalnych można spotkać również w północnej części opisywanego obszaru w postaci piasków pokrywowych i graniaków.

Na temat genezy i wieku Pagórków Żłotogórskich stworzono szereg różnych koncepcji. Część badaczy łączy je ze zlodowaczeniem bałtyckim (J. Łyczewska, 1960, R. Galon i L. Roszkówna, 1961, E. Rutkowski, 1967), część ze zlodowaczeniem środkowopolskim (S. Majdanowski, 1950, B. Krygowski, 1961, A. Kostrzewski i W. Stankowski, 1962, T. Bartkowski, 1962, 1964). Powodem tak różnych poglądów jest świeżość morfologiczna terenu. Według J. Łyczewskiej (1960) jest ona dowodem młodego wieku. Fakt przekroczenia przez lądolód Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej wynika, zdaniem E. Rutkowskiego (1967), z predyspozycji terenu.

Świeżość morfologiczną T. Bartkowski (1962, 1964) tłumaczy przepuszczalnością piasków i żwirów budujących te pagórki, bardziej odpornych na denudację niż materiały gliniaste, przyległej wysoczyzny morenowej. Brak zagłębień bezodpływowych oraz jezior rynnowych, których występowanie kończy się na morenach czołowych na północ od Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej wskazuje, zdaniem T. Bartkowskiego, na wiek starszy od zlodowaczenia bałtyckiego.

Geneza Pagórków Żłotogórskich również nie jest dokładnie poznana. Łukowate wygięcie i duże deniwelacje nasunęły myśl o czołowomorenowym ich charakterze. Jednak materiał budujący te wzniesienia — piaski i żwiry z wkładkami gliny morenowej, mułków i grubego żwiru — wskazują, zdaniem T. Bartkowskiego (1962, 1964), na akumulację wodnolodowcową. Autor ten nazywa te pagórki formami typu kemu marginalnego. O charakterze marginalnym tych form pisali również A. Kostrzewski i W. Stankowski (1962). Autorzy ci nazwali jednak najwyższy poziom wzgórz sandrem marginalnym, którego niższe poziomy powstały w efekcie jego rozmycia.

CHARAKTERYSTYKA GRANIAKÓW WYSTĘPUJĄCYCH NA POŁUDNIE OD PRADOLINY WARSZAWSKO-BERLIŃSKIEJ

A. METODA BADAŃ

Z uwagi na duży obszar badań, w pracy posługiwano się metodą pól testowych, tzn. analizowano graniaki znajdujące się w kwadratach o powierzchni 1 m². Analiza to polegała na określeniu procentowego udziału graniaków w stosunku do pozostałych kamieni znajdujących się w obrębie wyznaczonej powierzchni, na określeniu ich kształtu, rodzaju powierzchni eolozowanych, wielkości i składu petrograficznego.

Określenie procentowego udziału graniaków wśród kamieni nieeolizowanych, a nie tylko liczby graniaków, pozwoliło wykluczyć możliwość fałszywego wyniku, w sytuacji, gdy nagromadzenie kamieni było przypadkowe.

Pola testowe zostały zlokalizowane w różnych sytuacjach morfologicznych, przeważnie na wierzchołkach, w kilku miejscach na stoku, oraz u podnóża wzniesień. Testy objęły stoki o różnej ekspozycji.

Badania te przeprowadzono po obu stronach Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej, zakładając po obu stronach jednakową liczbę pól testowych — łącznie 140. Na południe od pradoliny testami objęto pagórki w okolicy Brzeźna i Galewa. Na północy — w pobliżu Kawnic, Golin i Pokojów (rys. 1).

W rezultacie dokonano charakterystyki 651 graniaków spośród około 2800 kamieni.

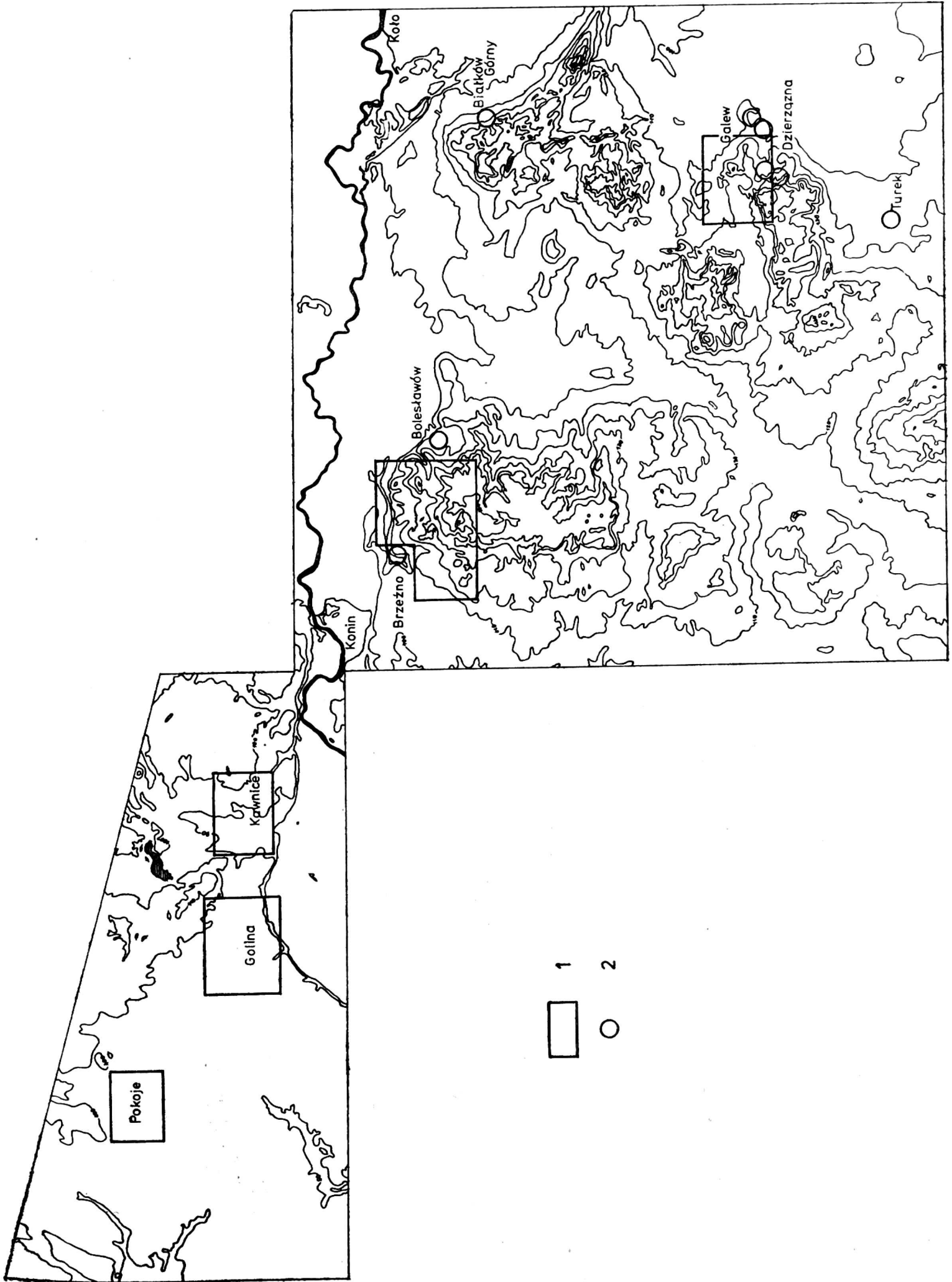
Badaniami objęto również graniaki występujące w horyzontach kamienistych. W tym celu wykorzystano 8 odkrywek (Galew — 2, Dzierżazna — 2, Biazków Górny, Turek, Brzeźno, Bolesławów — rys. 1), w których przebadano 32 fragmenty ścian. Analiza graniaków polegała na procentowym określeniu udziału graniaków w stosunku do pozostałych kamieni w horyzoncie, na odcinku 1 m, oraz, podobnie jak przy charakterystyce graniaków na powierzchni, na określeniu ich kształtu, wielkości i rodzaju skał.

W wyniku analiz opisano 469 graniaków spośród około 950 kamieni.

