

Eratyki przewodnie w glinach morenowych Polski

Piotr Czubla*, Dariusz Gałązka**, Maria Górka***



P. Czubla

D. Gałązka

M. Górka

Fennoscandian indicator erratics in glacial tills of Poland. *Prz. Geol.*, 54: 245–255.

Summary. Erratics analysis is one of the principal methods used to study glacial sediments. Usually, simplified petrography of gravel fraction is employed, whereas more advanced techniques, based on interpreting certain rock types of Fennoscandian provenience, are still rarely used in Poland. This is mainly due to the lack of training in classifying erratic rocks, what in turn is at least partly a consequence of the lack of appropriate Polish language atlases. We are willing to bridge this gap, presenting the 33 descriptions of the indicator rock types found in the Pleistocene sediments in Poland. Most descriptions have been illustrated with colour photographs, showing either

the specimens from Poland, or the ones collected during our expeditions to Sweden, Denmark and Finland. We present the most important features, which allow to both identify a sample unambiguously and to tie it to a specific outcrop in Fennoscandia. Additionally, we include the geographic coordinates of the central points of source outcrops, used to define the theoretical pebble centres position (Lüttig 1958).

Key words: indicator erratics, glacial deposits, Pleistocene, lithostratigraphy, Poland

Skały narzutowe obecne w osadach polodowcowych Polski zostały przywleczone przez lądolód skandynawski podczas jego kolejnych plejstoceńskich nasunięć. Obszarami macierzystymi eratyków (łac. *erro*, *-as*, *-are* — błądzić, wałęsać się) są głównie Skandynawia włącznie z Finlandią i niecka Bałtyku. Dokładne analizy jakościowe i ilościowe narzutniaków frakcji ponad 20 mm pozwalają zatem określić kierunek transgresji lądolodu i/lub jego zindywidualizowanych strumieni do miejsca depozycji osadów. Kierunek transgresji oraz położenie obszaru alimentacyjnego lądolodu plejstoceńskiego zmieniały się podczas kolejnych zlodowaceń. W związku z tym, na podstawie analizy skał narzutowych, można z dużym prawdopodobieństwem określić wiek zawierających je utworów glacialnych.

Nie wszystkie narzutniaki posiadają to samo znaczenie wskaźnikowe dla analizy kierunku transgresji lądolodu. Są wśród nich tzw. eratyki przewodnie (niem. *das Leitgeschiebe* — Korn, 1927; ang. *indicator erratic*; ros. *руководящие валуны*) oraz eratyki o ograniczonym znaczeniu wskaźnikowym (niem. *das statistische Leitgeschiebe*; Smed, 1989, 1994).

Eratykiem przewodnim jest skała o dokładnie zlokalizowanej, określonej długością i szerokością geograficzną, jedynej znanej współcześnie wychodni, na podstawie której można jednoznacznie określić źródło pochodzenia narzutniaka (ryc. 1). Skała pełniąca tę funkcję musi być także łatwo rozpoznawalna makroskopowo i powinna dość często występować w osadach glacialnych (np. porfir Bredvad, granit Vånevik czy piaskowiec Tessini).

Eratykiem o ograniczonym znaczeniu wskaźnikowym jest skała możliwa do jednoznacznego oznaczenia, różniąca się od przewodniego odpowiednika tym, że posiada więcej niż jeden obszar macierzysty lub/i ten obszar zaj-

muje stosunkowo dużą powierzchnię. Takimi eratykami są np. niektóre wapienie dolnopaleozoiczne oraz dolomity.

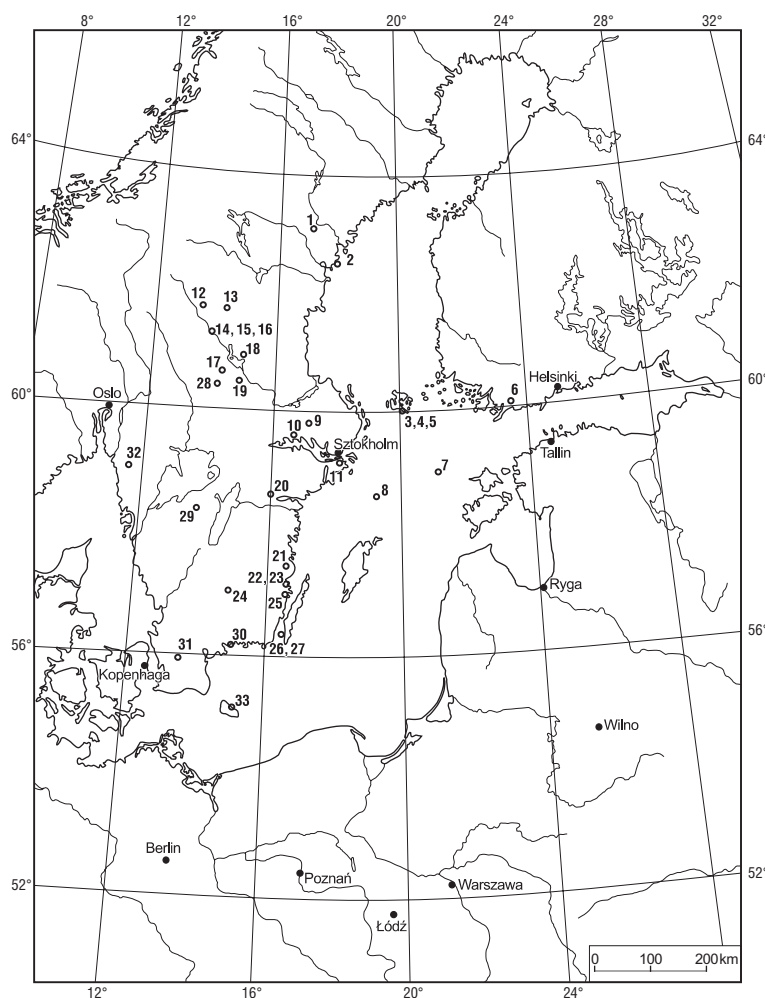
Wiarygodne wyniki uzyskuje się na podstawie analizy 1000 klastów frakcji 20–60 mm (Meyer, 1983), w przypadku zaś glin bardzo bogatych w składniki węglanowe nie mniej niż 1500 ziaren (Czubla, 2001). Po wyeliminowaniu skał węglanowych i krzemieni próbka winna zawierać co najmniej 500 klastów, wśród których zaledwie do 10% stanowią eratyki przewodnie. Główne zasady metodyczne zostały przedstawione w pracach m.in. Meyera (1983), Górskiej (1998, 2000), Czubli (2001), Gałązki (2004), przegląd zaś różnych metod badawczych wraz z analizą możliwości ich wykorzystania na terenie Polski zawierają prace Nunberg (1971) oraz Czubli (2001).

