

W SPRAWIE METODYKI BADAŃ SKŁADU GŁAZOWEGO MOREN

UKD 551.322.57:552.3/4.08:551.324.83:552.142:551.791(481/485-192)

Badania składu gładzowego moren (określanie wzajemnych stosunków procentowych między grupami skał z różnych rejonów Fennoskandii) powinny pełnić główną rolę w zespole metod badawczych petrografii plejstocenu, gdyż narzutniaki krystaliczne są jedynym składnikiem osadów glacialnych, występującym na całym obszarze objętym zlodowaceniem plejstocenijskim, które można powiązać z określonymi rejonami pochodzenia na terenie Fennoskandii.

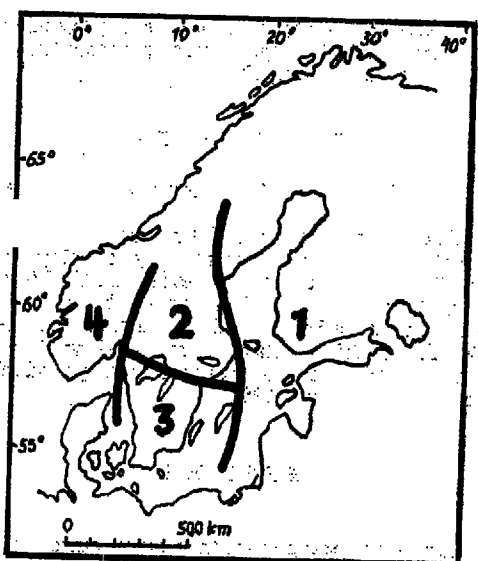
Wyniki uzyskane w tej dziedzinie przez różnych badaczy wykazują jednak duże rozbieżności, a niekiedy nawet są przeciwstawne. Ponieważ wynika to w znacznym stopniu z różnych założeń metodycznych należy więc rozważyć przydatność głównych metod oraz wskazać na taki sposób postępowania badawczego, który byłby wolny od istotnych błędów, a równocześnie dawał wyniki porównywalne.

W badaniach eratyków krystalicznych zaznaczają się 2 główne kierunki. Jeden z nich został zapoczątkowany przez V. Milthersa (14, 15), który uważa, że dla celów charakterystyki gładzowej moren należy posługiwać się małą liczbą — według niego, makroskopowo łatwo rozpoznawalnych — gatunków skalnych. Bierze on pod uwagę 6—10 rodzajów skał reprezentujących: Morze Bałtyckie (porfiry bałtyckie, czerwony i brunatny), Alandię (skały alandzkie), rejon Dalarne (porfir Bredvad, porfiry Grönklitt), rejon Oslo (porfir rombowy i jego konglomerat) oraz 1 typ skały reprezentujący Szwecję południową i zachodnią — porfir Paskallavik. Wszystkie pozostałe narzutniaki krystaliczne Milthers odrzuca, uważając, że nie dają się oznaczyć bądź też są trudne do oznaczenia makroskopowego. Według V. Milthersa porównanie stosunków ilościowych pomiędzy wspomnianymi wyżej 4 grupami eratyków pozwala na rozwiązy-

wanie zagadnień stratygraficznych oraz na ustalenie kierunku ruchu lądolodu.

Metoda V. Milthersa była przedmiotem szczegółowej analizy ze strony J. Hesemanna (5), który wykazał błędność jej założeń. Przede wszystkim Milthers bardzo nierównomiernie uwzględnia skały reprezentujące poszczególne rejonu Fennoskandynawii, co w istotny sposób wpływa na wyniki. Pomija on zupełnie, z wyjątkiem rzadko spotykanego porfiru Paskallavik, skały południowej i zachodniej Szwecji, bardzo ważne przy charakterystyce gładzowej moren i tworzące niekiedy 2/3 wszystkich oznaczalnych pod względem swojego pochodzenia eratyków. Gatunkom rzadko spotykanym w osadach glacialnych, do których należą wymienione poprzednio porfiry z rejonu Dalarne, przeciwstawia rodzaje skalne szeroko rozprzestrzenione i występujące w różnych punktach wschodniej Fennoskandii, tj. „skały alandzkie” (ta ostatnia nazwa jest bowiem określeniem dla pewnego typu skał, nie oznacza jednak, że skały te pochodzą wyłącznie z Wysp Alandzkich). Dlatego też wyniki uzyskane przez Milthersa nie obrazują rzeczywistych stosunków ilościowych między skałami pochodzącymi z różnych rejonów i nie mają wartości porównawczej. J. Hesemann (5) podaje przykłady ogromnej zmienności wskaźników Milthersa w obrębie moren należących do tych samych stadiów oraz podobieństw tych wskaźników w morenach różnych stadiów recesyjnych.