Horyzont kamienisty we wszystkich odsłonięciach przedzielał piaski, których dokładne określenie wymagało badań laboratoryjnych. Próbkę pobrane z warstw leżących poniżej oraz powyżej horyzontu poddano badaniu składu mechanicznego oraz obróbki ziarna kwarcowego.

B. WYSTĘPOWANIE GRANIAKÓW W RÓŻNYCH SYTUACJACH MORFOLOGICZNYCH

Badania testowe przeprowadzono na pagórkach w okolicy Galewa (7 km na N od Turka i 3 km na W od Galewa), na pagórkach pomiędzy Brzeźnem i Brzeźnem Nowym (4 km na SE od Konina) oraz na wzniesieniu pomiędzy Głodnem i Brzeźnem Nowym (5 km na E od Konina).



Rys. 1. Lokalizacja obszarów badań
 1 — pola testowe, 2 — odkrywki

Dla sprawdzenia czy obecność i liczba graniaków oraz ich kształt ma związek z rzeźbą, pola testowe zlokalizowano na kulminacjach, w kilku miejscach na stoku (w zależności od wielkości pagórka) oraz u podnóża wzniesienia.

W pobliżu Galewa liczba graniaków w stosunku do pozostałych kamieni wynosi przeciętnie 33,6% i mieści się w granicach 19,0 - 48,3%. Różnice wynikają z lokalizacji pól testowych. Najmniejsze wartości występują na wierzchołkach, gdzie wynoszą średnio 28,5%. W miarę przesuwania się w dół stoku udział graniaków rośnie około 6%, osiągając w połowie stoku średnią wartość 34,3%. U podnóża wzniesienia liczba graniaków w stosunku do pozostałych kamieni jest większa o około 2%. Wartość ta wynosi przeciętnie 35,9%.

Zaznacza się więc wyraźna prawidłowość wskazująca na zwiększający się procentowy udział graniaków w miarę przesuwania się w dół stoku. Większy ich przyrost w górnej części stoku wiązać należy z sumowaniem się liczby graniaków powstałych na stoku, z przemieszczonymi kongeliflukcyjnie z partii szczytowych.

Na wschód od Konina zagadnienie to przedstawia się podobnie. Na powierzchni 1 m² znajduje się średnio 31,0% graniaków. Najmniej ich spotyka się na wierzchołkach — przeciętnie 26,1%, w połowie stoku — 34,8%, a u podnóża — średnio 35,5%.

Tylko w jednym przypadku (na E od Konina) sytuacja była odwrotna. Największy udział graniaków wykazywała kulminacja (25,0%). Malał on do 22,9% w połowie stoku i 10,0% u podnóża. Sytuację tę tłumaczy materiał budujący tę część stoku — gruby piasek i żwir. Stwierdzono już bowiem wcześniej (B. Nitz, 1965), że obecność grubego materiału utrudnia proces korazji, a udział graniaków w związku z tym jest mniejszy.

C. KSZTAŁT GRANIAKÓW W RÓŻNYCH SYTUACJACH MORFOLOGICZNYCH

Badania wykazały, że na kulminacjach przeważają kamienie z jedną ścianą oraz, w bardzo małej ilości, z dwoma ścianami zbiegającymi się w wyraźną grań (przeważnie u egzemplarzy o wydłużonym kształcie). Nie znaleziono natomiast graniaków dwustronnych (podwójnych), tzn. takich, których obydwie strony noszą ślady przekształcenia eolicznego.

Kształt graniaków w różnych partiach stoku wykazuje pewne zmiany. W górnych jego częściach występuje jeszcze ten sam typ graniaków jaki obserwowano na kulminacjach oraz graniaki z dwoma ścianami, oddzielonymi granią lub wąską nieoszlifowaną powierzchnią. Oprócz graniaków jednostronnych, u których stopniowo, w miarę przesuwania się po stoku, rośnie liczba ścian i grani, pojawiają się graniaki dwustronne. Mają one na ogół postać płytek o dobrze oszlifowanych, równoległych do siebie powierzchniach. Często powierzchnie te zbiegają się pod bardzo ostrym kątem i stykają liniowo lub punktowo.

Udział graniaków podwójnych, w stosunku do pozostałych kamieni eolizowanych, w górnej części stoku wynosi ok. 20%. Wartość ta szybko rośnie osiągając w połowie stoku ok. 40%. Stopniowo, w kierunku podstawy formy, widać coraz lepsze wykształcenie zarówno wśród graniaków jednostronnych, jak i podwójnych. Wśród graniaków jednostronnych rośnie liczba ścian i grani, zwłaszcza u kamieni dużych rozmiarów. Pojawiają się także formy klinowate i stożkowate. Graniaki dwustronne, oprócz obserwowanych już form płytkowych, posiadają lepiej wykształcone obydwie strony. Jedna przedstawia się w postaci dwóch lub trzech ścian i grani, druga — w postaci jednej lub dwóch ścian połączonych granią. Udział graniaków dwustronnych u podnóża pagórka wyraża się przeciętną wartością 49,9%. W kierunku podstawy formy zwiększa się częstość występowania graniaków trój- i wielostronnych, a wśród nich form klinowatych, stożkowatych i walcowatych. Te ostatnie występują sporadycznie. Wzdłuż całego profilu formy spotkać można nieregularne kamienie ze śladami działalności eolicznej.

W rozmieszczeniu różnych form graniaków widać więc zależność od ich pozycji na stoku. Idąc od kulminacji wzdłuż profilu formy, pojawiają się graniaki z coraz większą liczbą ścian i grani. Również w tym kierunku zwiększa się udział graniaków dwu- i wielostronnych.

Te wyniki, a szczególnie brak graniaków podwójnych na kulminacjach, nasunęły wniosek, że obecny kształt graniaków nie jest wynikiem zmian kierunku wiatru, ale że w tworzeniu ścian i grani bardzo ważną rolę odegrała kongeliflukcja, dzięki której na działalność wiatru były wystawione kolejne fragmenty kamieni.

Ponieważ badania autorów niemieckich (B. Nitz, 1965) wykazały zróżnicowanie w wykształceniu graniaków w zależności od ekspozycji, również na omawianym terenie przeanalizowano to zagadnienie. Badania przeprowadzone w okolicy Galewa i Brzeźna, nie potwierdziły wcześniejszych wyników. Nie zauważono żadnych prawidłowości w zróżnicowaniu procentowego udziału graniaków, a także ich kształtu, w zależności od wystawy zboczy.

D. MORFOLOGIA GRANIAKÓW

Dalsza analiza graniaków dotyczyła ich ścian i grani. Na powierzchniach ścian eolizowanych kamieni prześledzić można układ form wklęsłych i wypukłych. Były one już opisane w literaturze. Z form wklęsłych należy wymienić dziurki, czółenka i żłobki. J. Dylik (1952) wymienione formy uznał za kolejne stadia przekształcenia eolicznego kamienia.

Dokładne obserwacje powierzchni ścian nasunęły jednak inne uwagi. Układ form wklęsłych i towarzyszących im form wypukłych jest wypadkową tekstury skały i kierunku wiatru, zależy więc od ułożenia warstw w stosunku do przeważającego kierunku wiatru. Gdy warstwy przebiegają

równoległe do kierunku wiatru powstają żłobki. Gdy eolizacji podlegają wychodnie warstw powstają dziurki. Sytuacje pośrednie dają czółenka. Stąd zapewne zrodziły się przypuszczenia, że czółenka są formami przejściowymi między dziurkami i żłobkami, dając tym samym podstawę do określenia ewolucji rzeźby eolizowanych powierzchni (J. Dylik, 1952).

Na podstawie przebadanych kamieni można stwierdzić, że wyrazistość reliefu zależy od struktury skały. U graniaków uformowanych ze skał gruboziarnistych jest on wyraźniejszy niż ze skał drobnoziarnistych. W przypadku skał różnorodnych drobne zagłębienia są wyraźniejsze niż u skał jednorodnych. Również większe urozmaicenie mają powierzchnie skał równoziarnistych niż różnoziarnistych. Graniaki powstałe ze skał afanitowych posiadają ściany gładnie.

Stopień wygładzenia ścian nie zależy jednak tylko od składu petrograficznego, ale od tego czy przewagę miała eolizacja czy wietrzenie selektywne.