W uproszczonych badaniach petrograficznych wykorzystuje się m.in. fakt, że we wschodniej części Skandynawii bardzo licznie występują skały osadowe, a wśród nich głównie paleozoiczne wapienie i dolomity, podczas gdy w zachodniej przeważają skały krystaliczne. Bardziej zaawansowane badania opierają się na analizie eratyków przewodnich i statystycznych. Wymaga to umiejętności identyfikowania co najmniej kilkudziesięciu typów petrograficznych, pochodzących ze ściśle określonych regionów Skandynawii. Nie wystarcza w tym przypadku przypisanie skały do pewnej grupy systematycznej (np. granitoidów, czy syenitów), lecz konieczne jest, na podstawie szeregu cech (składu mineralnego, sposobu wykształcenia minerałów, budowy wewnętrznej skały), oznaczenie miejsca pochodzenia analizowanego narzutniaka. W tym celu bardzo przydatne są atlasy, zawierające kolorowe fotografie skał. W polskim piśmiennictwie brakuje takich opracowań, co utrudnia wdrożenie w badania eratyków szerszej grupy ludzi. Publikacje obcojęzyczne, bądź są już stosunkowo stare i prawie niedostępne (Korn, 1927; Gudelis, 1971; Hesemann, 1975), bądź zostały napisane w języku nieznanym większości polskich geologów, tj. po holendersku (Zandstra, 1988, 1999) lub po duńsku (Smed, 1989). Względnie dostępne są obecnie jedynie dwie nowe publikacje niemieckojęzyczne, tj. tłumaczenie opracowania Smeda (1994, 2002) oraz nowa praca Schulza (2003). Tę dotkliwą lukę pragną wypełnić autorzy niniejszego opracowania, w którym opisano i zilu-

*Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki, ul. Narutowicza 88, 90-139 Łódź; piczubla@geo.uni.lodz.pl

**Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; dariusz.galazka@pgi.gov.pl

***Instytut Paleogeografii i Geoekologii, Uniwersytetu im. A. Mickiewicza, ul. Dziegiełowa 27, 61-680 Poznań; gorska@man.poznan.pl



Ryc. 1. Lokalizacja centralnych punktów wychodni eratyków przewodnich i statystycznych. Współrzędne geograficzne wychodni wg Lüttiga (1958) i map Smeda (1993, 1994 — częściowo zmodyfikowane); dokładne wartości współrzędnych podane zostały w opisach skał. Numeracja punktów na mapie odpowiada numeracji skał zastosowanej w tekście

Fig. 1. Location of the geographical centres of the parents areas of indicator and statistical erratics. Geographical coordinates of exposures after Lüttig 1958 and Smed's maps (1993, 1994), partly modified (exactly geographical coordinates are given in the rocks descriptions); the numbers of points as in the text

strowano kolorowymi fotografiami najważniejsze skały przewodnie znajdujące w osadach glacialnych Polski.

Podkreślić należy, że prawidłowe oznaczenie skał przewodnich musi opierać się na makroskopowej identyfikacji minerałów i cech strukturalnych oraz teksturalnych skały. Fotografie mają za zadanie ułatwić prawidłową ocenę odcienia, w jakim w danej skale występuje konkretny minerał lub zapoznać z budową wewnętrzną samej skały. Eratyki znajdujące w osadach morenowych są w wielu przypadkach nadwierżane na powierzchni. W związku z tym ich precyzyjna identyfikacja wymaga uzyskania świeżego przełamania. Wiele cech minerałów, takich jak łupli-

wość, barwa lub zabarwienie, połysk, czy pokrój, jest wtedy znacznie lepiej widocznych.

Względy praktyczne uniemożliwiają przeprowadzenie w analizach stratygraficznych osadów plejstocenyjskich typowej analizy mineralogiczno-petrograficznej narzutniaków, ponieważ wymagałaby ona wykonania kilkuset szlifów dla każdej próbki. Tym większy nacisk należy zatem położyć na umiejętność makroskopowego oznaczania skał przewodnich.

Opisy skał przewodnich

1. Granit Ragunda (ryc. 2a); obszar macierzysty: Jämtland i Ångermannland, północna Szwecja; λ 17°00' E, ϕ 63°00' N

Granit biotytowy o strukturze grubo- lub rzadziej średnioziarnistej, względnie nierównościarnistej, złożony z bladoczerwonego mikroklinu, nielicznego, jasnoszarego, czasem z zielonkawym odcieniem, plagioklazu i dużych ziaren kwarcu. Miejscami pojawiają się nieregularne czarne skupienia biotytu i minerałów rudnych. Ziarna plagioklazów o wymiarach 10–15 mm są rozrzucone równomiernie w całej masie skały, jednak część z nich tworzy otoczki wokół kryształów mikroklinu, co nadaje skale wygląd zbliżony do granitu rapakiwi. Skalenie potasowe tworzą duże (ok. 1 cm), żółto-brązowe do czerwonych, prostokątne ziarna o nieregularnych granicach. (skutek procesów korozyjnych), Kwarc jasnoszary do białawego, niekiedy ciemnobrunatnoszary, przezroczysty, w postaci okrągłych ziaren o średnicy 1–3 mm (niekiedy prawie idiomorficznych), otaczających kryształy skaleni potasowego.

Tekstura skały jest masywna, miejscami gnejsowata z idiomorficznymi plagioklazami i ksenomorficznym kwarcem. Znane są również aplitowe i syenitowe granity Ragunda. Odmiana aplitowa wyróżnia się mniejszym udziałem minerałów ciemnych i drobniejszą strukturą.

Cechuje ją blada, rzadziej intensywnie czerwona barwa i obecność do 5% hornblendy. Niekiedy ma strukturę zbliżoną do fanokryształiczno-porfirowej. Odmiana syenitowa jest szarawozielona i gruboziarnista. Skalenie są reprezentowane przez ortoklaz i plagioklasy, tworzące razem mikropertytowe przerosty. Zielona hornblenda, biotyt i minerały poboczne stanowią 10–14%.

2. Granit Rödö; obszar macierzysty: Ångermannland, północna Szwecja; λ 17°30' E, ϕ 62°30' N

Granit średnio- lub drobnoziarnisty ciemnoczerwony, charakteryzujący się obecnością dużych, owalnych kryształów kwarcu (ok. 1 cm średnicy). Dzięki nim skała ta z wyglądu przypomina granity rapakiwi, tym bardziej, że

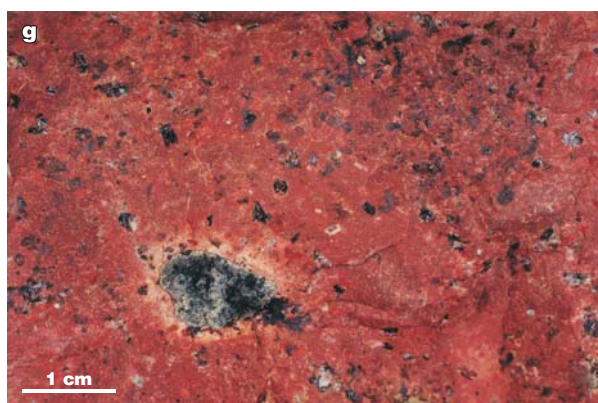
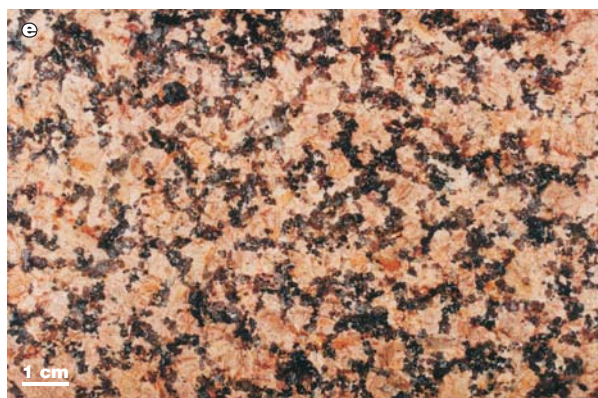
→

