

JÓZEF DUDZIAK¹

ZALEŻNOŚĆ SKŁADU GŁAZOWEGO OD FRAKCJI W OSADACH GLACJALNYCH ZŁODOWACENIA POŁUDNIOWOPOLSKIEGO

*Dependence of rock composition on the grain fraction
in glacial deposits of South-Polish glaciation*

Treść: W osadach złodowacenia południowopolskiego badano procentowy udział narzutniaków krystalicznych pochodzących ze wschodniej i zachodniej Fennoskandynawii. We frakcjach 1—2, 2—6, 6—10 cm występuje dwukrotna przewaga skał pochodzących ze wschodniej Fennoskandynawii nad pozostałymi. W klasach wielkości < 1 cm oraz > 10 cm wzajemne proporcje ilościowe obydwu grup skał ulegają zasadniczej zmianie, co uniemożliwia wykorzystanie tych frakcji dla charakterystyki składu gładzowego.

WSTĘP

Badania nad składem gładzowym zmierzają do poznania prawidłowości w rozmieszczeniu narzutniaków, w pierwszym rzędzie do stwierdzenia, czy istnieją zespoły eratyków charakterystyczne dla moren różnego wieku. Jednakże otoczaki i odłamki skał krystalicznych pochodzenia fennoskandynawskiego występują nielicznie w glinach zwałowych i osadach fluwio-glacialnych, a poza tym tylko drobny ich odsetek stanowią okazy oznaczalne ze względu na rejon występowania skały w Fennoskandynawii; według J. H e s e m a n n a (1931) ilość ta wynosi 5%. Rzadkość narzutniaków krystalicznych w morenach skłania więc do wykorzystania możliwie największej ilości okruchów i otoczków eratycznych, przy czym niejednokrotnie mogą one różnić się między sobą bardzo wyraźnie pod względem rozmiaru. Celem pracy było ustalenie, w jaki sposób rozmiar otoczków i odłamków skał krystalicznych wykorzystywanych do oznaczeń wpływa na wzajemne proporcje ilościowe pomiędzy dwoma głównymi

¹ Pracownia Geologii Młodych Struktur ZNG PAN, 31-002 Kraków, Senacka 3.

grupami narzutniaków krystalicznych, a więc skałami pochodzącymi ze wschodniej oraz zachodniej Fennoskandynawii. Zagadnienie to rozpatrzono w oparciu o materiał zebrany z osadów zlodowacenia południowopolskiego.

DOTYCHCZASOWE BADANIA

Badania petrograficzne plejstocenu w Polsce rozwinął na szerszą skalę w latach trzydziestych S. Małkowski (1946); prace te zmierzały m. in. do znalezienia kryteriów przydatnych dla celów stratygraficznych. Badania nad stratygrafią moren w oparciu o kryteria petrograficzne prowadziła m. in. A. Jaroszewicz-Kłyszyska (1939 a, b). Rozmieszczenie brunatnego porfiru bałtyckiego na terenie Polski było przedmiotem studiów V. i K. Milthers (1938). Południową granicę zasięgu tego porfiru utożsamiali oni z granicą oddzielnego zlodowacenia (Warty). O pochodzeniu eratyków spotykanych na terenie Polski piszą S. Kretz i A. Głowińska (1932), materiał eratyczny występujący w okolicach Lublińca opisała A. Głowińska (1939).

Jeżeli chodzi o ściśle wyodrębnione zagadnienie zależności pomiędzy rozmiarem narzutniaków krystalicznych wykorzystywanych do oznaczeń a składem głazowym opisywanego zbioru, to w tym zakresie badania prowadzili jedynie J. Hessemann (1933) oraz R. Marczyński (1968). J. Hessemann (1933) stwierdza, że granity z grupy rapakiwi oraz granity smalandzkie, a więc dwie najliczniejsze grupy narzutniaków wśród skał przewodnich są częściej reprezentowane wśród dużych otoczków niż w zespołach obejmujących różne wielkości. Jego zdaniem rozmiar oznaczanego materiału wpływa na zmianę składu głazowego, tj. procentową zawartość skał pochodzących ze wschodniej Fennoskandynawii oraz środkowej i południowej Szwecji; nie jest to jednak wpływ istotny. R. Marczyński (1968) ustalał, czy we frakcjach 5—15 i 15—60 mm występują różnice w zawartości pomiędzy zespołami skał. Porównywał on stosunki ilościowe pomiędzy wybraną grupą skalną a resztą otoczków bądź odłamków krystalicznych. Przedmiotem jego badań były: a) grupy skał reprezentujące określony obszar, czyli „skały przewodnie” (granity rapakiwi, granity zawierające niebieskawy kwarc, granity „czarno-białe”, porfiry z obszaru Dalarna); b) skały pochodzące z różnych obszarów, jednakże podobne pod względem petrograficznym (kwarc, krzemienie, piaskowce). Stwierdził on, że skały przewodnie wykazują ten sam lub podobny udział procentowy w obydwu frakcjach, a więc w konsekwencji brak różnicowań w obrębie klasy wielkości 5—60 mm, natomiast kwarc, krzemienie i piaskowce występują w różnych ilościach zależnie od przewagi w próbkach mniejszych lub większych okruchów, przy czym kwarc są zawsze liczniej reprezentowane we frakcji 5—15, natomiast krzemienie i piaskowce wśród większych otoczków.