Podobne uwagi dotyczą grani. Ich przebieg zależy również od tekstury i struktury skały, ale przede wszystkim od częstości poruszania kamienia, a także od pierwotnego kształtu głazu. Dwie ostatnie zależności mają wpływ na układ grani. Natomiast tekstura i struktura wpływa jedynie modyfikująco.

Zaobserwowane u graniaków charakterystyczne typy krawędzi: łukowate, proste, esowate, zygzakowate i in., były już w literaturze opisane i dlatego nie będą ponownie omawiane.

Zastanawiająca jest natomiast sprawa wyznaczenia kierunku wiatru peryglacjalnego na podstawie przebiegu grani. Z bardzo dużą dokładnością obliczeń takich dokonał M. Matschinski (1966). Według niego kierunek wiatru peryglacjalnego różnił się od współczesnego o 5 - 10 stopni. Z uwagi na fakt, że graniaki in situ nie występują, wynik otrzymany przez tego autora wydaje się mało prawdopodobny. Odczytywanie kierunku wiatru peryglacjalnego jest bardziej możliwe na obnażonych powierzchniach skalnych, co sugerował J. Dylik (1952).

E. WIELKOŚĆ GRANIAKÓW

Na charakterystykę graniaków składał się również pomiar ich wielkości. Wyniki zestawione zostały w tabeli 1.

Zdecydowaną przewagę mają graniaki z przedziałów 4 - 6 cm i 2 - 4 cm. Jest ich łącznie 502, co stanowi 77,2%. Nie świadczy to jednak, że kamienie o tych rozmiarach są najbardziej predysponowane do eolizacji. Jest ich najwięcej, stąd w ogólnym bilansie również liczba graniaków jest odpowiednio duża.

Obserwacje kamieni różnej wielkości wykazały, że wśród głazów dużych i bardzo dużych graniaki spotyka się najczęściej. Jednocześnie odzna-

Tabela 1 — Table 1

Wielkość graniaków
występujących na południe od Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej
The size of wind-faceted pebbles
occurring south of the Warsaw-Berlin Pradolina

Wielkość w cm Size in cm	Liczba graniaków Number of pebbles	Procentowy udział graniaków % content of pebbles
< 2	13	2,0
2-4	240	36,9
4-6	262	40,3
6-8	72	11,0
8-10	28	4,3
10-12	17	2,6
12-14	6	0,9
14-16	9	1,4
16 i >	4	0,6
	651	100,0

czają się one dużą liczbą ścian i grani. Im kamienie mniejsze tym udział wśród nich graniaków jest również mniejszy.

Badania takie na terenie Niemiec prowadził B. Nitz (1965). Stwierdził on, że liczba graniaków rośnie wraz ze wzrostem wielkości głazów. Podczas gdy u kamieni o rozmiarach do 4 cm, liczba graniaków wynosi 35⁰%, do 10 cm — już 65⁰%, a do 15 cm — 78⁰%. Dalej u głazów jeszcze większych rośnie prawdopodobnie do 80⁰%.

Badania między Turkiem i Koninem potwierdziły tę prawidłowość, jednak brak pomiarów kamieni nie będących graniakami uniemożliwił dokonanie zestawienia liczbowego.

F. SKŁAD PETROGRAFICZNY GRANIAKÓW

Skład petrograficzny graniaków na tle pozostałych kamieni na omawianym obszarze przedstawia tabela 2.

Z zestawienia wynika, że ślady eolizacji spotyka się najczęściej u skał porfirowych, piaskowców, diabazów i gnejsów.

Wyniki te można uzupełnić wnioskami B. Nitza (1965), który stwierdził, że częstość występowania kamieni eolizowanych jest większa wtedy, gdy graniaki zostały utworzone ze skał drobnoziarnistych.

Na wyznaczonych do badań powierzchniach zależność ta zaznacza się bardzo wyraźnie wśród granitów. Graniaków utworzonych z granitów drobnoziarnistych jest znacznie więcej niż u gruboziarnistych.

Porównanie zebranych egzemplarzy z przykładami skał skandynawskich z atlasu J. Korna (1927), pozwala na wniosek o skandynawskim pochodzeniu kamieni, z których zostały uformowane graniaki.

Tabela 2 — Table 2

Zależność między częstością występowania graniaków a rodzajem skały na południe od Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej
Relation between the frequency of occurrence of wind-facetted pebbles and the rock type south of Warsaw-Berlin Pradolina

Rodzaj skały Rock type	Liczba kamieni Number of stones	Liczba graniaków Number of pebbles	Procentowy udział graniaków % content of pebbles
porfir	148	74	50,0
piaskowiec	572	230	40,3
diabaz	45	15	33,3
gnejs	183	60	32,8
granit	562	157	28,1
dioryt	272	62	23,0
granodioryt	116	26	22,4
granitognejs	40	8	20,0
kwarcyt	96	16	16,7
lidyty	21	3	14,3
łupek	3	—	—
wapień	6	—	—
krzemień	20	—	—
	2084	651	

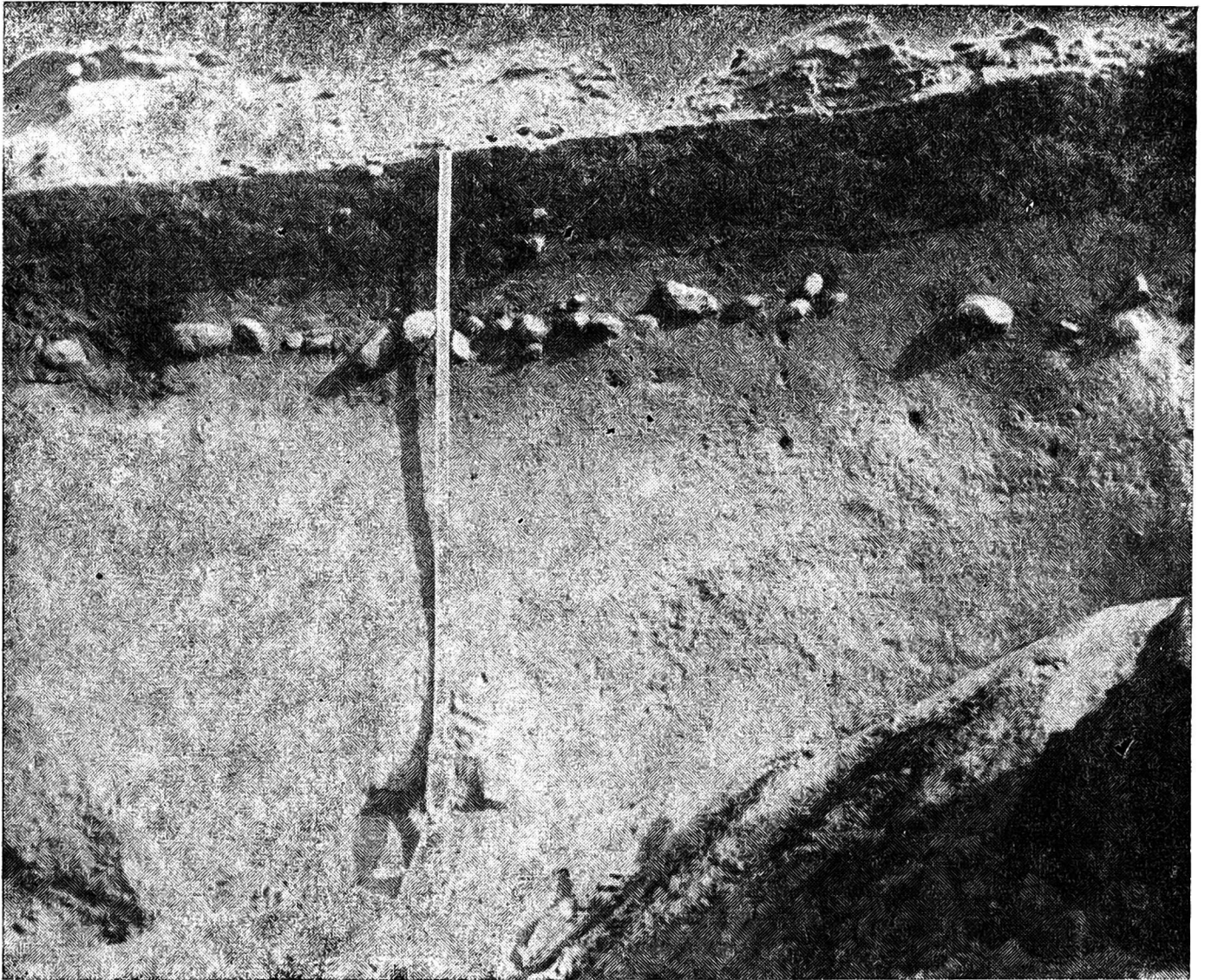
Analiza kształtu graniaków w powiązaniu ze składem petrograficznym nie wykazała żadnej prawidłowości, mimo że we wcześniejszych badaniach E. Geinitz (1881, za B. Nitzem, 1965) wskazał związek rodzaju skały z kształtem graniaków.