Ryc. 2. Skały przewodnie z Finlandii, północnej Szwecji i dna Bałtyku: a — granit Ragunda (PC), b — alandzki granit rapakivi (PC/ZM), c — alandzki granit rapakivi — zwietrzała powierzchnia (PC/ZM), d — alandzki porfir kwarcowy (DG), e — granit Haga (PC/ZM), f — granit Perniö (PC), g — czerwony porfir bałtycki (PC/ZM), h — brunatny porfir bałtycki (PC/ZM); (autorzy zdjęć: DG — Dariusz Gałązka, MB — Matthias Bräunlich, MG — Maria Górka, PC — Piotr Czubla, PC/ZM — P. Czubla i Z. Machnicki)

Fig. 2. Indicator erratics from Finland, Northern Sweden and from the bottom of Baltic Sea: a — Ragunda granite (PC), b — Åland rapakivi granite (PC/ZM), c — Åland rapakivi granite — with weathered surface (PC/ZM), d — Åland quartz porphyry (DG), e — Haga granite (PC/ZM), f — Perniö granite (PC), g — red Baltic porphyry (PC/ZM), h — brown Baltic porphyry (PC/ZM); (Photo: DG — Dariusz Gałązka, MB — Matthias Bräunlich, MG — Maria Górka, PC — Piotr Czubla, PC/ZM — P. Czubla and Z. Machnicki)

zdarzają się tu nieliczne duże kryształy ortoklazu z wykształconą czasami obwódką plagioklazową. Charakterystyczna jest tu obecność plagioklazów występujących w plamistych skupieniach mlecznobiałych ziaren (czasami

gruzelkowatych), czasami skupionych w „żyłkach”. Miejscami pojawiają się skupienia kryształów kalcytu o rozmiarach do 10 mm. W umiarkowanych ilości występują tu zielonoczarne gniazda i plamy chlorytu z magnetytem,



ponadto piryty i fluoryty. Czasami skała ta staje się podobna do syenitu. Zauważa się to wtedy, gdy w skale jest bardzo mało kwarcu i przeważa w niej mikropegmatytowa masa podstawowa. Zwietrzała powierzchnia narzutniaków granitu Rödö ma charakterystyczne ochrowożółte zabarwienie, a na jej tle, oprócz wyraźnych kryształów, wyróżniają się zielonoczarne plamki minerałów akcesorycznych.

3. **Rapakivi alandzkie** (ryc. 2b, c); obszar macierzysty: Wyspy Alandzkie; λ 20°00' E, ϕ 60°00' N.

Granit z makroskopowo widoczną strukturą mikropegmatytową, charakteryzujący się barwą czerwobrnatną, szarocęglastą lub szaroróżową z żółtym odcieniem. Wyraźnie są widoczne duże skalenie alkaliczne (5–15 mm) o owoidalnym na ogół kształcie. Są one tej samej barwy, co podstawowa masa skały lub nieco jaśniejsze. Obwódka plagioklazowa (węższa przy większych) jest barwy szarozielonej (ryc. 2b), jeżeli nie jest zwietrzała, przy wietrzeniu zmienia barwę na prawie białą (ryc. 2c). W eratykach, pochodzących z osadów starszego plejstocenu, często jedynymi śladami po otoczce plagioklazowej jest rowek okalający skaleniowe owoidy. Innymi minerałami występującymi w opisywanej skale są zielonoczarna lub czarna hornblendy oraz biotyt, rozrzucony w plamkach i blaszkach do 1 mm średnicy. Kryształy kwarcu są nieliczne (tym mniej, im więcej skaleni), silnie zaokrąglone, dymnoszare, a ich wielkość waha się od 1 do 10 mm. W skład tła skalnego wchodzi te wszystkie minerały, które spotyka się w formie dużych kryształów.

4. **Alandzki porfir kwarcowy** (ryc. 2d); obszar macierzysty: Wyspy Alandzkie; λ 20°00' E, ϕ 60°00' N.

Fenokryształy skaleni potasowych i plagioklazów mają pokrój owoidów i tabliczek o wielkości od 1 do 7 mm (najczęściej do 4 mm). Na powierzchni zwietrzałej plagioklasy są widoczne wyraźniej od skaleni potasowych dzięki kremowożółtemu odcieniowi, jaki uzyskują w trakcie wietrzenia. Groszkowate kwarcy niekiedy wypadają ze świeżego przełamu, pozostawiając miseczkowate zagłębienia. Ziarna kwarcu często otoczone są cieniutką powłoczką z hornblendy, którą wyraźnie widać dopiero pod mikroskopem. Makroskopowo natomiast jest ona zauważalna na ziarnach, które świeżo wypadły przy przełamywaniu skały; powierzchnia ich jest zawsze matowa, z ciemnoszarzielonym odcieniem. Drobne skupienia chlorytów (ok. 1 mm średnicy) są rozrzucone równomiernie w całej skale. Miejscami zdarzają się ciemne porwaki skał zasadowych. Przełam szorstki.

5. **Granit Haga** (Hagan) (ryc. 2e); obszar macierzysty: Wyspy Alandzkie; λ 20°00' E, ϕ 60°00' N.

Drobnoziarnisty pyterlit czerwonożółty lub żółtoczerwony z ziarnami kwarcu ułożonymi w postaci wianuszków dookoła czerwonożółtych skaleni. Głównym składnikiem tej skały jest ortoklaz (nadający jej zabarwienie) oraz białe i dymnoszare kwarc. Rozmiary skaleni wahają się od 2 do 5 mm, kwarcu natomiast od 1 do 4 mm. Biotyt jest schlorytowany. Plagioklazu i hornblendy jest bardzo mało. W odróżnieniu od innych skał pochodzących z Wysp Alandzkich nie ma on struktury mikropegmatytowej, natomiast charakteryzuje się strukturą allotriomorficznie ziarnistą. Ortoklaz zawiera liczne perytytowe wrostki plagioklazów.

6. **Granit Perniö** (ryc. 2f); obszar macierzysty: południowo-zachodnia Finlandia; λ 23°18' E, ϕ 60°12' N.