Nieuchronne błędy muszą być także następstwem przekonania Milthersa o łatwej makroskopowej rozpoznawalności wybranych przez niego typów skał. Wbrew temu, co sądził Milthers, tak nie jest. Jako przykład można podać niejednokrotnie bardzo podobny wygląd porfirów Bredvad i czerwonego bałtyckiego



Grupy narzutniaków fennoskandynawskich.

1 — wschodnioskandynawska, 2 — środkowoszwedzka, 3 — południowoszwedzka, 4 — grupa norweska (wg E. Köstera, 1964).

Groups of Fennoscandian erratics.

1 — East-Scandinavian, 2 — Mid-Swedish, 3 — South-Swedish, and 4 — Norway groups (after E. Köster, 1964).

go, a także tego ostatniego do porfiru Rödö, od którego często nie da się makroskopowo odróżnić. Charakterystyczny wygląd mają skały reprezentujące rejon Oslo, jednak nie mają one znaczenia dla badań prowadzonych na znacznej części Europy Środkowej.

Niezależnie od powyższych zastrzeżeń metoda Milthersa nie nadaje się do wykorzystania na terenie mało zasobnym w północny materiał krystaliczny. Według J. Hesemanna (3) oznaczalność skał krystalicznych, co do miejsca ich występowania na terenie Fennoskandii, przy uwzględnieniu około 200 skał przewodnich, wynosi 5%. Należy jednak podkreślić, że taki procent oznaczalności, to wynik osiągnięty przez petrografa — znawcę skał fennoskandynawskich, przy uwzględnieniu cech makroskopowych skał, ich analizy mikroskopowej oraz porównanie oznaczanego materiału z bardzo bogatymi zbiorami, jakimi w latach 1931—1939 dysponował Hesemann. Wydaje się, że jest to górna granica możliwości dla oznaczania pochodzenia narzutniaków krystalicznych, gdyż inni badacze, także o długotrwałym doświadczeniu, jak np. K. Richter (16), osiągają w tym zakresie znacznie niższe rezultaty.

Dla 6—10 wybranych gatunków, wśród których znajdują się także eratyki rzadko spotykane w morenach, oznaczalność ta w żadnym przypadku nie może przekraczać 0,5%. Wyklucza to możliwość wykorzystania jakichkolwiek metod badań opartych na oznaczaniu kilku wybranych rodzajów skał w terenach mniej zasobnych w materiał krystaliczny.

Ostatnio opublikowano wyniki badań opartych o nieco zmodyfikowaną metodę Milthersa (10), do których zebrano materiał w 12 punktach Kotliny Kłodzkiej, w utworach zlodowacenia środkowopolskiego i określono stosunki ilościowe pomiędzy 8 typami skał tworzącymi 4 grupy: a) porfir rombowy i jego konglomerat, b) porfiry bałtyckie czerwony i brunatny, c) porfir Bredvad i porfiry Grönklitt, d) rapakiwi zachodniofińskie i granit plamisty. Pod względem pochodzenia rozpoznano 2,7% okazów. Według autorów we wszystkich odkrywkach najliczniej występowały skały krystaliczne z SW Finlandii (rapakiwi i granit plamisty), stanowiące średnio 60%, na drugim miejscu były narzutniaki z obszaru Dalarna (średnio 30%). Zdecydowana przewaga skał południowo-wschodniej

Fennoskandii jest wynikiem, wspomnianych poprzednio, błędnych założeń metodycznych Milthersa. Przedmiotem porównania są tu bowiem dość rzadkie porfiry, którym przeciwstawia się 2 typy skalne znacznie bardziej pospolite. Granit plamisty występuje we wszystkich masywach rapakiwi oraz prawdopodobnie także na dnie morza, a rapakiwi ze wschodniej Finlandii nie jest skałą występującą w ściśle określonym punkcie, lecz pojęciem zbiorowym dla skał o dość szerokim rozprzestrzenieniu. Oczywiście jest, iż przy porównaniu tych 2 grup, wyraźną przewagę ilościową zyska grupa reprezentująca wschodnią Fennoskandię i to w osadach wszystkich zlodowaceń, które w oparciu o tę metodę nie mogą być od siebie odróżnione. Jeżeli chodzi o grupę skał norweskich, to dla oznaczenia składu gładowego na obszarze Polski nie ma ona jakiegokolwiek znaczenia.