Wydaje się bardziej prawdopodobne, że rodzaj skały wpływa jedynie na szybkość tworzenia się ścian, natomiast liczba ścian i grani, które składają się na kształt graniaka, zależy od częstości zmian pozycji eolizowanego kamienia.

G. HORYZONT KAMIENISTY

Występowanie graniaków nie ogranicza się tylko do współczesnej powierzchni. Spotkać je można także na niewielkiej głębokości, gdzie razem z kamieniami nieeolizowanymi i okruchami skalnymi (produktami wietrzenia), tworzy horyzont kamienisty.

Na temat horyzontów — ich występowania, rozprzestrzenienia oraz genezy wypowiadało się wielu autorów. D. Dücker (1934, 1954) zajmował się tym zagadnieniem na terenie Niemiec północno-zachodnich. Stwierdził, że tzw. Steinsohle są powierzchniami deflacyjnymi, a ich występowanie ogranicza się do obszarów wieku środkowopolskiego (Riss). Do podobnych wyników doszedł H. Illies (1955). Wskazał on na gwałtowny spadek liczby graniaków na granicy młodych i starych moren. O deflacyjnym charakterze horyzontów pisali również J. Behr i O. Tietze (1911). Badania H. Bra-



Fot. 1. Horyzont kamienisty — fragment odsłonięcia w Dzierżynie

mera (1957/1958), a szczególnie B. Nitz (1965, 1966) dostarczyły informacji o występowaniu horyzontów kamienistych również w obrębie najmłodszego zlodowacenia, podkreślając lepsze wykształcenie i większe rozprzestrzenienie w obrębie zlodowacenia środkowopolskiego. Na podstawie dłuższej osi kamieni B. Nitz (1965, 1966) doszedł do wniosku, że horyzont kamienisty ma charakter soliflukcyjny.

Badania J. Dylika (1952) w Polsce środkowej wskazały na związek graniaków z inwolucjami i osadami kongeliflukcyjnymi, a tym samym na równoczesność działania procesów zmarzlinowych i eolicznych.

Na obszarze między Turkiem i Koninem horyzont kamienisty przedstawia się jako ciąg kamieni, zalegający na głębokości od 15 - 100 cm (najczęściej 30 - 50 cm) od współczesnej powierzchni (fot. 1). W większości odsłonięć ten charakterystyczny układ głazów rysuje się wzdłuż linii prostej, rzadko falistej.

Udział graniaków wśród nich (fot. 2) jest duży, większy niż na powierzchni i wynosi średnio 52,4%, wahając się od 27,5 - 72,6%. Również kształt graniaków w porównaniu z graniakami na powierzchni wskazuje na lepsze ich wykształcenie, wyrażające się w większej liczbie ścian i grani. Mniejsza



Fot. 2. Horyzont kamienisty — fragment odkrywki w Brzeźnie

Tabela 3 — Table 3

Wielkość graniaków z horyzontów kamienistych
The size of wind-faceted pebbles from stone horizons

Wielkość w cm Size in cm	Liczba graniaków Number of pebbles	Procentowy udział graniaków % content of pebbles
< 2	50	10,7
2-4	180	38,3
4-6	145	31,0
6-8	58	12,3
8-10	21	4,5
10-12	4	0,9
12-14	5	1,0
14-16	2	0,4
16 i >	4	0,9
	469	100,0

natomiast jest liczba graniaków dwustronnych — średnio 27,2⁰%, a waha się od 0 - 57,1⁰%.

Wielkość graniaków występujących w horyzontach kamienistych jest podobna do graniaków na powierzchni. Dominują graniaki o rozmiarach 2 - 4 cm i 4 - 6 cm. Jest ich łącznie 325, co stanowi 69,3⁰% (tab. 3). Razem z graniakami z przedziałów < 2 cm i 6 - 8 cm stanowią 92,3⁰% (433 graniaków).

Podstawowymi rodzajami skał, które najczęściej podlegały przemodlowaniu eolicznemu były, podobne jak na powierzchni, porfiry, piaskowce, granity, dioryty i gnejsy.

Szczególny układ kamieni w postaci horyzontu oraz przewaga w nim graniaków pozwala na wniosek o ich deflacyjnym charakterze. Obecny horyzont stanowił więc ówczesną powierzchnię. Materiał kamienisty, z którego były kształtowane graniaki, był dostarczany przez kongeliflukcję, o czym świadczy ułożenie dłuższej osi kamieni oraz prawdopodobnie przez wyrastanie kamieni.

H. ZAGADNIENIE PIASKÓW POKRYWOWYCH

Piaski pokrywowe, podobnie jak graniaki, zaliczane są do utworów środowiska peryglacjalnego. Utwór ten nie stanowił zasadniczego przedmiotu pracy, jednak ze względu na jego obecność na omawianym terenie oraz fakt, że może dostarczyć dodatkowych informacji na temat zasięgu strefy peryglacjalnej, zagadnienie piasków pokrywowych włączono do tej pracy. Nie zostało ono jednak w pełni opracowane.

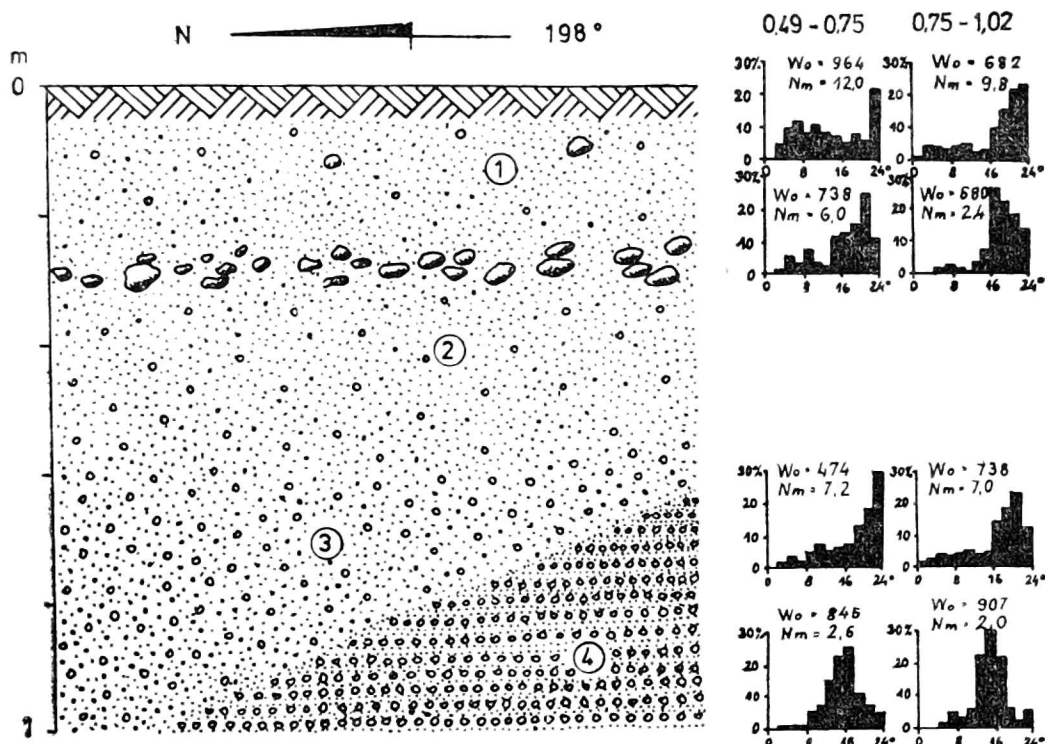
Poglądy dotyczące tych utworów usystematyzował J. Dylik (1952a) dzieląc je na dwie grupy. Jedna z nich obejmuje poglądy o pierwotnym charakterze tych utworów (A. Penck, 1873, F. Solger, 1935), druga zalicza piaski pokrywowe do utworów wtórnych (F. Wahnschaffe, 1881, E. Geinitz, 1911, K. Gripp, 1927, F. Dewers, 1926, 1929, A. Dücker, 1934).