Granit biotytowy mikroklinowy o strukturze fanerokryształiczno-porfirowej i zabarwieniu jasnoczerwonym do szaroczerwonego. Występują w nim słupkowate kryształy skaleni o rozmiarach do 30 mm i prawie zawsze niemal równoległym ułożeniu (tekstura zwykle jest równoległa, rzadko bezładna). Czerwone zabarwienie

skała zawdzięcza obecności czerwonych skaleni zarówno w postaci dużych kryształów, jak też w otaczającej je drobnoziarnistej masie skalnej. W masie skalnej są obecne także jasne ziarna kwarcu i drobne blaszki biotyty (lepidomelanu). Liczne kryształy mikroklinu występują w postaci bliźniaków karlsbadzkich, łatwo identyfikowalnych gołym okiem. Mają one niekiedy zabarwienie ciemnoczerwone, ale najczęściej różowe do różowobiałego. Duże kryształy skaleni otacza masa zbudowana z jasnoszarego, niekiedy szklatego kwarcu, biotyty, czerwonego, ale także różowego, a nawet białego skaleni potasowego oraz wielokrotnie zbliźniczonych ciemnoczerwonych lub cęglastych plagioklazów. Większość skaleni zawiera drobne, niekiedy kropelkowate wrostki kwarcu i biotyty. Wietrzenie prowadzi do wybielenia dużych skaleni, co bardzo zmienia wygląd skały. Powierzchnia zwietrzałych skaleni jest wybitnie nierówna, co szczególnie zaznacza się na granicy z ziarnami kwarcu. Rzucą się w oczy duża liczba 1–2 mm, przeróżnie ukształtowanych rdzawych plamek. Dość często występują ziarna almandynu. Podobne makroskopowo granity Blekinge nie zawierają drobnych czerwonych plagioklazów, granity Siljan zaś nie wykazują tekstury kierunkowej.

7. **Czerwony porfir bałtycki** (ryc. 2g); obszar macierzysty: dno Bałtyku, 100 km na południowy zachód od Wysp Alandzkich; λ 21°06' E, ϕ 59°06' N.

Porfir kwarcowy o afanitowym, zbitym czerwonoceglastym lub brunatnoczerwonym cieście skalnym. Tkwią w nim trudno dostrzegalne fenokryształy skaleni o długości 0,5–2 mm, tego samego koloru, co tło. Dymnoszare kanciaste kryształy kwarcu mają takie same rozmiary i są najlepiej widoczne na świeżym przełomie, gdzie błyszczą jak potłuczone szkło. Nierzadko występują czarne lub zielonkawe enklawy zmienionego bazaltu, otoczone wąską, jasną obwódką. Obecne są również plamki chlorytu o wielkości od 1 do 10 mm. Rzadko występują czarne kryształy augitu.

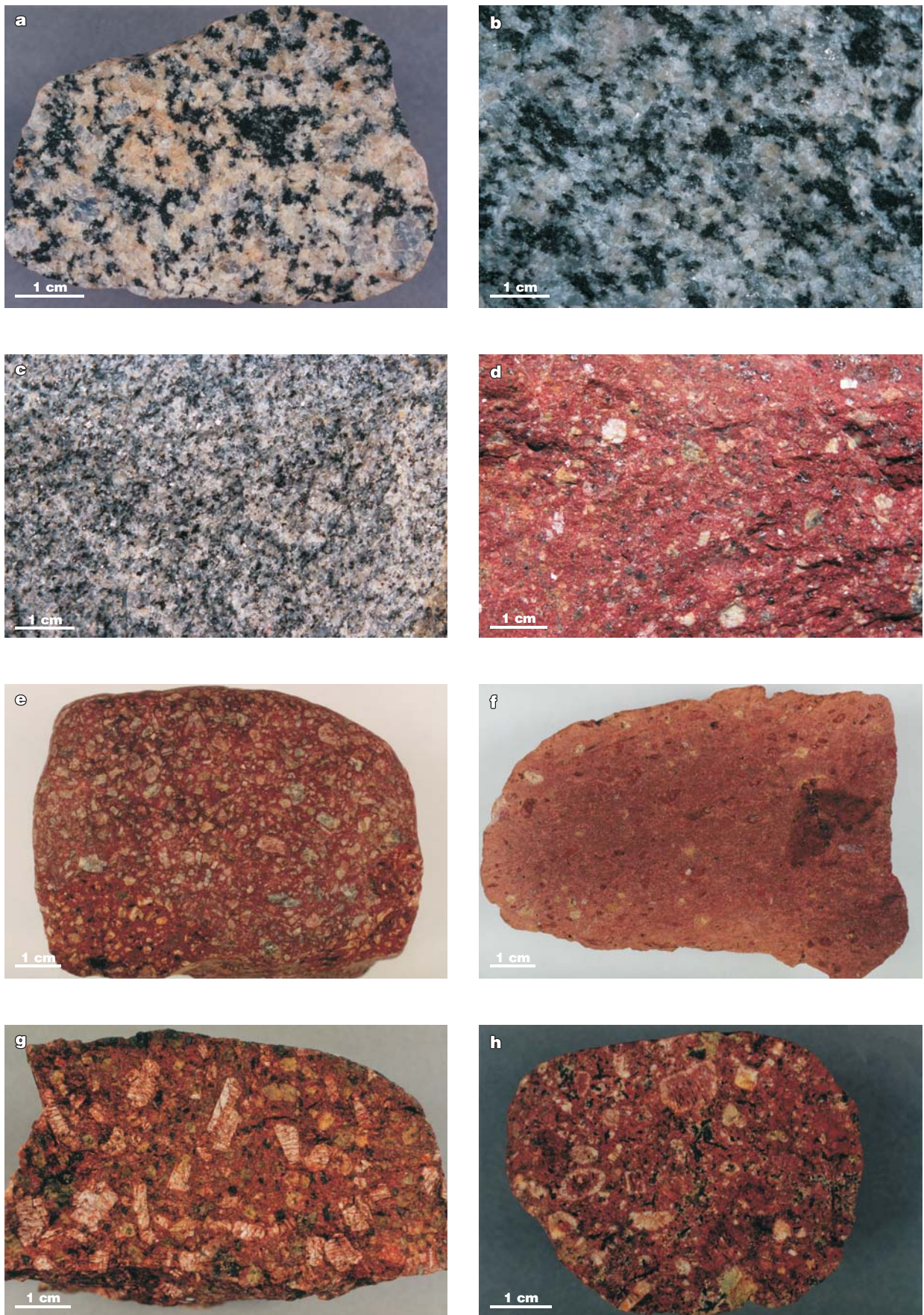
8. **Brązowy porfir bałtycki** (ryc. 2h); obszar macierzysty: dno Bałtyku, 100 km na SSW od Wysp Alandzkich; λ 18°42' E, ϕ 58°42' N.

Porfir kwarcowy o bardzo licznych, ale głównie drobnych (do 5 mm), fenokryształach. Świeży przełom ciasta skalnego ma barwę od oliwkowobrazowej (szarobrazowej) przez czekoladowobrazową po czerwobrazową. Ziarna na przełomie łatwo odpryskują. Ciasto skalne jest afanitowe. Bardzo licznie występują różowawe, czerwone lub czerwobrazowe skalenie potasowe oraz mniejsze, prawie całkiem białe, plagioklasy. Towarzyszą im nie mniej liczne, ale jeszcze drobniejsze (1–2 mm) ziarna czarnych minerałów, głównie augitu. Minerale ten wietrzeje najszybciej, pozostawiając po sobie na powierzchni narzutniaka puste jamki i zagłębienia. Szare kryształy kwarcu osiągają rozmiary 0,4–2 mm. Czasem w obrębie eratyki może znaleźć się fragment obcej skały, np. bazaltu. Podczas wietrzenia porfir przyjmuje brunatnoczerwony kolor.