MATERIAŁ

Materiał wykorzystany w pracy pochodził z glin zwałowych zlodowacenia południowopolskiego i został zebrany w latach 1969—1972 w następujących punktach. a). Trzebuska (na N od Rzeszowa) — gliny zwałowe jasnoszare lub żółtawoszare o miąższości 3,5—4,5 m występują bezpośrednio na łąkach trzeciorzędowych. b). Przewrotne (na N od Rzeszowa) — gliny zwałowe o miąższości około 3 m, w spągu łąki trzeciorzędowe. c). Wałki (na E od Tarnowa) — gliny zwałowe brunatne i brunatnordzawe, piaszczyste, o miąższości około 2 m, spąg nie odsłonięty. Według K. K o n i o r a (1946) utwory morenowe okolic Tarnowa spoczywają bezpośrednio na osadach miocenkich. d). Bodzentyn (na NE od Kielc) — gliny zwałowe szarożółtawe, piaszczyste o miąższości 0,5—2,5 m, spąg profilu tworzą łąki i łąki trzeciorzędowe, strop gliny lessowe o miąższości do 4 m. Jest to najdalej na N wysunięty punkt pobrania materiału do badań. Według zgodnie przyjmowanych poglądów (J. E. M o j s k i, E. R ü h l e, 1965; S. Z. R ó ż y c k i, 1967) rejon ten znajdował się w zasięgu tylko jednego zlodowacenia. e). Szczekociny (na W od Jędrzejowa) — gliny zwałowe szare, miejscami złupkowacone, w części stropowej przechodzące w gliniaste piaski, z wielką zawartością drobnych okruchów margli górnokredowych, utwory podścielające nie są odsłonięte; miąższość odsłoniętego profilu 2,5—4 m. f). Żarnowiec (na SW od Jędrzejowa) — gliny zwałowe szarozielonawe, zwarte, przechodzące w części stropowej w szarordzawe piaski, utwory podścielające nie są odsłonięte; miąższość odsłoniętego profilu około 2 m. g). Przemęczany (na NE od Krakowa) — gliny zwałowe żółtoszarawe o miąższości 2—3 m występują bezpośrednio na łąkach trzeciorzędowych; stropową część odkrywki tworzą gliny lessowate o miąższości do 5 m. h). Buczyna (na W od Chrzanowa) — gliny zwałowe szare z odcieniem zielonkawym, ilaste, miejscami złupkowacone, w części stropowej piaszczyste o miąższości 3—4 m; spąg tworzą łąki trzeciorzędowe. i). Wilamowice (w dolinie Soły) — profile dawniej opisane z cegielni w Wilamowicach (K. K o n i o r, 1939; E. S t u p n i c k a, 1963) uległy w międzyczasie zniszczeniu. W obecnie eksploatowanej odkrywce widać gliny zwałowe szare o miąższości około 1—1,5 m z licznymi przerostami piasku, utwory podścielające nie są odsłonięte, w stropie występują gliny lessowate. k). Góry Kęckie (w dolinie Soły) — żółtawoszare piaszczyste gliny o miąższości około 2 m, w spągu żwiru karpackie, w stropie gliny lessowate; profil opisany przez A. J a h n a (1952).

Otoczaki i odłamki skał krystalicznych o średnicy 2—10 cm wybierano wprost z odsłoniętej ściany, materiał drobniejszy (0,6—2 cm) uzyskiwano z przesiewania glin pochodzących z powierzchni odkrywki.

Z obszaru wschodniej Fennoskandynawii przy oznaczeniach uwzględniono: granity postorogeniczne (rapakiwi alandzkie, granit rapakiwipodobny, granit aplitowy alandzki i jego odmianę z makroskopowo rozpozna-

walnymi zrostami pismowymi, granit plamisty, brunatny granit hornblendowy, grupę zachodniofińskich rapakiwi, wiborgit, pyterlit, granit i rapakiwi Rödö); skały tworzące przejścia od granitów alandzkich do porfirów granitowych i porfirów kwarcowych; porfiry: granitowy i kwarcowy alandzki oraz czerwony bałtycki.

Z obszaru zachodniej Fennoskandynawii uwzględniono: granity Upsala, Sala, sztokholmski i Siljan, porfiry z obszaru Dalarna, porfiryty Venjan i Grönklitt, brunatny porfir bałtycki, grupę granitów smalandzkich, skały tworzące przejścia od granitów do porfirów smalandzkich, granitowe i sjenitowe porfiry smalandzkie, granity bornholmskie.

Wszystkie wymienione rodzaje skał są oznaczalne w oparciu o cechy makroskopowe i na tej podstawie mogą zostać zaliczone do wschodniej lub zachodniej Fennoskandynawii.

Zebrane eratyki o ustalonej przynależności do jednego z dwu głównych obszarów, stanowiące 5—10% wszystkich narzutniaków krystalicznych znajdujących w morenach, podzielono na następujące klasy wielkości: 0,6—1 cm (695 szt.), 1—2 cm (284 szt.), 2—6 cm (361 szt.), 6—10 cm (110 szt.), ponad 10 cm (52 szt.). Należy dodać, że dla charakterystyki gławzowej określonego punktu według J. H e s e m a n n a (1931) wystarcza 50 okazów skał krystalicznych oznaczonych pod względem swojego pochodzenia, które uzyskuje się spośród około 1000 narzutniaków krystalicznych.

WYNIKI

Zestawienie proporcji ilościowych pomiędzy skałami wschodniej i zachodniej Fennoskandynawii w omawianych frakcjach podano w tabeli 1. Poniżej scharakteryzowano krótko materiał należący do poszczególnych grup wielkości. Rozmiar¹ 0,6—1 cm. Należą tu odłamki skalne w różnym stopniu zaokrąglone, jak też pochodzące z rozpadu większych otoczaków już po depozycji osadu, o czym mogą świadczyć dobrze zachowane, ostre krawędzie i naroża skaleni. Wśród tych okruchów wyróżniono następujące rodzaje skał o określonej przynależności do jednego z dwu głównych obszarów Fennoskandynawii.

Granity o zabarwieniu od blad różowego do czerwono-brunatnego, często z odcieniem fioletowym. Szary lub ciemnoszary kwarc tworzy zaokrąglone ziarnka o średnicy 1—3 mm. W niektórych odłamkach widać makroskopowo rozpoznawalne zrosty pismowe skaleni i kwarcu. Plagioklasy mają białawożółtawe zabarwienie. W kilku przypadkach dostrzeżono część zarysu owoidu z obwódką skaleni sodowo-wapniowego. Okruchy pochodzą z rozpadu granitów alandzkich: rapakiwi, rapakiwipodobnych oraz aplitowych.

¹ Rozmiar oznacza tu długość największej osi okruchu lub otoczaka skalnego.