Na występowanie piasków pokrywowych w Polsce środkowej jako jedni z pierwszych zwrócili uwagę E. Behr i O. Tietze (1911). Osad ten uznali oni za eoliczny i nazwali go *lessem*, wskazując na podobieństwo piasków pokrywowych z *lessem* trzebnickim.

J. Dylik (1952a) przypisuje im charakter kongeliflukcyjny. Stanowisko swoje opiera na obecności horyzontu kamienistego, w którym występujące liczne graniaki świadczą o deflacyjnym, a nie akumulacyjnym charakterze.

Na obszarze między Turkiem i Koninem już opisany horyzont kamienisty dzieli dwie warstwy piasków pokrywowych, które makroskopowo przedstawiają się podobnie. Są to bezstrukturalne piaski pylaste z domieszką żwiru i gładzików.

W trakcie analizy dokonano jednocześnie porównania obu warstw. Badania składu mechanicznego nie wykazały różnic między omawianymi



Rys. 2. Sytuacja piasków pokrywowych względem horyzontu kamiennego i głębszego podłoża — odkrywka w Galewie

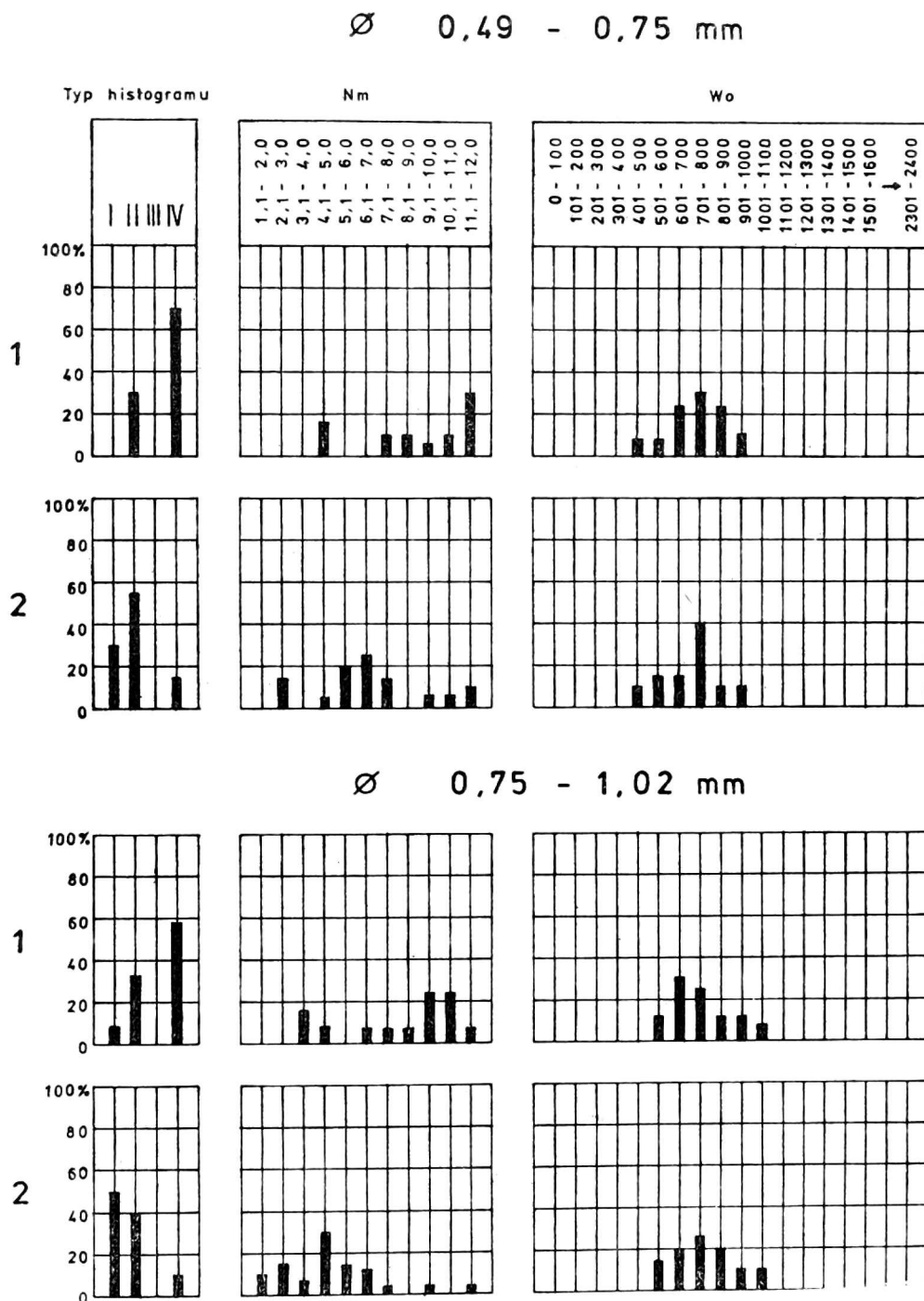
warstwami piasków, poza większą domieszką materiału grubego w warstwie znajdującej się nad horyzontem kamiennym.

Badania obróbki ziarna kwarcowego W_o wykazało, że piaski znajdujące się powyżej horyzontu charakteryzują się większą ilością ziarn typu γ , przeciętnie od 15 - 20%, podczas gdy piaski zalegające poniżej horyzontu mają ich 4 - 7%. Zagadnienie to przedstawia się podobnie dla frakcji 0,49 - 0,75 mm i 0,75 - 1,02 mm. Należy podkreślić, że obydwie warstwy piasków posiadają dużą ilość ziarna najslabiej obrobionego typu α .

Badania B. Krygowskiego (1968) dotyczące wskaźnika niejednorodności materiału N_m wykazały, że dla typowych piasków eolicznych osiąga on największe wartości — około 6,5. Obliczenia dla piasków pokrywających horyzont na omawianym terenie dały najczęstsze wartości 11 - 12 dla frakcji 0,49 - 0,75 mm i 9 - 11 dla frakcji 0,75 - 1,02 mm (rys. 2 i 3). Tak wysokie wartości wskazują, że nie jest to idealne środowisko eoliczne, o czym świadczy duża ilość ziarn źle obtoczonych. Dla piasków znajdujących się poniżej horyzontu współczynnik ten wynosi od 6 - 7 dla frakcji 0,49 - 0,75 mm i 4 - 5 dla frakcji 0,75 - 1,02 mm (rys. 2 i 3).

Przy porównaniu obu warstw piasków należy również zwrócić uwagę na przeważający typ histogramu (rys. 3). Otrzymane histogramy nie należą do typowych. Dla piasków pokrywających horyzont charakterystyczny jest typ IVa i IVb (według G. Krygowskiego, 1968) zarówno dla frakcji 0,49 - 0,75 mm jak i 0,75 - 1,02 mm. Natomiast dla piasków znajdujących się pod horyzontem kamiennym najczęstszy jest typ Ic i Id oraz Iib dla obu frakcji.

Przedstawione histogramy, odbiegające od typowych opracowanych przez B. Krygowskiego (1964, 1968) wskazują, podobnie jak współczynnik



Rys. 3. Typ histogramu oraz wartości współczynnika niejednorodności materiału oraz współczynnika obróbki ziarna kwarcowego dla: 1 — piasków powyżej horyzontu kamienistego oraz 2 — piasków poniżej horyzontu kamienistego, dla frakcji 0,49 - 0,75 mm i 0,75 - 1,02 mm

obróbki W_o i współczynnik niejednorodności materiału N_m , że charakter tych utworów nie jest rezultatem jednego procesu, ale wynikiem zazębienia się procesów zmarzlinowych, wietrzeniowych i eolicznych.

Stwierdzono również duży udział procesów eolicznych w kształtowaniu piasków pokrywających horyzont kamienisty.