Skałę można pomylić z czerwonym porfirem Särna z Dalarny, który ma jaśniejsze (białoszare) kryształy kwarcu. Pozostałe eratyki z Dalarny nie mają widocznych gołym okiem kryształów kwarcu.

9. **Granit Uppsala** (ryc. 3a); obszar macierzysty: Uppland, Szwecja; λ 17°00' E, ϕ 59°40' N.

Granit o teksturze kierunkowej („słojowej”), który na świeżym przełomie jest szary, natomiast na powierzchni zwietrzałej staje się lekko czerwony z cęglastym odcieniem. Wyróżnia się średnio- i równoziarnistym kwarcem wielkości grochu o zabarwieniu niebieskawoszarym, lub intensywnie niebieskim, ponadto dużą ilością plagioklazu, biotyty i hornblendy. Skalenie są nieprzezroczyste,



Ryc. 3. Skały przewodnie ze środkowej Szwecji: a — granit Uppsala (PC/ZM), b — granit Sala (PC), c — granit sztokholmski (PC), d — porfir Särna (PC), e — porfir Grönklitt (PC/ZM), f — porfir Bredvad (PC/ZM), g — porfir Kåtilla (PC/ZM), h — granit Garberg (PC/ZM)
Fig. 3. Indicator erratics from the Middle Sweden: a — Uppsala granite (PC/ZM), b — Sala granite (PC), c — Stockholm granite (PC), d — Särna porphyry (PC), e — Grönklitt porphyry (PC/ZM), f — Bredvad porphyry (PC/ZM), g — Kåtilla porphyry (PC/ZM), h — Garberg granite (PC/ZM)

białawe, rzadziej żółtawe, czerwone lub ceglastoczerwone. Wielkość ziaren waha się w granicach od 3 do 7 mm. Minerale ciemne, stanowiące najczęściej ponad 1/3 skały, skupiają się w warstewki.

10. **Granit Sala** (ryc. 3b); obszar macierzysty: Uppland, Szwecja; λ 16°30' E, ϕ 59°40' N.

Granit średnioziarnisty, jasnoszary ze zmienną ilością minerałów ciemnych skupiających się zawsze w smugach i warstwach. Jest to granit hornblendowo-biotytowy o zmiennej zawartości minerałów ciemnych. Kwarce jest szary lub niebieskoszary, a jego udział jest odwrotnie proporcjonalny do udziału minerałów ciemnych (nie plagioklazów) i niekiedy przekracza nawet 40%. Ilość plagioklazów w przypadku dużej zawartości kwarcu również jest duża. Bardzo charakterystyczne jest występowanie plagioklazów w postaci białych prostokątnych ziaren o rozmiarach od 1 do 3 mm. Ich śródki bywają zielonkawe. Plagioklasy często tworzą skupienia kryształów. Spotykana jest odmiana granitu Sala, charakteryzująca się soczewkowatymi skupieniami minerałów ciemnych.

11. **Granit sztokholmski szary i różowy** (ryc. 3c); obszar macierzysty: Uppland, Szwecja; λ 18°00' E, ϕ 59°20' N.

Granity jasnoszare, czasami różowawe, o wybitnej równoziarnistości wszystkich składników (skaleni, kwarc i biotyt) oraz umiarkowanej ilości minerałów ciemnych. Rozpoznawalne makroskopowo składniki odmiany szarej to szarobiałe lub niebieskobiałe ortoklasy i plagioklasy (te ostatnie zdarzają się zielonkawe) oraz szary kwarc i brunatnoczarny biotyt. Czasami spotyka się w mniejszej ilości muskowiit. Granit ten jest zawsze równoziarnisty przy czym w poszczególnych odmianach różnie kształtuje się wielkość ziaren. Na ogół granity te charakteryzują się wielkością ziaren od 2 do 3 mm, ale zdarzają się i takie, gdzie ziarna dochodzą nawet do 12 mm. Często w obrębie eratyków opisanego granitu spotyka się porwaki szarego gnejsu. Barwa odmiany różowej pochodzi od zwietrzałych skaleni lub od ich pierwotnej impregnacji tlenkami żelaza.

12. **Porfir czerwony i brunatny Särna** (ryc. 3d); obszar macierzysty: Dalarna, Szwecja; λ 13°10' E, ϕ 61°40' N.

Występuje w dwóch odmianach: jasnej (czerwonobrunatnej) i ciemniejszej (brunatnoczerwonej z fioletowym odcieniem). Ciasto skalne jest zbite, drobnoziarniste. Przelam skały szorstki. Średnia wielkość ziaren ciasta skalnego wynosi ok. 0,02 mm. Opisowana skała należy do najbogatszych w fenokryształy porfirów z Dalarna. Fenokryształy dobrze zachowane występują obok całkowicie spękanych. Ich udział w skale jest zwykle większy niż ciasta skalnego. Ilościowo przeważają wśród nich 3 mm, ciemnoszare fenokryształy kwarcu. W odmianie brunatnej fenokryształy kwarcu (0,5–5 mm) są idiomorficzne, zabarwione dymnoszaro, ale zawsze przejrzyste. Ortoklaz tworzy słupki (0,5–7 mm) o zabarwieniu czerwonobiałym lub zbliżonym do ciasta skalnego. Znacznie mniej jest żółtawobiałego plagioklazu (do 3 mm). Plagioklasy w odmianie brunatnej porfiru Särna, wykształcone w postaci zielonobiałych tabliczek i słupków, są większe (do 7 mm), ale mniej liczne. Chloryty występują w zielonoczarnych skupieniach, a ponadto gołym okiem widoczne są prakryształy tytanitu (1–2 mm).

13. **Porfir Grönklitt** (ryc. 3e); obszar macierzysty: Dalarna, na północny zachód od jez. Siljan; λ 14°30' E, ϕ 61° 24' N.

Ciasto skalne porfiru Grönklitt może mieć kolor od ceglastoczerwonego, przez śliwkowy aż po szarobrazowy. Tkwią w nim liczne fenokryształy jednego lub dwóch rodzajów plagioklazów, osiągające rozmiary 1–4 mm: jedne są żółtawe, a drugie zielonkawe. Większość plagioklazów ma wyraźny

tabliczkowy lub listewkowy pokrój, chociaż niektóre mają kształty nieregularne. Podrzedną rolę pełnią jasnoczerwone skaleni potasowe. Skaleniom towarzyszą małe (0,5–1,5 mm), czarne fenokryształy, głównie hornblendy i augity, oraz liczące kilka mm średnicy czarnozielone skupienia chlorytów, epidotu i innych minerałów ciemnych. Na zwietrzałych powierzchniach wyeksponowane są białe (skutek wietrzenia) fenokryształy plagioklazów oraz nieregularne zielone zagłębienia po zwietrzałych agregatach minerałów ciemnych. Od podobnego brązowego porfiru bałtyckiego odróżnia go kolor tła skalnego, liczne ciemne minerały i brak kwarcu.