Drugi główny kierunek badań narzutniaków krystalicznych zapoczątkował J. Korn (11) reprezentujący pogląd, że w badaniach gładowych należy opierać się na możliwie największej liczbie typów skalnych. W podręczniku (12), przeznaczonym dla szerszego kręgu osób interesujących się tym zagadnieniem, podał on charakterystykę petrograficzną około 100 rodzajów skał przewodnich. Kierunek badań zapoczątkowany przez J. Korna kontynuował i szeroko rozwinął J. Hesemann (2), który także rozszerzył liczbę narzutniaków przewodnich do około 200 (6). W pracach swoich uwzględnia on wszystkie dające się zidentyfikować, co do rejonu swóego pochodzenia fennoskandynawskie skały krystaliczne. Cały oznaczalny materiał rozdziela na 4 grupy, reprezentujące 4 obszary Fennoskandynawii (2, 5, 6). Udział narzutniaków każdej z 4 grup w całym zespole badanego materiału określa w procentach pełnymi dziesiątkami. Pierwsze cyfry dziesiątek zestawia obok siebie we wskaźnik czterocyfrowy; suma cyfr wynosi zawsze 10.

W latach 1931—1939 J. Hesemann (4, 6) wykonał, w oparciu o rozwiniętą przez siebie metodę, około 450 oznaczeń składu gładowego moren w północnych Niemczech. Na tej podstawie stwierdza on, że każde zlodowacenie cechuje charakterystyczny zespół narzutniaków. Tak więc zlodowacenie Elstery charakteryzuje się przewagą skał wschodniofennoskandynawskich (ok. 60% całej zawartości) i niewielką ilością południowoszwedzkich (do 10% zawartości zespołu). Jako przykład liczby charakteryzującej procentowy udział poszczególnych grup (indeks Hesemanna) można podać 6310. Niezależnie od różnic w udziale pozostałych grup rysem istotnym jest zawsze przewaga materiału wschodnio-fennoskandynawskiego.

Inny charakter ma zlodowacenie Saali, gdzie według Hesemanna wyraźnie zaznacza się przewaga składników pochodzących z południowej i zachodniej Szwecji (wartość indeksu np. 2260, 2170). Występuje tu odwrócenie proporcji między tymi dwoma grupami. Dla stadiału Warty wymieniony badacz podaje dość równomierne wymieszanie składników. Finlandia-Alandia, środkowa Szwecja i południowa Szwecja są reprezentowane w podobnych ilościach. Podobnie jak w dwu poprzednich transgresjach brak skał norweskich (indeks: 3430, 4330). Zbliżone wymieszanie składników można stwierdzić w osadach zlodowacenia Wisły. Także w późniejszych badaniach, wykonanych już w latach powojennych, J. Hesemann podtrzymuje swoje stanowisko (9). Wprawdzie przyznaje on, że niektóre skały, jak np.: granity zachodniego wybrzeża Finlandii, porfiry bałtyckie z dna Zatoki Botnickiej, czy też porfiry typu Hogland wykazują zmienność i mogą występować w różnych punktach, jednak dla znacznej części skał przewodnich można podać określone rejon występowania.

Kierunek badań rozwinięty przez Hesemanna jest dostępny tylko dla petrografów. Do identyfikacji narzutniaków niezbędne są w omawianej metodzie, obok uwzględniania cech makroskopowych, analizy mikroskopowe, a przede wszystkim, dla celów porównawczych, duże zbiory zawierające nie tylko podstawowe typy skalne, lecz obrazujące całą bogatą zmienność wielu należących tu gatunków. Metoda ta nie zna-

lazla więc szerszego rozpowszechnienia. Trudności w jej praktycznym wykorzystaniu były powodem, że starano się wypracować prostsze postępowanie badawcze, oparte jednocześnie na możliwie szerokiej bazie, tzn. uwzględniającej największą ilość materiału. Metodę tego rodzaju, a właściwie szereg ich stosuje K. Richter (16). Oblicza on stosunki ilościowe pomiędzy łatwo rozpoznawalnymi eratykami a całością skał krystalicznych, przy czym najczęściej stosowane jest porównanie zawartości rapakiwi z ilością pozostałych północnych skał krystalicznych. Petrograf dostarczy w tej metodzie niezupełnie dokładne sprecyzowania. Dokładniejszego określenia wymaga przede wszystkim zakres pojęcia „rapakiwi”. Nie wiadomo bowiem, czy chodzi tu tylko o typowe granity rapakiwi takie, jak np. wiborgit lub pyterlit, czy też określenie to jest równoznaczne z szerszym pojęciem granitów anorogenicznych wschodniej Fennoskandii, a więc obejmującym także skały mniej lub bardziej odbiegające od typowych rapakiwi.