CHARAKTERYSTYKA GRANIAKÓW WYSTĘPUJĄCYCH NA PÓŁNOC OD PRADOLINY WARSZAWSKO-BERLIŃSKIEJ

Wyznaczony do badań obszar na północ od Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej, na zachód od Konina, stanowi płaska, lekko na południo-zachód nachylona powierzchnia sandrowa. Rozciąga się ona na przedpolu moren

czołowych, ciągnących się od Powidza przez Golinę do Konina, zaliczanych przez część badaczy do stadiału leszczyńskiego ostatniego zlodowacenia (B. Krygowski, 1961, S. Konieczny, 1961), a przez K. Rotnickiego (1963) do stadiału poznańskiego.

Badania graniaków na tym terenie prowadzono w analogiczny sposób, jak na południe od pradoliny. Do testowań wyznaczono trzy obszary: okolice Pokojów, Golicy i Kawnic (rys. 1). Dwa pierwsze leżą w obrębie wspomnianego sandru, ostatni w obniżeniu dolinnym sandru, który tworzy tu szeroką, 4 - 5 km, przerwę w przedstawionym ciągu moren.

Na północ od Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej liczba kamieni, a wśród nich udział kamieni eolizowanych, jest nieduża. Średnia wartość wynosi 21,4%. Waha się ona od 9,1 - 32,0%. Kamienie rzeźbione przez wiatr nie mają postaci dojrzałych. Przeważają tu graniaki jednostronne z jedną, rzadko z dwoma ścianami. Sporadycznie występują kamienie z większą liczbą wyraźnie zaznaczonych ścian i grani. Graniaków dwustronnych jest

Tabela 4 - Table 4

Wielkość graniaków
występujących na północ od Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej
The size of wind-faceted pebbles
occurring north of the Warsaw-Berlin Pradolina

Wielkość w cm Size in cm	Liczba graniaków Number of pebbles	Procentowy udział graniaków % content of pebbles
< 2	7	3,7
2 - 4	101	52,6
4 - 6	66	34,4
6 - 8	11	5,7
8 - 10	4	2,1
10 - 12	2	1,0
12 i >	1	0,5
	192	100,0

tu niewiele. Małą ich liczbę może tłumaczyć prawie płaska powierzchnia sandrowa, na której przewracanie kamieni jest utrudnione. Za słuszością tych przypuszczeń przemawia również fakt, że graniaki dwustronne spotyka się tu wyłącznie wśród kamieni drobnych (< 5 cm), które mogły być przewrócone przy huraganowych prędkościach wiatru.

Wielkość graniaków na omawianym terenie przedstawia tabela 4. Przeważający udział mają tu graniaki z przedziałów 2 - 4 cm i 4 - 6 cm. Łącznie jest ich 167, co stanowi 87,0%. Pozostałe przedziały mają udział niewielki. Szczególnie mało jest kamieni dużych i bardzo dużych.

Z zestawienia rodzaju skał graniaków, na północ od Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej (tab. 5) wynika, że najczęściej spotyka się je wśród porfirów, piaskowców, diabazów, granitów i gnejsów.

Tabela 5 – Table 5

Zależność między częstością występowania graniaków a rodzajem skały na północ od Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej

Relation between the frequency of occurrence of wind-faceted pebbles and the rock type north of the Warsaw-Berlin Pradolina

Rodzaj skały Rock type	Liczba kamieni Number of stones	Liczba graniaków Number of pebbles	Procentowy udział graniaków % content of pebbles
porfir	58	25	43,1
piaskowiec	226	69	30,5
diabaz	12	2	25,0
granit	185	43	23,3
gnejs	87	18	20,7
dioryt	118	20	17,0
granodioryt	40	6	15,0
granitognejs	22	3	13,6
kwarcyt	50	5	10,0
lidy	7	—	—
	805	192	

Na północ od Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej nie stwierdzono występowania horyzontu kamienistego. Odkrywki w okolicy Goliny przedstawiają miąższą warstwę piasku bezstrukturalnego z dużą domieszką żwiru i głazików, pod którą występuje warstwowany materiał.

PORÓWNANIE GRANIAKÓW WYSTĘPUJĄCYCH PO OBU STRONACH PRADOLINY WARSZAWSKO-BERLIŃSKIEJ

Na wstępie podkreślić należy odmienny charakter rzeźby porównywalnych obszarów. Teren na południe od pradoliny stanowi typ rzeźby faliści, urozmaicony licznymi wzniesieniami, natomiast na północ od niej płaski. Uwaga ta jest konieczna, gdyż rzeźba, jak wykazano wcześniej ma wyraźny wpływ na kształt kamieni eolizowanych.

Zestawienie opisów graniaków badanych obszarów wykazało różnicę

Tabela 6 – Table 6

Zmienność procentowego udziału graniaków na obszarze między Galewem i Pokojami

Variation in the percentage content of wind-faceted pebbles in the area between Galew i Pokoje

Obszar badań Area of investigation	Procentowy udział graniaków % content of pebbles
okolice Galewa k/Turka	33,6
okolice Brzeźna k/Konina	31,0
okolice Kawnic, Goliny i Pokojów	21,4
	32,3

właśnie w sposobie ich wykształcenia. Graniaki pochodzące z powierzchni sandrowej, reprezentowane są prawie wyłącznie przez kamienie z jedną lub dwoma ścianami. Graniaki z większą liczbą ścian spotyka się tylko wśród kamieni mniejszych od 5 cm. Graniaki występujące między Turkiem i Koninem odznaczają się większą liczbą ścian, zarówno wśród graniaków jednostronnych, jak i dwustronnych. Występują również graniaki wielostronne.

Rzeźba wpływa na kształt graniaków, nie ma jednak związku z rozmiarami eolizacji. Porównanie procentowego udziału graniaków wykazuje natomiast różnice między badanymi obszarami (tab. 6). Na południe od Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej wartość ta wynosi średnio 32,3⁰/o i waha się od 33,6⁰/o w okolicy Turka, do 31,0⁰/o w okolicy Brzeźna. Zaznacza się więc nieznaczny spadek udziału graniaków w kierunku północnym. Wartość ta wyraźnie spada na północ od Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej do 21,4⁰/o. Zmiana ta ma charakter skokowy. Różnica wynosi 10,9⁰/o.

Pod względem wielkości graniaków, na wszystkich analizowanych polach testowych, sytuacja przedstawia się podobnie. Dominują graniaki o rozmiarach 2 - 6 cm. Na północ od pradoliny jest ich więcej — 87,0⁰/o, (na południu — 77,2⁰/o), przy czym przeszło połowę (52,6⁰/o) stanowi frakcja 2 - 4 cm. Pozostałe 13,0⁰/o uzupełniają graniaki średnie i bardzo małe. Na południe od pradoliny najwięcej jest również graniaków z przedziałów 4 - 6 cm (40,3⁰/o) i 2 - 4 cm (36,9⁰/o). Na pozostałe 22,8⁰/o składają się kamienie średnie i duże.

Pod względem składu petrograficznego eolizowanych kamieni, porównywane pola testowe nie wykazują zasadniczych różnic. Najczęstszym rodzajem skał, z jakich uformowane zostały graniaki są: porfiry, piaskowce, diabazy, gnejsy i granity.

Porównanie przebadanych wcześniej cech graniaków dotyczyło tylko egzemplarzy znajdujących się na współczesnej powierzchni, gdyż obecności horyzontu kamienistego występującego bardzo wyraźnie w każdym odsłonięciu na południe od Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej, na północ od niej nie stwierdzono.

PRÓBA WYZNACZENIA PÓŁNOCNEGO ZASIĘGU STREFY PERYGLACJALNEJ W PEŁNI WŪRMU MIĘDZY TURKIEM I KONINEM

Porównanie graniaków występujących po obu stronach Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej, wskazało przede wszystkim różnice procentowego udziału kamieni eolizowanych. Były one podstawą dla dalszych wniosków.

Większy udział graniaków przemawia za dłuższym, intensywniejszym i efektywniejszym okresem eolizacji. Obszar na południe od Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej, między Turkiem i Koninem posiada nieznaczne różnice w liczbie graniaków w stosunku do pozostałych kamieni. Chociaż zaznacza się tendencja zmniejszania ich procentowego udziału w kierun-

ku północnym, jednak różnice na najbardziej skrajnych stanowiskach są nieznaczne. Przyjmując podobieństwo morfologiczne stanowisk w okolicy Galewa i Brzeźna, nie widać również różnic w sposobie wykształcenia graniaków. Kształt graniaków charakteryzuje się dużą różnorodnością form. Spotyka się często szczególnie dobrze przemodelowane eolicznie kamienie.