14. **Porfir Bredvad** (ryc. 3f); obszar macierzysty: Dalarna; λ 13°48' E, ϕ 61°36' N.

Porfir Bredvad cechuje się ceglastoczerwonym lub czerwono-brązowym afanitowym ciastem skalnym, które w trakcie wietrzenia ulega rozjaśnieniu i przyjmuje jasnoczerwone zabarwienie. Na powierzchni widać niewiele fenokryształów, ale wynika to po części z prawie identycznego z tłem koloru skaleni potasowych. Plagioklasy są na świeżych powierzchniach żółtozielonkawe, ale w trakcie wietrzenia początkowo bieleją, a w końcu zupełnie się rozpadają i pozostawiają po sobie tylko niewielkie zagłębienia. Obydwa rodzaje skaleni osiągają rozmiary od 1 do 5 mm. Minerale ciemne (biotyt, epidot i chloryty) występują w małych ilościach i tworzą ziarna i skupienia o rozmiarach rzadko przekraczających 1 mm. Kwarc jest nieobecny.

Porfir Bredvad można pomylić z czerwonym porfirem bałtyckim lub z porfirem Glöte, które jednak zawierają fenokryształy kwarcu. Jest to najczęściej spotykany w osadach polodowcowych polski porfir pochodzący z Dalarny, co wynika z jego olbrzymiego obszaru macierzystego (1150 km²).

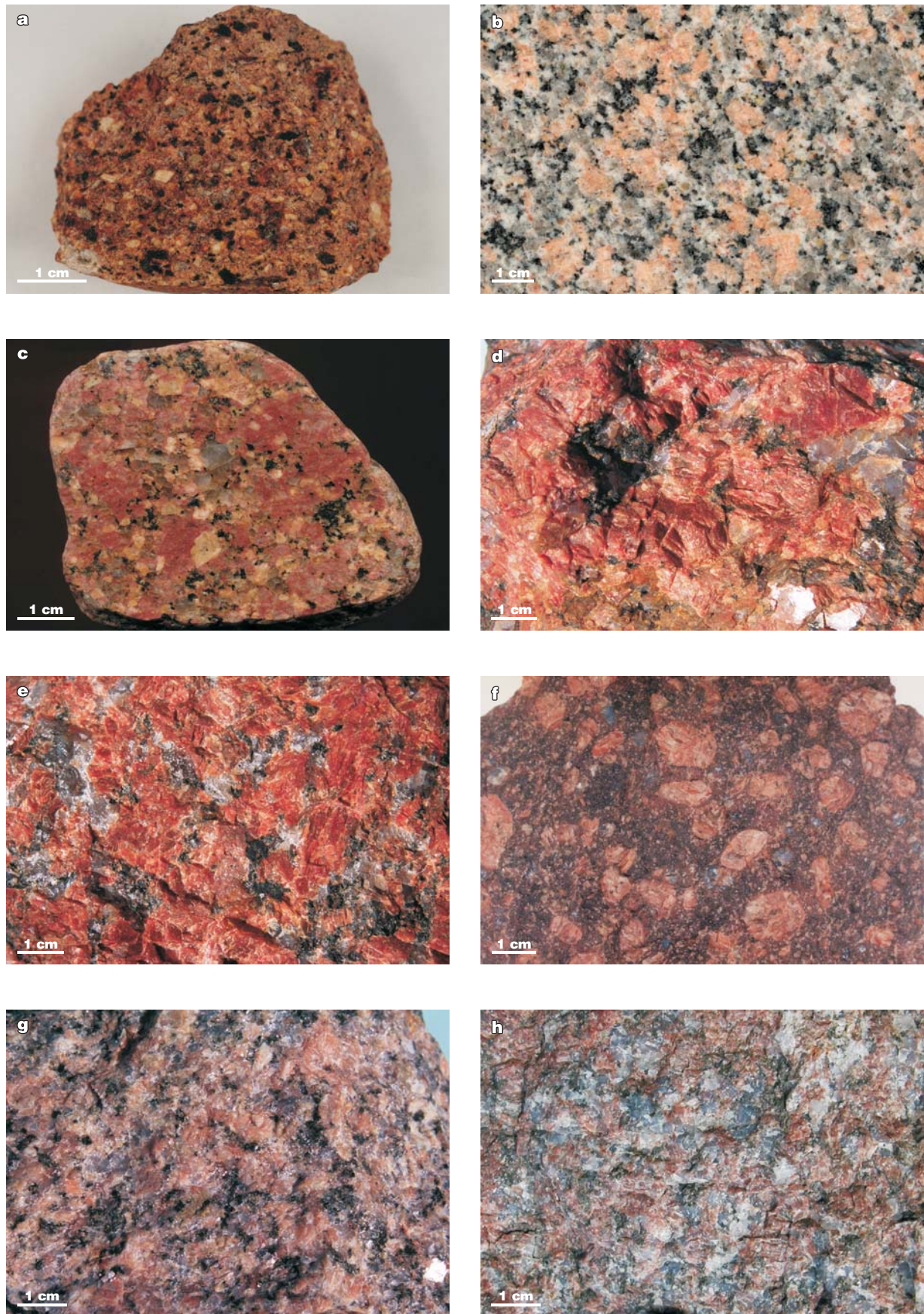
15. **Porfir Kåtilla** (ryc. 3g); obszar macierzysty: Dalarna, Szwecja; λ 13°48' E, ϕ 61°36' N.

Porfir Kåtilla obok porfirów Åsen i Månsta oraz czerwonego porfiru Orrlok należy do najbogatszych w fenokryształy porfirów z Dalarna. Należą one do porfirów bezkwarcowych z wyjątkiem porfiru Månsta, który może zawierać niewielkie ilości kwarcu. Masa podstawowa jest zabarwiona na kolor brunatny lub brunatnoczerwony i stanowi około połowy objętości skały. Wśród fenokryształów zdecydowanie dominują skaleni. Duże — do 1,5 cm długości — skaleni potasowe mają kształt zbliżony do prostokątnego (w Orrlok są prawie kwadratowe), zabarwienie białe do jasnoczerwonego i cechują się licznymi, czerwonymi, poprzecznymi paskami. Plagioklasy wykazują zabarwienie żółte lub zielonkawe i osiągają rozmiary od 2 do 10 mm. Skaleniom towarzyszą małe, czarne fenokryształy o wydłużonym zarysie (amfibole) i okrągławe ziarna biotyty.

Bogate w fenokryształy porfiry dalarnieńskie podobne są na pierwszy rzut oka do porfirów Särna oraz do brunatnego porfiru bałtyckiego, ale pomyłkę wyklucza duża ilość kwarcu w obydwu ostatnich. Porfiry Grönklitt różnią się od opisywanych skał niewielką zawartością skaleni potasowych i obfitym występowaniem drobnych ziaren plagioklazów.

16. **Granit Garberg** (ryc. 3h); obszar macierzysty: Dalarna, Szwecja; λ 13°48' E, ϕ 61°36' N.