Scisła selekcja tych ostatnich nie jest łatwa, szczególnie w przypadku drobnych fragmentów skalnych, które stanowią przeważającą część materiału uzyskiwanego do oznaczeń z moren zwietrzałych oraz materiału pochodzącego z wierceń. Rozgraniczenia: rapakiwi — granit rapakiwi podobny oraz granit rapakiwi — granitoporfir — porfir granitowy mogą być w zasadzie tylko kwestią indywidualnego uznania badacza. Rozbieżności są także możliwe przy oznaczaniu grupy przeciwstawnej, tzn. „pozostałych skał krystalicznych”. W rachubę wchodzi tu m.in. kwarcyty nie zawsze dające się odróżnić w warunkach polowych od piaskowców kwarcytowych.

Na niektórych terenach, np. na Pogórzu Karpackim (w rejonie Tarnowa) wśród osadów lodowcowych występują skały krystaliczne pochodzące ze zwirowisk Dunajca. Odróżnienie drobnych otoczków i odłamków niektórych z nich od podobnych narzutniaków nie jest możliwe. Tym samym nie może być dokładnie określona ogólna liczba skał krystalicznych w punkcie badań, a więc nie można otrzymać wyników porównywalnych.

Po wyjaśnieniu tych wątpliwości metoda Richtera może być wykorzystana w szerokim zakresie dla charakterystyki glazowej moren. Wyniki porównywalne można uzyskać także za pomocą innej metody poniżej scharakteryzowanej. Umożliwia ona dokonanie analizy składu glazowego w warunkach terenowych, a co najważniejsze pozwala na stwierdzenie rzeczywistych proporcji pomiędzy dwoma najważniejszymi w badaniach glazowych grupami skał. Badania powinny zmierzać do wyróżnienia dwóch przeciwstawnych grup narzutniaków. Pierwsza z nich reprezentuje wschodnią Fennoskandię i jest w zasadzie równoznaczna z I grupą Hesemanna (5). Należą do niej:

a) granity anorogeniczne (rapakiwi alandzkie, granit apłitowy alandzki, granit apłitowy z makroskopowo rozpoznawalnymi zrostami pismowymi skaleni i kwarcu, porfirowaty granit apłitowy, brunatne granity hornblendowe, grupa zachodniofińskich granitów rapakiwi, granit plamisty, wiborgit, pyterlit, granit Rödö;

b) skały tworzące przejścia od granitów alandzkich do porfirów granitowych i alandzkich porfirów kwarcowych;

c) porfiry — granitowy i kwarcowy alandzki.

Wymienione skały można odróżnić od pozostałych narzutniaków przewodnich na podstawie wyglądu makroskopowego, biorąc pod uwagę cechy dla nich charakterystyczne (7, 8).

Przeciwstawną grupę tworzą skały zachodniej Fennoskandii. Z tego dużego obszaru, obejmującego II i III grupę Hesemanna (ryc.) do badań nad składem glazowym bez konieczności uciekania się do analiz mikroskopowych mogą zostać wykorzystane granity: Sala, Uppsala, równoziarnista odmiana granitu sztokholmskiego oraz grupa granitów i porfirów smalandzkich. Granity smalandzkie, obok niezwykłej w porównaniu z innymi skałami świeżości, małej zawartości minerałów ciemnych, wyróżnia obecność niebieskawego, białawego rzadziej przejrzystego

kwarcu, który z jednym wyjątkiem (rapakiwi z Lellainen) nie pojawia się w granitach anorogenicznych wschodniej Fennoskandii. Z granitami tymi wiąże się grupa granitowych porfirów smalandzkich, również łatwych do rozpoznania dzięki obecności fenokryształów niebieskawego kwarcu. Także i wśród nich, podobnie jak wśród granitów, wyróżnia się szereg odmian (7), pomiędzy którymi występują ciągłe przejścia. Przy podziale całego oznaczalnego materiału tylko na dwie przeciwstawne grupy skał nie jest konieczne określanie poszczególnych odmian.