Tabela 1

Proporcje ilościowe pomiędzy skałami wschodniej i zachodniej Fennoskandynawii

Fracja w cm	Ilość okazów	Wschodnia Fennoskandynawia		Zachodnia Fennoskandynawia	
		ilość	%	ilość	%
0,6—1	434	397	91,47	37	8,52
1—2	284	198	69,72	86	30,28
2—6	361	238	65,92	123	34,07
6—10	110	71	64,54	39	35,45
>10	52	47	90,38	5	9,61

Kolejną grupę tworzą odłamki granitów o zabarwieniu różowoczerwonym i białawoszarych, a w nielicznych przypadkach wyraźnie niebieskawych ziarnach kwarcu. W okruchach tej wielkości niemal nigdy nie stwierdza się minerałów ciemnych. W tych rzadkich przypadkach, gdy kwarc posiada niebieskawy odcień, pochodzą one z rozpadu granitów smalandzkich. Znacznie częściej jednak kwarcie są szarobiaławe, brak więc wyraźnych cech wyróżniających, nieodzownych do jednoznacznego określenia obszaru macierzystego skał.

Trzecią grupę stanowią ostrokrawędziste fragmenty granitów, w których wzdłuż krawędzi skaleni skupiają się drobne automorficzne ziarna kwarcu lub też skupienia tych ziarn tworzą pewien rodzaj masy wypełniającej pomiędzy skaleniami. Kwarcie posiadają różny stopień szarości i są niemal zawsze nieprzejrzyste. Może tu chodzić zarówno o skały typu pyterlitu, a więc związane swoim pochodzeniem ze wschodnią Fennoskandynawią, jak i o granity z obszaru Smalandii (Virbo, Götemar, Jungfrun). Struktura jest w tym przypadku bardzo charakterystyczna, jednakże różny stopień odbarwienia skaleni i mało typowa barwa kwarcu (rzadko występują ziarna ciemnoszare, brak również kwarców przejrzystych), a przede wszystkim mały rozmiar odłamków utrudniają w dużym stopniu zaliczenie do jednej z dwóch głównych grup. Dla 261 okazów (z ogólnej liczby 695 w tej klasie wielkości) nie było możliwe ustalenie, czy są to odłamki skał wschodniofennoskandynawskich typu pyterlitu, czy też pochodzą one ze Smalandii.

Poza granitami w przedziale wielkości 0,6—1 cm spotyka się ponadto nieliczne rozpoznawalne fragmenty porfirów. W odróżnieniu od granitów są one zawsze dobrze obtoczone. Wyróżniono porfir czerwony bałtycki; można go rozpoznać jedynie wówczas, gdy na tak drobnym fragmencie skały występują prakryształy kwarcu. Porfir Bredvad rozpoznawalny jest w zasadzie tylko wówczas, gdy charakteryzuje go ceglaste zabarwienie, gdy jest czerwony, nie może być w odłamkach tej wielkości odróżniony od bałtyckiego. Inne porfiry z obszaru Dalarna są niezmiernie rzadkie we frakcji 0,6—1 cm. Pojedynczo znajdowano skały wylewne o afanitowej

masie podstawowej, muszlowym przełamie i bardzo drobnych prakryształach, pochodzące prawdopodobnie z dna Zatoki Botnickiej. Należy tu jednak wyraźnie podkreślić, że w tej klasie wielkości rozpoznawalne są tylko fragmenty największe, zbliżone rozmiarem do 1 cm, a więc 8—9 mm.

Na tym wyczerpują się typy skalne, które mogą być oznaczone w odłamkach o rozmiarze 0,6—1 cm i na tej podstawie zaliczone do jednego z dwóch głównych obszarów Fennoskandynawii. We frakcji tej porównujemy więc tylko kilka rodzajów skalnych. Wyniki tych porównań, z uwagi na małą ilość gatunków, mogą nie odzwierciedlać rzeczywistych proporcji ilościowych między skałami pochodzącymi z obydwu obszarów. Przy uwzględnieniu cech makroskopowych pozwalających na pewne określenie pochodzenia skały (dla grupy rapakiwi: obecność rozpoznawalnych megaskopowo zrostów pismowych, ciemnoszarych, własnopostaciowych ziarn kwarcu, fioletowy odcień barwy; dla granitów z obszaru Smalandii wyraźnie niebieskawa barwa kwarcu), stosunek ilościowy pomiędzy grupami reprezentującymi wschodnią i zachodnią Fennoskandynawię wynosi od 10:1 do 12:1.

Rozmiar 1—2 cm. Przeważają fragmenty skalne o średnicy 15—20 mm, o zaokrąglonych krawędziach i narożach. Niemal zupełnie brak odłamków pochodzących z niedawnej dezintegracji. Wśród skał ze wschodniej Fennoskandynawii wyróżniono: rapakiwi alandzkie, granit rapakiwipodobny, granit aplitowy alandzki, granity z makroskopowo rozpoznawalnymi zrostami pismowymi. Zwraca uwagę zmienność barwy tych wszystkich skał, od brunatnoczerwonej do różowej, niemal zawsze zaznacza się jednak, jakkolwiek z różną wyrazistością, odcień fioletowy. W tej klasie wielkości pojawiają się po raz pierwszy rozpoznawalne odmiany porfirowate (granitoporfiry) z ciemnymi, niemal czarnymi, zaokrąglonymi ziarnami kwarcu.

W grupie skał z zachodniej Fennoskandynawii wzrasta różnorodność i ilość porfirów z obszaru Dalarna, pojawiają się także granity smalandzkie i Siljan w postaci otoczków o średnicy około 2 cm.

W omawianej frakcji proporcje ilościowe w zawartości narzutniaków wschodniej i zachodniej Fennoskandynawii wynoszą 7:3, a więc nie odbiegają od spotykanych w klasach 2—6 i 6—10 cm, stanowiących najważniejsze grupy wielkości dla ustalania składu gładzowego; żwiry o średnicy 1—2 cm mogą więc zostać wykorzystane dla celów statystycznych. Z uwagi na mały rozmiar okruchów oznaczanie jest w tej klasie wielkości znacznie bardziej czasochłonne niż w przypadku większych okazów. Trudności nastęrcza przede wszystkim rozpoznanie niektórych odmian granitu Siljan (młodszy granit z Dalarne), upodabniających się w dużym stopniu do granitów granofirowych z dna Zatoki Botnickiej i rapakiwipodobnych z obszaru Alandii.