Porównanie z obszarem na północ od pradoliny, którego wieku bałtyckiego utworów nie można zaprzeczyć, podkreśla odmienną naturę obszaru między Turkiem i Koninem w każdej z analizowanych cech.

Wzrost o charakterze skokowym wartości procentowego udziału graniaków, a także występowanie, na południe od Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej, horyzontu kamienistego oraz piasków pokrywowych, których brak na północ od niej, jeszcze bardziej podkreśla jedność procesów peryglacjalnych na badanym obszarze.

Analiza niektórych efektów środowiska peryglacjalnego, a przede wszystkim graniaków pozwala na wniosek, że w pełni Würmu obszar między Turkiem i Koninem, stanowił strefę peryglacjalną. Łądolód nie przekroczył więc Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej. Czoło jego stacjonowało prawdopodobnie na północ od niej.

Określenie północnego zasięgu strefy peryglacjalnej ostatniego zlodowacenia na podstawie występowania i udziału graniaków, powinno być traktowane jako wskazówka dla dalszych badań. Otrzymany wynik, oparty na podstawie jednego z wyznaczników, nie dostarcza wszystkich argumentów dla oceny wieku obszaru.

KLASYFIKACJA GRANIAKÓW NA PODSTAWIE RELACJI: LICZBA ŚCIAN — POZYCJA NA STOKU

Pierwszą klasyfikację graniaków podał W. Pfannkuch (1915, za J. Dylikiem, 1952). Podział ten rozszerzony później przez A. Dückera (1934, 1954) za podstawowe kryterium przyjmuje liczbę ścian i grani. Wyróżnia więc graniaki piramidalne, kalenicowe, płytowe, podwójne i nieregularne. Graniaki należące do czterech pierwszych grup nazywa A. Dücker (1934, 1954) formami podstawowymi i jak sam mówi, stanowią one około 10% wszystkich kamieni rzeźbionych przez wiatr. Najczęściej spotykane (około 90%) graniaki należą do piątej grupy — graniaków nieregularnych. A. Dücker nazywa je „formami niewykończonymi”, gdyż nie są one w całości przekształcone przez działalność wiatru.

Klasyfikacja ta ogranicza się więc tylko do graniaków najlepiej wykształconych, a powszechnie występujące typy kamieni eolizowanych grupuje w jeden przedział.

Podobnie jak W. Pfannkuch (1915) i A. Dücker (1934, 1954) również J. Drzewicka (1962) systematyzuje graniaki według liczby ścian i grani. Uwzględnia przy tym ich zarys w rzucie poziomym i pionowym. Podział J. Drzewickiej polega na grupowaniu graniaków z coraz większą liczbą

grani i ścian, nie podaje natomiast najczęściej spotykanych typów kamieni eolizowanych. W związku z tym klasyfikacja ta ma bardzo ogólny charakter.

Inną koncepcję podziału graniaków wprowadził J. Dylik (1952). Oparł się na zasadach modelowania eolicznego. Na podstawie układu elementów wklęsłych występujących na ścianach, stworzył koncepcję ewolucji rzeźby graniaków. Drobne zagłębienia: dziurki, czółenka i żłobki powiązane z odpowiednim nachyleniem ścian miały obrazować kolejne stadia przekształcania eolicznego kamienia.

Układ form wklęsłych i towarzyszących im form wypukłych, jak już stwierdzono wcześniej, jest wypadkową tekstury skały i kierunku wiatru, zależy od ułożenia warstw w stosunku do przeważającego kierunku wiatru, a nie od czasu eolizacji.

Następną klasyfikację przedstawił N. N. Karlov (1966). Obejmuje ona klasyfikację morfologiczną, strukturalną i petrograficzną. W podziale morfologicznym autor ten uwzględnia eologliptolity bezścienne oraz posiadające ściany i granie. Wśród graniaków wyróżnia tylko graniaki jednostronne, przyjmując, że kamienie w czasie przekształcania eolicznego nie zmieniły pozycji. Wszelkie zmiany pozycji kamienia, prowadzą, zdaniem N. N. Karlova, do powstania eologliptolitów sferoidalnych. Zastanawiające jest więc, do jakiej grupy autor ten wyłączyłby kamienie z dwoma równoległymi do siebie ścianami lub inne przykłady graniaków dwu- i wielościennych, których istnienia nie można zaprzeczyć.

W klasyfikacji strukturalnej N. N. Karlov przedstawia rodzaje ścian na podstawie układu form wklęsłych i stopnia wypolerowania ich powierzchni. W klasyfikacji petrograficznej wymienia rodzaj skał, z jakich uformowane są eologliptolity.

Dwa ostatnie człony podziału trudno uznać za klasyfikacje sensu stricto.

Obserwacje w terenie oraz charakterystyka 651 graniaków pozwala na wniosek, że na kształt graniaków, obok procesów eolizacji duży wpływ miała kongeliflukcja, która umożliwiła zmianę pozycji kamienia. Bardzo często spotykane graniaki podwójne są wystarczającym argumentem podważającym koncepcję zmiany kierunku wiatru, jako zasadniczej przyczyny powstawania ścian i grani.

Obserwacje graniaków w różnych sytuacjach morfologicznych pozwoliły prześledzić zmiany ich kształtu i wydzielić pewne grupy genetyczne. Podstawowym kryterium takiego podziału była relacja liczby ścian z miejscem na stoku. Uwzględnione zostały tylko ściany, gdyż są one właściwym efektem eolizacji. Granie natomiast powstały w wyniku przecięcia się oszlifowanych powierzchni.

1. Do pierwszej grupy zaliczone zostały graniaki znajdujące się na kulminacjach. Są to przede wszystkim kamienie z jedną ścianą oraz z dwoma ścianami.

2. Do drugiej grupy włączono graniaki występujące w górnej części stoku. Są to graniaki:

- a) jednostronne z dwoma ścianami; układ ścian zależy od kąta o jaki obrócił się kamień wokół osi pionowej,
- b) dwustronne; układ ścian zależy od kąta o jaki obrócił się kamień wzdłuż osi poziomej.

3. Trzecią grupę stanowią znajdujące w połowie stoku graniaki:

- a) jednostronne z trzema ścianami,
- b) dwustronne z trzema ścianami,
- c) trzystronne.

4. Czwarta grupa obejmuje graniaki występujące w dolnej części stoku i u podnóża formy;

- a) jednostronne wielościenne,
- b) dwustronne wielościenne,
- c) wielostronne wielościenne.

Należy jednak zaznaczyć, że przedstawiony tu podział nie jest sztywny. Graniaki z większą liczbą ścian nie występują tylko w niższych partiach stoku, ale tam spotyka się je najczęściej. Podobne uwagi odnoszą się do graniaków ujętych w grupie 2 i 3. Graniaki należące do pierwszej grupy występują wzdłuż całego profilu formy. Szczególne miejsce mają jednak na kulminacjach, gdyż inne formy graniaków, należące do trzech następnych grup na kulminacjach nie występują.

Pozostało jeszcze odpowiednie zaszeregowanie graniaków stożkowych oraz form walcowatych. Te pierwsze zaliczono do grupy czwartej — graniaków jednostronnych wielościennej. Ich powstanie łączy się z powolnym obrotem wokół osi pionowej. Formy walcowate zaliczono również do czwartej grupy, ale graniaków wielostronnych wielościennej, a powstanie ich tłumaczy się powolnym obrotem wzdłuż osi poziomej.

Graniaki nieregularne trudno zaliczyć do jakiegokolwiek z wymienionych grup, przez brak wykształconych ścian, a jedynie ślady eolicznego przemodelowania. Nie zajmują one charakterystycznej pozycji na stoku. Ich powstanie należy tłumaczyć przede wszystkim procesami wietrzeniowymi, a jedynie modyfikującą rolą wiatru, który wygładza powstałe po wietrzeniu zagłębienia. W podobny sposób o genezie tych kamieni pisał J. Dylik (1952).