O ile wyniki mają być porównywalne na większych obszarach rozmiar badanych otoczków (ich średnica) nie może przekraczać 10 cm. Wśród zwirow większych, tak jest przynajmniej w południowej części kraju, niemal zupełnie znikają porfiry, zmniejsza się ilość pozostałych typów skalnych. Metoda charakterystyki glazowej oparta na przedstawionych wyżej zasadach nadaje się m.in. do wykorzystania na peryferycznym obszarze zlodowacenia, gdzie moreny są mniej zasobne w eratyki krystaliczne, a przeciętny rozmiar tych ostatnich jest niewielki.

Rozpatrując omawiane zagadnienie należy podkreślić, że w stosunku do metod charakterystyki glazowej osadów glacialnych wysuwano istotne zastrzeżenia. Najogólniej sprowadzają się one do przekonania, że tylko w nielicznych przypadkach jest możliwe pewne określenie miejsca pochodzenia skały. Pogląd taki reprezentuje m.in. Eskola (1). Oznaczając materiał eratyczny zebrany w rejonie Zatoki Ryskiej (961 otoczków krystalicznych) podał on prawdopodobne miejsce pochodzenia dla zaledwie 4% skał należących do tego zbioru. Na podstawie wyników tych badań P. Eskola stwierdza m.in. daleko idące podobieństwa pomiędzy porfirami z dna Zatoki Botnickiej oraz brunatnymi porfirami bałtyckimi. Badacz ten wskazuje także na podobieństwa głównych typów granitów mikroklonowych południowej Finlandii (Hangö, Perniö) do skał spotykanych w południowej Szwecji; wysuwa on także zastrzeżenia co do przydatności niektórych skał uważanych za narzutniaki przewodnie, jak np. porfirów typu Hogland i porfiryków uralitowych.

Także Hesemann (4) wskazywał na bezcelowość oddzielnego rozpatrywania skał alandzkich bez uwzględnienia rapakiwi zachodniofińskich z uwagi na trudności, a często nawet niemożliwość odróżnienia skał pochodzących z obydwu tych rejonów oraz ze względu na niezany obszar ich podmorskiego występowania i sposób wykształcenia. W wielu przypadkach nazwy skał przewodnich są określeniami obejmującymi odmiany wyraźnie różniące się pod względem makroskopowym. Także punkty ich występowania, szczególnie na obszarze wschodniej Fennoskandii nie zawsze można dokładnie określić, jak to jest np. w przypadku, bardzo częstego wśród rapakiwi, apłitowego granitu alandzkiego, który występuje we wszystkich masywach skał anorogenicznych. Tak więc zarówno występowanie tych samych typów skalnych w różnych punktach, jak też częste trudności we wzajemnym ich odróżnianiu uzasadniają łączenie eratyków przewodnich w duże zespoły, tak jak to czyni Hesemann (ryc.).

Badania składu glazowego moren utrudnione są nie tylko występowaniem tych samych typów skalnych w różnych rejonach. Wyniki licznych oznaczeń składu glazowego wykonane przede wszystkim przez wspomnianego Hesemanna wykazały daleko idącą zmienność zespołów narzutniaków w morenach młodszych transgresji. Narzutniaki, pochodzące z różnych rejonów Finlandii, dna morza i Skandynawii są więc w znacznym stopniu wymieszane. Stan ten przekreśla możliwość wykorzystania zwirow eratycznych dla określania kierunków ruchu lądolodu. Pozostaje tylko możliwość wykorzystania badań glazowych dla celów korelacji stratygraficznej moren, głównie starszych. Jednakże warunkiem istotnego postępu w tej dziedzinie jest przyjęcie metody uwzględniającej możliwie największą ilość materiału skalnego, występującego w danym punkcie, a jednocześnie nie następującej trudności w praktycznym jej stosowaniu.