We frakcji 1—2 cm nie napotkano ani jednego otoczaka szarych granitów środkowej Szwecji (Upsala, Sala, sztokholmski). Wszystkie znalezio-

ne, silnie zwietrzałe fragmenty nosiły cechy granitów gnejsowatych Finlandii.

Rozmiar 2—6 cm ma dla oznaczeń statystycznych podstawowe znaczenie, występują tu bowiem niemal wszystkie gatunki skalne brane pod uwagę przy charakterystyce gładowej w oparciu o cechy makroskopowe. Wyraźnie zaznaczają się dwa maksima wielkości żwirów: o średnicy około 3,5 cm oraz 5—6 cm. Wśród mniejszych dominują alandzkie granity rapakiwipodobne, aplitowe i porfiry granitowe, a z grupy szwedzkiej — porfiry z obszaru Dalarna. Wśród otoczków o średnicy 5—6 cm spotyka się najczęściej różne odmiany granitu plamistego i brunatny hornblendowy, natomiast wśród skał pochodzenia szwedzkiego granity smalandzkie i bornholmskie oraz sporadycznie: Upsala z dużymi niebieskawymi kwarcami i sztokholmskie. W klasie wielkości 2—6 cm obok okazów obtoczonych pojawiają się także okazy pochodzące z rozpadu większych otoczków; są to wyłącznie gruboziarniste, brunatne granity hornblendowe. Stosunek ilościowy skał wschodnio- do zachodniofennoskandynawskich wynosi w tej grupie wielkości 2:1.

Rozmiar 6—10 cm. Obszar wschodniej Fennoskandynawii reprezentują głównie: rapakiwi alandzkie wraz z rapakiwipodobnymi oraz odmiany granitoporfirowe. Nieco mniej licznie występują: brunatny granit hornblendowy i granity plamiste, nielicznie spotykany czerwony porfir bałtycki osiąga 7—8 cm średnicy.

Grupę skał szwedzkich tworzą głównie granity smalandzkie z niebieskawym kwarcem, osiągające najczęściej około 7 cm średnicy, nieliczne porfiry z obszaru Smalandii oraz pojedynczo spotykane granity bornholmskie i sztokholmskie. Z porfirów największe rozmiary, a zarazem górną granicę wielkości w osadach morenowych w południowej części kraju, osiąga porfir Bredvad (8—9 cm), nieco mniejsze są inne porfiry bezkwarcowe z obszaru Dalarna oraz brunatny bałtycki (około 7 cm). Proporcje ilościowe między skałami wschodniej i zachodniej Fennoskandynawii są niemal identyczne jak w klasie wielkości 2—6 cm (średnio 2:1). Zmniejsza się ilość porfirów z Dalarna, wzrasta jednakże liczba otoczków granitowych środkowej i południowej Szwecji.

Rozmiar ponad 10 cm. Górna granica wielkości otoczków krystalicznych spotykanych w glinach zwałowych na południu kraju wynosi około 25 cm, okazy większe należą do zupełnych wyjątków i z tego powodu nie mają znaczenia dla porównań ilościowych. W klasie 10—25 cm zaznacza się zdecydowana dominacja skał wschodniej Fennoskandynawii. Najliczniej występują wśród nich odmiany granitoporfirowe, brunatne granity hornblendowe, rapakiwi alandzkie oraz pojedyncze wiborgity. Z porfirów spotykano nieliczne granitowe alandzkie (10—13 cm). W grupie skał szwedzkich zarejestrowano jedynie obecność granitów smalandzkich oraz granitu Siljan, brak natomiast jakichkolwiek porfirów. Przewaga grupy wschodniej nad skałami Szwecji jest bardzo wyraźna — 47:5, występuje

tu więc istotna zmiana składu głazowego w porównaniu z frakcjami 2—6 i 6—10 cm.

Wśród otoczków o rozmiarze 10—25 cm mogą być już rozpoznane wielkoziarniste granity przewodnie środkowej Szwecji. Brak ich jednak zupełnie, co wskazuje na rzadkość tych narzutniaków na południu kraju.

Wpływ procesów wietrzenia na skład głazowy. W toku badań starano się ustalić, czy oddziaływanie wietrzenia może spowodować zmianę stosunków ilościowych pomiędzy dwoma przeciwstawnymi grupami eratyków (granity postorogeniczne wschodniej Fennoskandynawii oraz porfiry z obszaru Dalarna i granity południowej Szwecji). O dezintegracji narzutniaków krystalicznych już po depozycji osadu świadczy obecność w glinach zwałowych odłamków, w których skalenie posiadają ostre krawędzie i naroża a niekiedy także świeże i połyskujące ściany.

Stwierdzono, że wpływ wietrzenia przejawia się poprzez: a) szybsze niszczenie niektórych rodzajów skał i rozpad na pojedyncze ziarna mineralne, a więc w rezultacie ich eliminację z osadu; b) rozpad na drobniejsze fragmenty, jednakże wystarczająco duże dla ich rozpoznania i oznaczenia, przez co zostaje wzbogacony udział tych skał w małych frakcjach.

1. Granity postorogeniczne wschodniej Fennoskandynawii (grupa skał rapakiwi s. l.). W przedziale wielkości < 10 cm całkowicie brak wielkoziarnistych granitów typu pyterlitu. W osadach glacialnych na południu kraju nie napotkano w żadnym miejscu tego typu skały, znajdowano tylko pojedyncze kostki i słupki brunatnych skaleni, długości około 3 cm, które mogły pochodzić z rozpadu pyterlitów. Wielkoziarniste rapakiwi zostają więc całkowicie wyeliminowane na skutek wietrzenia mechanicznego. Ten typ skalny jest niezwykle rzadki także w osadach młodszych zlodowaceń. W środkowej i północnej części kraju zarejestrowano kilka większych bloków pyterlitu. Na ich powierzchni można obserwować intensywny rozwój wietrzenia mechanicznego oraz odpadanie całych kostek skaleni o świeżych powierzchniach. Na przykładzie wielkiego głazu z Atanazy na w województwie poznańskim postęp tego procesu może być niemal z dnia na dzień obserwowany. Jest to typ rapakiwi najbardziej podatny na dezintegrację. Ponieważ wielkoziarniste rapakiwi typu pyterlitu są bardzo rzadkie również w osadach młodszych zlodowaceń, ich eliminacja nie ma istotnego znaczenia dla wzajemnych porównań ilościowych między dwoma obszarami i dla obliczeń statystycznych (pojedyncze kryształy skaleni nie są w tym przypadku brane pod uwagę).