*Instytut Geografii
Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu*

LITERATURA

- Bartkowski T., 1962: Analiza i ocena przyrodniczego środowiska geograficznego w powiecie tureckim. Sprawozdania PTPN za III i IV kw. Poznań.
- Bartkowski T., 1964: O formach rozcięcia marginalnego i niektórych formach strefy peryglacjalnej na Nizinie Wielkopolskiej (cz. II), (Rés: Formes de la dis-

- section marginale et quelques autres formes de la zone marginale dans la Plaine de la Grande Pologne), *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią* T. XIII, Poznań.
- Behr J., Tietze O., 1911: Über den Verlauf der Erdmoränen bei Lissa (Prov. Posen) zwischen Oder und russischen Grenze. *Jahrbuch der Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt zu Berlin*, Band XXXII, Teil 4.
- Bramer H., 1957/1958: Zur Frage der Windkanter. *Wissensch. Zeitschr. Jg. 7, Mathemat.-Naturwissensch. Reihe nr 3/4*.
- Dücker A., 1934: Die Windkanter des Norddeutschen Diluviums in ihren Beziehungen zu periglazialen Erscheinungen und zum Decksand. *Jb. Pr. Geol. La f.d.J.* 1933.
- Dücker A., 1954: Die Periglazialerscheinungen im holsteinischen Pleistozän. *Göttinger Geol. Abhandlungen, Studien über die Periglazial-Erscheinungen in Mitteleuropa*. Teil III, H. 16.
- Dylik J., 1952: Głazy rzeźbione przez wiatr i utwory podobne do lessu w środkowej Polsce, (Sum: Wind worn stones and loess-like formations in Middle Poland), *Z badań czwartorzędu w Polsce*. Biuletyn Inst. Geol. Nr 67, T. III, Warszawa.
- Dylik J., 1952a: Pierwsza wiadomość o utworach pokrywowych w środkowej Polsce, (sum: First raport on covering deposits in Middle Poland), *Z badań czwartorzędu w Polsce*. Biuletyn Inst. Geol. Nr 68, T. IV, Warszawa.
- Galon R., Roszkówna L., 1961: Extents of the Scandinavian Glaciations and of their Recession Stages on the Territory of Poland in the Light of and Analysis of the Marginal Forms of Inland Ice. *Przegląd Geograficzny* T. 33, zesz. 3/4, Warszawa.
- Illies H., 1955: Die Vereisungsgrenzen in der weiteren Umgebung Hamburgs, ihre Kartierung und stratigraphische Bewertung. *Mitt. Geogr. Ges. Hamburg*.
- Karlov N. N., 1967: A new classification of eologliptoliths. *Biuletyn Peryglacjalny* Nr 19, Łódź.
- Konieczny S., 1961: Limit of the Baltic Glaciation between Gniezno and Konin. *INQUA VIth Congress Guide-Book of Excursion „From the Baltic to the Tatras”* Part 1, North Poland, Łódź.
- Korn J., 1927: Die Wichtigsten Leitgeschiebe der nordischen krystallinen Gesteine im norddeutschen Flachlande. *Preuss. Geol. Landesanstalt*. Berlin.
- Kostrzewski A., Stankowski W., 1962: Wstępne wyniki zdjęcia geomorfologicznego na obszarze sekcji Tuliszków—Turek, mapy 1:25 000. *Sprawozdania PTPN za III i IV kw.* Poznań.
- Krygowski B., 1961: Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej. Cz. 1. *Geomorfologia*, (Sum: Physical Geography of the Great Poland Lowland. Part I, Geomorphology), PTPN, Poznań.
- Krygowski B., 1964: Graniformametrii mechaniczna. Teoria, zastosowanie, (Zsf: Die mechanische Graniformametrie — Theorie und Anwendung) *PTPN*, T. II, zesz. 4, Poznań.
- Krygowski B., 1968: The dynamics of sedimentary environments in the lighth of histogram types of grain abrasion. *Geographia Polonica*, 14, Warszawa.
- Łyczewska J., 1960: Uwagi na temat czwartorzędu Kujaw Wschodnich, (Sum: Remarks on the Quaternary of Eastern Kujawy), *Z badań czwartorzędu w Polsce*. Biuletyn Inst. Geol. Nr 150, T. IX, Warszawa.
- Matschinski M., 1966: Les cailloux façonnées et la direction du vent qui les a formés (vent „fossile”). *Biuletyn Peryglacjalny* Nr 15, Łódź.
- Nitz B., 1965: Windgeschliffene Geschiebe und Steinsohle zwischen Fläming und Pommerscher Eisrandlage. *Geologie* Nr 14.

- Nitz B., 1966: Zur Frage des Vorkommens windgeschliffener Geschiebe zwischen Fläming und Pommerscher Eisrandlage. *Wiss. Zeitschr. Humboldt-Univ. Math.-nat. Reihe.* Jg 15, H. 3, Berlin.
- Rotnicki K., 1963: Zagadnienie zasięgu stadiału leszczyńskiego i poznańskiego w południowo-wschodniej części Wysoczyzny Gnieźnieńskiej, (Sum: Extent of Leszno and Gniezno stages in Southeast part of Gniezno Pleistocene Plateau, East Great Poland), *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią*, T. XI, Poznań.
- Rutkowski R., 1967: Czwartorzęd wysoczyzny północnokonińskiej. *Prace Inst. Geol.* T. 48, Warszawa.

WIRGINIA KUBIS

AN ATTEMPT TO USE VENTIFACTS AS A PROBABLE INDICATOR OF THE NORTHERN EXTENT OF PERIGLACIAL PLENI-WÜRM ZONE IN THE AREA BETWEEN TUREK AND KONIN

Summary

The age of the area between Turek and Konin has not been exactly known so far. One often relates it to the Middle Polish Glaciation as well as to the last advance of the icesheet. Because of numerous difficulties connected with the determination of a maximum extent of the ice-sheet during the last glaciation, an attempt has been made to determine the age of the area in question through the indication of the periglacial zone extent during that period.

In this case ventifacts, being one of indicators of the periglacial environment, have been used. In the area between Turek and Konin they may be found on the present-day surface and in stony horizons. An analysis of ventifacts consisted in the determination of the content of these ventifacts in relation to other stones. The analysis was performed in squares of 1 m×1 m in the case of ventifacts lying on the surface, and in the case of stony horizons it was carried out along the segment of 1 m in length. Besides, the shape of ventifacts as well as their petrographic composition were also determined. The investigations were carried out in various morphological situations on slopes of different exposure.

Cover sands are also the effect of periglacial conditions. They have been found in every investigated exposure south of the Warsaw—Berlin Pradolina.

For comparative reasons investigations were also carried out north of the Warsaw-Berlin Pradolina, in the area where there is no doubt as to the Baltic age of that region.

The comparison of ventifacts from the two areas has pointed out to their large content south of the Warsaw—Berlin Pradolina. This provides proof of a longer eolization period, and together with the occurrence of stony horizons and cover sands, which are not present north of the Warsaw-Berlin Pradolina, supports the hypothesis that in the Pleni-Würm the area between Turek and Konin was its periglacial zone.

The investigations on ventifacts in various morphological situations connected with their content and particularly with their shape have given the basis for a new classification of ventifacts. The basic criterion of this classification is the relation: place on the slope — number of walls.

EXPLANATION OF PHOTOGRAPHS

Phot. 1. Stony horizon — fragment of exposure at Dzierżąno.

Phot. 2. Stony horizon — fragment of exposure at Brzeźno.

EXPLANATION OF FIGURES

Fig. 1. Localization of the study areas.

Fig. 2. Situation of cover sands with regard to the stony horizon and deep bed — exposure at Galew.

Fig. 3. The type of histogram and values of the material heterogeneity coefficient and quartzite grain abrasion coefficient for: 1 — sands above the stony horizon, 2 — sands below the stony horizon, in two fractions: 0.49 — 0.75 mm and 0.75 — 1.02 mm.

EXPLANATION OF TABLES

Tab. 1. Structure of the size of ventifacts occurring south of the Warsaw-Berlin Pradolina.

Tab. 2. Relation between the frequency of ventifacts and the type of rock, south of the Warsaw-Berlin Pradolina.

Tab. 3. Structure of the size of ventifacts from the stony horizons.

Tab. 4. Structure of the size of ventifacts occurring north of the Warsaw-Berlin Pradolina.

Tab. 5. Relation between the frequency of ventifacts and the rock type north of the Warsaw-Berlin Pradolina.

Tab. 6. Variation in the content of ventifacts in the area between Galew and Pokoje.