Granit Garberg jest średnio lub drobnoziarnisty i cechuje się krwistoczerwonym zabarwieniem, spowodowanym obfitym występowaniem czerwonych skaleni potasowych, mających najczęściej 1–2 mm. Miejscami występują jednak także ziarna o rozmiarach od 1 do nawet 3 cm, które modyfikują strukturę w kierunku fanokryształiczno-porfirowej. Część skaleni potasowych ma białą obwódkę zbudowaną z plagioklazu. Plagioklasy występują w postaci licznych białych ziaren o rozmiarach od 1 do 4 mm oraz



Ryc. 4. Skąły przewodnie ze Szwecji őródkowej (Dalarna) i południowej: a — porfir Venjan (PC/ZM), b — granit Järna (DG), c — granit Siljan (DG), d — granit Graversfors (PC), e — granit Uthammar (PC), f — porfir Paskallavik (PC/ZM), g — granit Växjö czerwony (PC), h — granit Vänevik (MG)

Fig. 4. Indicator erratics from Dalarna Region (the Middle Sweden) and from Southern Sweden: a — Venjan porphyry (PC/ZM), b — Järna granite (DG), c — Siljan granite (DG), d — Graversfors granite (PC), e — Uthammar granite (PC), f — Paskallavik porphyry (PC/ZM), g — red Växjö granite (PC), h — Vänevik granite (MG)

znacznie rzadszych zielonych kryształów (zwykle z jasną obwódką) o rozmiarach zbliżonych do poprzednich — 2 do 5 mm. Kwarc w skale jest słabo czytelny i tworzy najczęściej małe, szare lub fioletowe ziarna o średnicy do 2 mm. Ziarna te są zazwyczaj znacznie skorodowane. Ciemne minerały są reprezentowane przez niewielką ilość biotyty (najczęściej przekształconego w chloryt), występującego zarówno w postaci pojedynczych ziaren, jak również jako składnik większych (do 6 mm) drobnoziarnistych agregatów o zabarwieniu czarnobiałym. Miejscami pojawiają się ciemnozielone słupkowate kryształy hornblendy. Na skutek wietrzenia powierzchnia granitu wyraźnie blaknie.

Granit Perniö różni się od opisywanego kierunkowym ułożeniem skaleni, w również zaś podobnym granicie Rödö występuje znacznie więcej kwarcu i to nawet w postaci dużych ziaren osiagających do 5 mm średnicy.

17. **Porfir Venjan** (ryc. 4a); obszar macierzysty: Dalar-na, Szwecja; λ 14°06' E, ϕ 60°42' N.

Masa podstawowa przyjmuje zabarwienie jasnoczerwone do różowoszarego, a nawet szarobrazowego aż po zupełnie szare i jest drobnoziarnista lub afanitowa. Fenokryształy stanowią zdecydowanie ponad połowę objętości skały, odstępów zaś pomiędzy nimi nie przekraczają 3 mm. Obecne są dwa typy fenokryształów plagioklazów: liczne białe do żółtawych skalenie sodowe o rozmiarach od 1 do 10 mm oraz nieliczne większe (2–12 mm) skalenie wapniowe o zabarwieniu żółtozielonym do brudnozielonego. Plagioklasy są prostokątne — prawie kwadratowe, tworzą także skupienia. Stanowią one ponad jedną trzecią całkowitej objętości skały. Miejscami występują pojedyncze i nieliczne ziarna różowego (szarego wg Zandstry, 1999) skalenia potasowego. Liczne fenokryształy ciemnych minerałów — głównie biotyty chlorytów i hornblendy stanowią w sumie około 6 do 12% objętości skały. Biotyt tworzy okrągłe do sześciokątne ziarna o średnicy 1 do 3 mm, hornblenda zaś igiełki o długości 1 do 4 mm. Często spotyka się duże (10–20 mm) zielonoczarne agregaty hornblendy, epidotu i chlorytu. Porfir Venjan sprawia na pierwszy rzut oka wrażenie drobnoziarnistego granitu. Od porfiru Tadsjöborg odróżnia go ubóstwo odmian fenokryształów skaleni. Szary porfir Dalar-na jest ciemniejszy. Podobnie porfir Lönneberga o szaroczarnej masie podstawowej. Brak mu także agregatów ciemnych minerałów, występujących zarówno w porfirze Venjan, jak i w szarym porfirze dalarneńskim.

18. **Granit Järna** (ryc. 4b); obszar macierzysty: Dalar-na, Szwecja; λ 14°40' E, ϕ 60°50' N.

Granit średnioziarnisty z bardzo dużą ilością krótkich i ciemnych smug. Barwa skały jest zmienna: czerwonoszara, różowoszara, szara, lub żółtoszara. Granit ten wyróżnia się wysoką zawartością plagioklazów i niewielką ilością kwarcu. W białej odmianie skalenie potasowe występują w postaci prostokątnych ziaren o wymiarach przekraczających 1 cm. Znacznie liczniejsze, głównie białe plagioklasy cechują się tym samym kształtem, ale znacznie mniejszymi rozmiarami (2–3 mm). Minerale ciemne, zwłaszcza hornblenda występują w dużych ilościach. W czerwonozielonej odmianie granitu Järna występują duże 1–3 cm kryształy czerwonego skalenia potasowego bez plagioklazowej obwódki. Plagioklasy sodowe tworzą białe lub żółtawe, często prostokątne kryształy o rozmiarach 2–4 mm, wapniowe zaś mają zielone zabarwienie i nieregularne kształty. Kwarc jest niebieski. Często występują duże kryształy hornblendy, którym towarzyszą ziarna tytanitu oraz ciemnozielone do czarnych agregaty biotyty i chlorytu.

19. **Granit Siljan** (ryc. 4c); obszar macierzysty: Dalar-na, Szwecja; λ 14°50' E, ϕ 60°30' N.

Granit gruboziarnisty o barwie żółtoczerwonej. Według Korna (1927) barwa granitu Siljan jest zmienna od jasnoczerwonej do brunatnej. Głównymi składnikami granitu Siljan są plagioklasy oraz skalenie alkaliczne występujące w formie karlsbadzkich bliźniaków. Czerwony ortoklaz dochodzi do 1 cm wielkości, natomiast plagioklasy są nieco mniejsze i zabarwione na czerwono lub żółtobiało, a niektóre nawet na zielonobiało. Te ostatnie mają zwykle jaśniejsze obrzeża. Miejscami występują prostokątne ortoklasy z żółtą lub białą obwódką plagioklazową. Kwarc występuje w małych (2 do 5 mm), szklistych, szarobiałych (niekiedy fioletowawych), prawie idiomorficznych ziarnach. Wiele z nich stanowi wrostki w skaleniach. Ponadto występują zielonoczarne, sześcioboczne blaszki biotyty, a czasami w większych skupieniach spotyka się hornblendę. Udział biotyty i hornblendy jest raczej skromny, a ponadto charakterystyczne są rozrzucone tu i ówdzie skupienia epidotu i chlorytu. W niektórych odmianach granitu Siljan spotyka się mikroklin i muskowit. Apli-towe odmiany granitu Siljan są podobne makroskopowo do niektórych granofirowych granitów z Ragunda, jednakże różnią się od nich większą zawartością plagioklazów.