Skałami dość łatwo wietrzejącymi i w rezultacie rozpadającymi się na mniejsze fragmenty i oddzielne ziarna są brunatne granity hornblendowe. Rozmiar ich skaleni wynosi 3—10 mm, ortoklasy tworzą bogato rozwinięte zrosty zorientowane z kwarcem, jednakże tylko rzadko dostrzegalne makroskopowo. Kwarc występuje ponadto w postaci nielicznych drobnych ciemnoszarych ziarn. Skały te wyglądem przypominają granity

plamiste, od których poza wielkością ziarna różnią się znaczną przewagą hornblendy nad biotytem w gniazdach minerałów ciemnych. Wietrzeniu łatwo ulegają zwłaszcza odmiany o grubym ziarnie. W glinach morenowych znajdowano otoczaki częściowo wykruszone. Na ich przełamie widać wówczas odbarwione skalenie, głęboko sięgające zacieki limonitowe oraz schlorytyzowane gniazda składników ciemnych. Najmniejsze rozpoznawalne fragmenty tych skał mają średnicę 2—3 cm, w klasie wielkości poniżej 2 cm brak ich zupełnie, następuje więc rozpad na pojedyncze ziarna. W przypadku granitów hornblendowych ma więc miejsce częściowa eliminacja otoczków na skutek dezintegracji oraz wietrzenia chemicznego, brak natomiast wzbogacenia drobnych (< 2 cm) frakcji zwirowych w tę skałę.

Otoczaki alandzkich granitów: rapakiwi, rapakiwopodobnych oraz aplitowych z makroskopowo rozpoznawalnymi zrostami pismowymi często wykazują na swojej powierzchni sieć włosowatych, różnokierunkowych spękań o szer. 0,2—0,3 mm, idących co najmniej 0,5 cm w głąb skały, a ponadto obecność strefy odbarwienia sięgającej 1—15 mm. Na powierzchni otoczków stwierdzamy ponadto usunięcie minerałów ciemnych oraz oznaki łuszczenia się lub kaolinizację plagioklazów; w zaawansowanym stadium wietrzenia powstają także po nich jamki. Natomiast masa podstawowa utworzona przez częściowo odbarwione skalenie potasowe tworzące zrosty zorientowane z kwarcem jest bardziej odporna na postęp wietrzenia. W odmianach aplitowych o ziarnie drobnym jedynym makroskopowo dostrzegalnym objawem procesów niszczących jest wypadanie pojedynczych ziarenek kwarcu. Rozpoznawalne otoczaki i odłamki tych skał spotykamy we wszystkich frakcjach, w klasie poniżej 2 cm są one jedynymi przedstawicielami grupy rapakiwi. Ponieważ w drobnych odłampakach są oznaczalne, wietrzenie ostatnio wymienionych typów skalnych wyraźnie wzbogaca w najdrobniejszych frakcjach zawartość grupy wschodnio-fennoskandynawskiej.

Pozostałe granity z grupy rapakiwi, a w szczególności odmiany granitoporfirowe spotykamy niemal wyłącznie w postaci otoczków o średnicy ponad 5 cm; ich powierzchnia jest niemal zawsze pozbawiona spękań włosowatych. Wietrzenie w tej grupie skał przejawia się rozkładem mniej odpornych składników, a więc stopniowym usuwaniem minerałów ciemnych, wśród których na pierwsze miejsce wysuwa się hornblenda, oraz skalenii sodowo-wapniowych. W tych odmianach, w których występują gęsto rozmieszczone gniazda amfibolowo-biotytowe, rezultatem długotrwałego wietrzenia jest powstanie powierzchni o wyglądzie ospowatym, jamki mają średnicę około 5 mm i łagodnie zaokrąglone krawędzie. Na tej powierzchni skaleniowo-kwarcowej następuje zahamowanie postępu procesów wietrzeniowych, na przełamie brak bowiem kory zwietrzelinowej.

Równie dużą odporność na działanie wietrzenia wykazuje drugi głów-

ny typ rapakiwi, tj. wiborgit (w odróżnieniu od rapakiwi alandzkich posiada duże owoidy skaleniowe o przeciętnej średnicy około 3 cm). Jest to w terenie badań rzadki typ skały, ponadto tworzy on wyłącznie większe otoczaki. Natrafiono na kilka okazów o średnicy około 20 cm, wszystkie charakteryzowało bardzo dobre obtoczenie. Przejawy wietrzenia obserwowane makroskopowo sprowadzały się, podobnie jak w przypadku odmian granitoporfirowych, do częściowego usunięcia skupień minerałów ciemnych oraz kaolinizacji skaleni sodowo-wapniowych, w tym także otoczek wokół owoidów. W osadach młodszych zlodowaceń wiborgit jest częściej spotykany, nawet wśród dużych bloków o średnicy ponad 1 metr. Także te większe bloki wykazują jedynie minimalne ślady wietrzenia mechanicznego, które ma decydujące znaczenie w procesie rozpadania się otoczków eratycznych.