LITERATURA

1. Eskola P. — Tausend Geschiebe aus Lettland. *Fennia A*, 39, 5. Helsinki, 1933.
2. Hesemann J. — Wie sammelt und verwertet man kristalline Geschiebe. Sitz.-Ber. preuss. geol. L.A., 5. Berlin, 1930.
3. Hesemann J. — Das Glazialdiluvium Dänemarks, Hollands und Norddeutschlands vom geschiebekundlichen Standpunkt aus. *Geol. Rundschau* 22. Berlin, 1931.
4. Hesemann J. — Die bisherigen Geschiebezählungen aus dem norddeutschen Diluvium im Diagramm. *Zeitschr. f. Geschiebeforsch.*, 8. Leipzig, 1932.
5. Hesemann J. — Ergebnisse und Aussichten einiger Methoden zur Feststellung der Verteilung kristalliner Leitgeschiebe. *Jahrb. preuss. geol. L. A.*, 55. Berlin, 1935.
6. Hesemann J. — Neue Ergebnisse der Geschiebeforschung im Norddeutschen Diluvium (Kristalline Geschiebe). *Geol. Rundschau*, 26. Stuttgart, 1935.
7. Hesemann J. — Zur Petrographie einiger nordischer kristalliner Leitgeschiebe. *Abhandl. preuss. geol. L. A. N.F.*, 173. Berlin, 1936.
8. Hesemann J. — Zur Petrographie weiterer hauptsächlich ostfennoskandischer Leitgeschiebe. *Zeitschr. f. Geschiebeforsch.* 14 Leipzig. 1939.

SUMMARY

The paper evaluates usefulness of principal methods of studies on composition of boulders in tills. The method of V. Milthers is shown to be unserviceable. It takes into account only 6—10 guide rocks and data obtained are not sufficient to determine actual quantitative relations between rocks derived from different parts of Fennoscandia. The method of J. Hasemann (considering the majority, i.e. about 200 guide rocks) is not widely spread as it requires too numerous comparative collections.

It can be said that the method of K. Richter is the most promising one. It is based on calculations of the ratio of rapakiwi to the remaining crystalline rocks. However, application of that method requires more accurate definition of the concept of „rapakiwi”, which was hitherto differently interpreted. It is proposed to supplement the characteristics of till boulders by the ratio between two principal groups of guide-rocks, namely: (1) anorogenic granites from the eastern Fennoscandia and accompanying porphyrs, and (2) Smaaland granites and porphyrs.

9. Hesemann J. — Geschiebeforschung im Rück und Ausblick. *Berichte Geol. Ges. DDR.*, 5. Berlin, 1960.
10. Konieczny S., Wdowiak J. — Glazy narzutowe w morenach zlodowacenia środkowopolskiego Kotliny Kłodzkiej. *Bad. Fizj. nad Polska Zach. Ser. A*, t. XXIV. Poznań, 1971.
11. Korn J. — Die Geschiebeführung der Grundmoränen von Ütersen-Schulau. *Jb. preuss. geol. L.A.* 27. Berlin, 1907.
12. Korn J. — Die wichtigsten Leitgeschiebe der nordischen kristallinen Gesteine im norddeutschen Flachlande. *Preuss. geol. L.A.* Berlin, 1927.
13. Köster E. — Granulometrische und morphometrische Messmethoden an Mineralkörnern, Steinen und sonstigen Stoffen. *F. Enke-Verlag.* Stuttgart, 1964.
14. Milthers V. — Scandinavian indicator-boulders in the quaternary deposits. *Danm. geol. Undersogelse*, II. Kjobehavn, 1909.
15. Milthers V. — Die Verteilung skandinavischer Leitgeschiebe im Quartär von Westdeutschland. *Abh. preuss. geol. L.A. N.F.* 156. Berlin, 1934.
16. Richter K. — Geschiebekundliche Gliederung der Elster-Eiszeit in Niedersachsen. *Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg*, 31. Hamburg, 1962.

РЕЗЮМЕ

В статье рассматривается эффективность основных методов исследования валунного состава морен. Метод В. Мильтерса, позволяющий учитывать 6—10 разновидностей основных пород, не пригоден для этих целей, так как его показания не определяют истинных соотношений количественного состава пород, происходящих из разных районов Фенноскандии. Метод Дж. Хесеманна, учитывающий все ведущие породы в количестве около 200, не получил широкого применения, так как он требует большого количества сравнительного материала.

Широкое применение может найти метод К. Рихтера, состоящий в определении соотношения рапакиви с остальными кристаллическими породами. Однако, он требует более точного определения понятия „рапакиви”, рассматривающегося по-разному. Предлагается также использование для валунно-характеристики метода, который состоит в расчете количественных соотношений между двумя важнейшими группами руководящих пород — анорогенными гранитами восточной Фенноскандии с сопровождающими их порфирами и смяландскими гранитами и порфирами, как противоположной группой.