Podsumowując powyższe uwagi można stwierdzić, że wśród granitów postorogenicznych wschodniej Fennoskandynawii, tj. w szeroko pojętej grupie rapakiwi, występują znaczne zróżnicowania w zakresie podatności na wietrzenie. W przedziale wielkości poniżej 10 cm następuje całkowita eliminacja odmian wielkoziarnistych, co jednak z uwagi na rzadkość tych skał w osadach glacialnych nie ma znaczenia dla obliczeń statystycznych. Równocześnie na skutek dezintegracji granitów należących do grupy skał alandzkich w osadzie pojawiają się liczne odłamki tych skał o nieznacznie zaokrąglonych krawędziach i narożach, o średnicy około 1 cm. Można przyjąć, że pochodzą one z rozpadu większych fragmentów skalnych, który nastąpił już po depozycji osadu. W rezultacie wietrzenia skał alandzkich następuje nieznaczne wzbogacenie frakcji 1—2 cm oraz bardzo wyraźne frakcji 0,6—1 cm w odłamki posiadające dostateczną ilość cech, umożliwiających określenie pochodzenia tych okruchów.

2. Porfiry z obszaru Dalarna wykazują wysoką odporność na działanie czynników niszczących, przede wszystkim dezintegracji. Obserwowano je wyłącznie w postaci dobrze obtoczonych fragmentów o gładkiej powierzchni nie wykazującej spękań. Brak wśród nich okazów o wyglądzie wskazującym na niedawny rozpad. Jedynym megaskopowo obserwowanym objawem wietrzenia są jamki po prakryształach skaleni i schlorytyzowane gniazda minerałów ciemnych. Wydaje się, że w przypadku omawianej grupy skał wietrzenie otoczków po osadzeniu glin morenowych nie ma istotnego znaczenia ani dla wzbogacenia, ani też dla ubożenia frakcji żwirowej w określone składniki. Inaczej natomiast zachowuje się spokrewniony z porfirami z Dalarna brunatny porfir bałtycki, bardzo bogaty w fenokryształy. W glinach morenowych znajdowano otoczaki częściowo wykruszone; głębokość strefy zacieków żelazistych lub częściowego odbarwienia sięga tu zwykle 5—10 mm. Rozpoznawalne są fragmenty o średnicy około 1,5 cm, następuje tu więc wzbogacenie we frakcji < 2 cm.

Wietrzenie pozostałych skał środkowej Szwecji branych pod uwagę przy oznaczeniach makroskopowych, z uwagi na rzadkość tych skał w osadach glacialnych, ma mniejsze znaczenie. W rezultacie oddziaływania procesów niszczących granity „szare” zanikają we frakcjach drobnych; dezintegrację ich ułatwiają: wysoka zawartość i wcześniejsze przeobrażenia minerałów ciemnych. Skały te spotykano niemal wyłącznie w postaci otoczków o średnicy ponad 4 cm, poniżej 2 cm brak rozpoznawalnych granitów Sala, Upsala i sztokholmskiego. Zjawisko wzbogacenia drobnych frakcji w granity „szare” nie ma więc miejsca. W jakim stopniu następuje zubożenie osadu w omawiane składniki, trudno ustalić; w glinach morenowych zlodowacenia południowopolskiego na obszarze objętym badaniami należą one — w porównaniu z pozostałymi grupami eratyków — do rzadko spotykanych.

3. Granity południowej Szwecji zawierające błękitny kwarc występują zawsze w postaci otoczków o gładkiej powierzchni. Grubość strefy odbarwienia (kory zwietrzelinowej) nie przekracza 1 mm. Na przełamie powierzchnie łupliwości skaleni są zawsze świeże i błyszczące, co zresztą jest jedną z cech charakterystycznych tych granitów, podobnie jak i granitów bornholmskich. Nie stwierdzono przykładów eliminowania granitów smalandzkich na skutek wietrzenia. Nie natrafiono w żadnym miejscu na otoczki częściowo wykruszone, a ostrokrawędziste odłamki o średnicy około 1 cm należą do rzadkości. Można liczyć się jedynie z niewielkim wzbogaceniem we frakcji 0,6—1 i 1—2 cm. Być może granity z błękitno-białawym kwarcem ulegają w większym stopniu dezintegracji, jednakże są to odłamki, których nie można rozpoznać w sposób jednoznaczny. Przeciętna wielkość skaleni w tej grupie skał wynosi 5 mm. Na podstawie fragmentu obejmującego 1 skał i 2—3 ziarna kwarcu, o ile te ostatnie nie są wyraźnie niebieskawe, nie jest możliwe pewne oznaczenie. Można przyjąć, że wietrzenie tych skał nie powoduje ani istotnego wzbogacenia osadów glacialnych w żwiry < 2 cm, ani też eliminacji z osadu omawianych skał.

W południowej części kraju w żadnym miejscu nie znaleziono granitów smalandzkich o budowie podobnej do pyterlitu. Nie wiadomo, czy brak ten jest rezultatem wielkiej rzadkości tego typu narzutniaków w osadach glacialnych zlodowacenia południowopolskiego, czy też wynikiem całkowitej ich dezintegracji. Jak wspomniano, wśród najdrobniejszych odłamków (0,6—1 cm) występują dość liczne fragmenty skaleni ze skupieniami automorficznych kwarców na obwodzie. Niektóre z nich mogą pochodzić z rozpadu granitów Virbo, Jungfrun, Götemar. Określenie ich przynależności nie jest możliwe. Barwa skaleni (jasnobrunatna dla skał południowszwedzkich, brunatna lub ciemnobrunatna dla pyterlitów) nie jest kryterium pewnym, gdyż w przypadku długotrwałego oddziaływania czynników wietrzennych skalenie ulegają odbarwieniu.

Porównanie proporcji ilościowych we frakcjach 2—6 i 6—10 cm

wskazuje, że zubożanie i wzbogacanie osadu na skutek wietrzenia trzech najważniejszych grup narzutniaków (rapakiwi, porfiry z Dalarna, granity smalandzkie) nie wpływa na zmianę proporcji ilościowych pomiędzy skałami reprezentującymi wschodnią i zachodnią Fennoskandynawię. Wpływ ten zaznacza się w nieznacznym stopniu w przedziale wielkości 1—2 cm, gdyż wzrasta ilość rapakiwi w porównaniu ze skałami szwedzkimi, natomiast wyraźnie w klasie 0,6—1 cm, gdzie bezwzględnie dominują odłamki pochodzące z obszaru wschodniej Fennoskandynawii.

UWAGI KOŃCOWE

Porównania zawartości różnych grup petrograficznych w osadach morenowych przeprowadza się, z uwagi na nikłą zawartość żwirów większych rozmiarów, przy użyciu drobnych frakcji. Tak np. J. E. M o j s k i i J. R z e c h o w s k i (1969) opracowując materiał pochodzący z otworów wiertniczych, analizowali skład petrograficzny żwirów w przedziałach wielkości 2—4, 4—10 i 10—40 mm, przy czym, jak podkreślają oni, ostatnio wymieniona frakcja miała znikomą frekwencję, a dostateczną ilość żwirów uzyskano dopiero z frakcji 4—10 mm. J. R z e c h o w s k i (1971) określał skład petrograficzny na żwirach o średnicy 5—10 mm, a R. R a c i n o w s k i (1969) przeprowadzał zasadnicze badania składu mineralno-petrograficznego (materiał zbierany z odkrywek) przy użyciu frakcji 2—5 mm.

W latach ostatnich drobne rozmiary okruchów skalnych wykorzystuje się nie tylko dla określenia procentowej zawartości grup skalnych ogólnie określonych, jak np. „osadowe”, „krystaliczne”, „kwarcce”, „krzemienie” i in., lecz także wówczas, gdy chodzi o oznaczenie rejonu pochodzenia narzutniaków. Według R. M a r c z i n s k i e g o (1968) najmniejsze oznaczalne narzutniaki mają średnicę 4—6 mm.

Przedstawione tu wyniki obserwacji wykazały, że w tych przypadkach, gdzie chodzi o ustalenie przynależności skał krystalicznych do jednego z obszarów: wschodniej Fennoskandynawii, Szwecji środkowej lub południowej, w badaniach statystycznych nie może być wykorzystany materiał mniejszy od 1 cm. Wprawdzie w sporadycznych przypadkach dla okruchów o średnicy 5 mm jest możliwe ustalenie pochodzenia z obszaru Dalarna lub wschodniej Fennoskandynawii (grupa rapakiwi), jednakże ilość oznaczalnych fragmentów tej wielkości jest tak znikomą, że nie mają one żadnego znaczenia statystycznego.

Możliwość oznaczeń w szerszym zakresie istnieje w przypadku okruchów zbliżonych rozmiarem do 1 cm (8—9 mm), jednakże rozkłada się bardzo nierównomiernie na poszczególne grupy skalne. Dlatego skład głazowy określony na tych odłamkach wyraźnie odbiega od składu, który występuje w przedziale wielkości 2—10 cm, obejmującym niemal

wszystkie gatunki skalne, dające się rozpoznać makroskopowo. Na okazach o rozmiarze mniejszym od 1 cm najłatwiej dostrzec cechy właściwe granitom z obszaru Alandii, a więc obecność megaskopowo dostrzegalnych zrostów skalenia i kwarcu, automorficzne ziarna kwarcu o ciemnoszarym zabarwieniu, często także fioletowy odcień barwy. Natomiast w grupie skał szwedzkich możliwość pewnego rozpoznania typów skalnych na podstawie drobnych fragmentów o rozmiarze 0,6—1 cm istnieje w nielicznych przypadkach i obejmuje w zasadzie wyłącznie porfiry z Dalarna. Ważne dla badań nad składem głazowym granity zawierające kwarc o wyraźnym błękitnym odcieniu są tu reprezentowane bardzo rzadko.

Jeszcze mniejsze możliwości dla oznaczeń stwarzają szare granity środkowej Szwecji. Dla R. Marczińskiego (1968) zaskoczenie stanowi niewielka ilość tych granitów wśród najdrobniejszych okruchów. Jego zdaniem bogate w biotyty granity „czarno-białe” łatwiej ulegają dezintegracji i dlatego winny być bardziej częste w drobnych frakcjach. Granity te są niewątpliwie mniej odporne na działanie czynników wietrzenia niż skały smalandzkie zawierające niebieskawy kwarc, przede wszystkim ze względu na dużo większą zawartość składników ciemnych, jednakże wietrzenie w przypadku drobnych odłamków granitów szarych przebiega w całej ich objętości i prowadzi w rezultacie do rozpadu na pojedyncze ziarna mineralne — stwierdzamy to w osadach zlodowacenia południowopolskiego na przedpolu Karpat. Najmniejsza średnica oznaczalnych otoczek szarych granitów, które znajdowano w terenie badań wynosiła 2—3 cm. Mniejsze napotymano w postaci agregatów ziarn o średnicy około 1,5 cm, tak silnie zwietrzałych, że rozpadały się w palcach. W tym stanie zachowania odróżnienie ich od podobnych granitów zachodniej Finlandii jest niemożliwe.

Pochodzenie ogromnej większości odłamków o rozmiarze 0,6—1 cm znajdujących w glinach zwałowych nie może być określone w sposób jednoznaczny. Ponadto dla wielkości poniżej 1 cm przy oznaczaniu w grę wchodzi w poważnym stopniu czynnik subiektywizmu, co musiałoby nieuchronnie powodować znaczne różnice w wynikach uzyskiwanych przez różnych badaczy. Z tego powodu okruchów o średnicy do 1 cm nie można wykorzystać dla celów statystycznych, a więc także dla określenia składu głazowego. Pewność oznaczeń istnieje tu w nielicznych przypadkach, a ponadto pod uwagę można brać tylko niewielką część całego zespołu skalnego, za pomocą którego charakteryzujemy wschodnią i zachodnią Fennoskandynawię. W rezultacie proporcje ilościowe odbiegają od tych, jakie spotykamy wśród żwirów większych rozmiarów, znacznie bogatszych pod względem gatunkowym.

Natomiast możliwe okazało się rozszerzenie zakresu wielkości materiału oznaczalnego ze względu na rejon pochodzenia na frakcję 1—2 cm. Jest to ważne, gdyż okruchy tej wielkości są w osadzie licznie reprezen-

towane, a szczególnie istotne może być przy analizie materiału pochodzącego z wierceń.

Górna granica wielkości żwirów eratycznych przydatnych do oznaczania składu gładowego moren wynosi w osadach zlodowacenia południowopolskiego 10 cm. Powyżej tej granicy, na obszarze Polski południowej następuje istotna zmiana proporcji pomiędzy skałami wschodniej Fennoskandynawii i Szwecji, brak bowiem porfirów z obszaru Dalarna, a granity szwedzkie występują w niewielkiej liczbie. Dlatego też porównania ilościowe pomiędzy skałami pochodzącymi z różnych rejonów Fennoskandynawii winny być wykonywane w jednej z frakcji mieszczących się w przedziale 1—10 cm. Z uwagi na rzadkość eratyków krystalicznych w morenach dla celów statystycznych najkorzystniej brać pod uwagę cały ten przedział wielkości, gdyż dzięki temu łatwiej można uzyskać niezbędną do oznaczeń ilość okazów.

*Pracownia i Muzeum Geologii Młodych Struktur
ZNG PAN, 31-002 Kraków, Senacka 3*

WYKAZ LITERATURY REFERENCES

- Eskola P. (1930), On the disintegration of rapakivi. *Bull. comm. géol. Finlande* 92, p. 96—105, Helsinki.
- Głowińska A. (1939), Głazy narzutowe okolicy Lublińca. *Pr. Oddz. Przyr. Muz. Śląsk.*, 1, p. 175—212, Katowice.
- Hesemann J. (1931), Das Glazialdiluvium Dänemarks, Hollands und Norddeutschlands vom geschiebekundlichen Standpunkt aus. *Geol. Rdsch.*, 22, p. 145—155, Berlin.
- Hesemann J. (1933), Ueber die Bedeutung von Korngrösse, Verwitterung und Art der Ablagerung für die Geschiebeführung. *Z. Geschiebeforsch.*, 9, p. 1—6, Leipzig.
- Jahn A. (1952), Profil utworów plejstocenijskich w Górach Kęckich koło Kęt. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 65, p. 467—477, Warszawa.
- Jaroszewicz-Kłyszzyńska A. (1938 a), O utworach morenowych Łysej Góry pod Wilnem. *Starunia*, 15, p. 1—46, Kraków.
- Jaroszewicz-Kłyszzyńska A. (1938 b), Wyniki próbnych badań kilku moren Polski środkowej i północnej. *Starunia*, 15, p. 47—64, Kraków.
- Konior K. (1939), O występowaniu warstw interglacialnych w Wilamowicach. *Starunia*, 18, p. 1—8, Kraków.
- Konior K. (1946), Geologia okolicy Tarnowa. *Roczn. UMCS, sect. B I*, p. 3—61, Lublin.
- Kreutz S., Głowińska A. (1932), Polskie gładz narzutowe. *Roczn. Pol. Tow. Geol.*, 8, p. 219—221, Kraków.
- Małkowski S. (1946), Sprawozdanie ze Zjazdu poświęconego sprawom plejstocenu (streszczenie referatu). *Starunia*, 21, p. 9—12, Kraków.
- Marczinski R. (1968), Zur Häufigkeit und Verteilung von Geschieben in verschiedenen Korngrößen-Bereichen Saaleglazialer Ablagerungen Norddeutschlands. *Mitt. geol. Inst. Techn. Univ. Hannover*, 8, p. 74—86, Hannover.
- Milthers V., Milthers K. (1938), Rozmieszczenie niektórych ważnych skandy-

- nawskich narzutniaków na Niżu Polski. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 5, p. 1—26, Warszawa.
- Moj ski J. E., Rühle E. (1965), Atlas geologiczny Polski, zagadnienia stratygraficzno-facjalne. Zesz. 12 — Czwartorzęd. *Inst. Geol.*, Warszawa.
- Moj ski J. E., Rzechowski J. (1969), Plejstocen okolic Podgłębokiego na Polesiu Lubelskim. *Inst. Geol., Biul.*, 220, p. 13—50, Warszawa.
- Rac inowski R. (1969), Badania granulometryczne i mineralogiczno-petrograficzne glin zwałowych Polski wschodniej. *Inst. Geol., Biul.*, 220, p. 289—323, Warszawa.
- Różycki S. Z. (1967), Plejstocen Polski środkowej. PWN, p. 1—251, Warszawa.
- Rzechowski J. (1971), Granulometryczno-petrograficzne własności glin zwałowych w dorzeczu środkowej Widawki. *Inst. Geol., Biul.*, 254, p. 111—155, Warszawa.
- Stupnicka E. (1963), Utwory czwartorzędowe w dolinach górnej Wisły i Soły (Karpaty). *Biul. Geol. Univ. Warsz.*, 3, p. 184—262, Warszawa.

SUMMARY

Percentage of erratics coming from eastern and western Fennoscandia was studied in the deposits of South-Polish glaciation. In the east-Fennoscandinavian group the following rocks were taken into account: post-orogenic granites, transitional rocks between post-orogenic granites and porphyries, granite-porphyry, Aland quartz-porphyry and red Baltic porphyry. From west-Fennoscandinavian rocks were considered: Upsala, Sala, Stockholm and Siljan granites, porphyry from the area of Dalarna and brown Baltic porphyry, granites and porphyries from southern Sweden.

Proportions between the rocks coming from eastern and western Fennoscandia are as follows: from 10:1 to 12:1 for the fraction 0.6—1 cm; 7:3 for the fraction 1—2 cm; 2:1 for the fraction 2—6 and 6—10 cm; 9:1 for the fraction coarser than 10 cm. The fractions finer than 1 cm and above 10 cm are not suitable for a characterization of the rock composition of moraines in the deposits of South-Polish glaciation. Their composition should be examined in any fraction in the size interval 1—10 cm. Since crystalline erratics are rare in moraine deposits under study, it is most advantageous for statistical purposes to take into consideration the whole size interval 1—10.

Weathering of the deposits from which the material for determinations has been derived does not affect the quantitative proportions between the rocks from eastern and western Fennoscandia in the size intervals 2—6 and 6—10 cm. In the size interval 1—2 cm the effect of weathering is slight, whereas in the fraction 0.6—1 cm it becomes conspicuous.

*Polish Academy of Sciences
Laboratory of Geology, Cracow*