20. **Granit Graversfors** (ryc. 4d); Obszar macierzysty: pogranicze Upplandu i Smålandu, wschodnia Szwecja; λ 16°12' E, ϕ 58°42' N.

Występuje w wielu odmianach:

— czerwony granit Graversfors; granit o teksturze plamistej. Jest to bladoczerwony lub ciemnoczerwony granit biotytowy. Barwę nadają mu skalenie alkaliczne dochodzące do 14 mm wielkości. Kwarc jest jasnoniebieski i tworzy duże nagromadzenia. Biotyt (zielonoczarne blaszki) w bladoczerwonej odmianie granitu jest reprezentowany mniej licznie aniżeli w granicie ciemnoczerwonym. Wszystkie wymienione minerały (skalenie, kwarc, biotyt) występują w skupieniach i nadają skale plamisty wygląd.

— czerwony porfirowaty granit Graversfors; różni się od poprzedniego tylko większym udziałem biotyty i strukturą zaznaczoną przez duże kryształy czerwonych skaleni alkalicznych.

— brunatnoszary granit Graversfors; Jest to wybitnie charakterystyczny granit biotyto-hornblendowy. Głównym jego składnikiem jest skałen alkaliczny o barwie czarnobrunatnej lub szarobrunatnej. Na ogół są to pojedyncze karlsbadzkie bliźniaki wielkości 3–6 cm. Grube blaszki biotyty występują w skupieniach. Kwarc widać dopiero po dokładnym przypatrzeniu się skale; występuje on w gruzelkowatych nagromadzeniach o zabarwieniu ciemnofioletowoniebieskim. Widoczna jest znaczna przewaga skaleni potasowych nad plagioklazami. Biotyt i hornblenda tworzą w skupienia i gniazda. Granit ten charakteryzuje się częściowo gruzelkowatą budową skaleni w wyniku kataklastycznych zmian skały.

21. **Granit Uthammar** (ryc. 4e); obszar macierzysty: Småland, południowo-wschodnia Szwecja; λ 16°30' E, ϕ 57°30' N.

Gruboziarnisty, silnie nierównoziarnisty granit Uthammar ma bardzo charakterystyczne czerwobrazowe zabarwienie i składa się prawie wyłącznie z czerwobrazowego skalenia potasowego, tworzącego skupienia oraz jasnoszarego lub rzadziej niebieskiego kwarcu o mlecznym połysku i średnicy 3–6 mm. Kwarc może być mniej lub bardziej zaokrąglony, bądź może tworzyć nieregularne ziarna i ich skupienia oraz wypełniać luki pomiędzy skaleni. Ziarna skaleni potasowych są często duże i prostokątne: 1 na 2 cm. Wiele spośród nich to bliźniaki karlsbadzkie,

mogące osiągać wymiary nawet do 5 cm. Wietrzenie prowadzi do zmatowienia skaleni potasowych oraz przyjęcia żółtoczerwonego do szaroczerwonego zabarwienia. Plagioklasy występują w znikomych ilościach lub brak ich zupełnie. Jedynym ciemnym minerałem jest biotyt, który podczas wietrzenia przechodzi w zielonkawe lub zielonkawobrunatne chloryty. Zbliżony granit Grimstad z Norwegii nie zawiera prostokątnych skaleni i do tej pory w Polsce nie został jeszcze znaleziony. Charakterystyczny żółtoczerwony do brunatnoczerwonego odcień odróżnia go od fioletowawo czerwonych granitoidów alandzkich.

22. **Granit Flivik**; obszar macierzysty: Småland, południowo-wschodnia Szwecja; λ 16° 20' E, ϕ 57° 20' N.

Są to granity o teksturze lekko smużystej i barwie czerwonoszarej. Porfirowaty wygląd i przyjemną dla oka barwę nadają tej skale fioletowoszare kryształy skaleni o wielkości od 5 do 15 mm oraz mniejsze jasnoczerwone skalenie, czarny biotyt i biały do niebieskobięłego kwarc, występujący w cukrowo ziarnistych nagromadzeniach, stanowiący prawie 1/3 ogólnej masy skały. W przypadku obecności dużych skaleni, granit Flivik może stać się makroskopowo podobny do granitu Filipstad. Jednakże ten ostatni charakteryzuje się wyraźną budową oczkową, której w granicie Flivik można się jedynie dopatrywać. Pod mikroskopem natomiast w granicie Filipstad stwierdza się obecność hornblendy, której w granicie Flivik brak. Wśród minerałów akcesorycznych występuje biotyt.

23. **Porfir Pâskallavik** (ryc. 4f); obszar macierzysty: Småland, południowo-wschodnia Szwecja; λ 16° 24' E, ϕ 57° 18' N.

Porfir ten należy do tzw. „kwaśnych” porfirów Småland. W bardzo drobnoziarnistym cieście skalnym, koloru szarego, brązowofioletowego, szaroczarnego, powszechne są fenokryształy kwarcu. Jego okrągławe kryształy mają 1–4 mm średnicy, są często zabarwione na niebiesko, choć mogą też być szare. Największymi i najczęściej występującymi fenokryształami są skalenie potasowe, osiągające 0,5–3 cm długości, wydłużone, krótkie, z zaokrąglonymi narożnikami, w kolorze jasnożółtobrazowym lub różowym. Dość często wykazują one budowę pasową, która w skale zaznacza się jaśniejszym obrzeżeniem niż wnętrzem kryształów. W skale pojawiają się skupiska ciemnych minerałów (m.in. biotyty).

24. **Czerwony granit Våxjö** (ryc. 4g); obszar macierzysty: Småland, południowo-wschodnia Szwecja; λ 15° 18' E, ϕ 56° 48' N.

Czerwony, dochodzący do gruboziarnistego granit z licznymi szaroczerwonymi, ceglastymi, brązowoczerwonymi skaleniami o długości 1–10 mm, które tworzą podstawową masę skały. Towarzyszą im wyraźne białe lub jasnożółte, 1–3 mm, plagioklasy oraz charakterystyczne dla Småland niebieskie, pojedyncze kryształy kwarcu o średnicy nie przekraczającej kilku mm. W niewielkiej ilości są obecne ciemne minerały (biotyt, hornblenda), występujące w małych kulistych skupieniach.

25. **Granit Vånevik** (ryc. 4h); obszar macierzysty: Småland, południowo-wschodnia Szwecja; λ 16° 06' E, ϕ 57° 00' N.

Granit biotytowy średnio- do gruboziarnistego o strukturze porfirowatej, bardzo charakterystycznym czerwonym lub czerwonobrazowym zabarwieniu i składający się prawie wyłącznie z czerwobrazowego (ceglasto czerwonego) skaleni potasowego o wielkości ok. 1 cm oraz niebieskiego kwarcu. Kwarc tworzy skupienia o rozmiarach 1–3 cm i ma charakterystyczne błękitne do fioletowoniebieskiego zabarwienie oraz mleczny połysk. Biotyt tworzy mniejsze skupienia (do 10 mm) oraz nieliczne pojedyncze blaszki. Skupieniom biotyty towarzyszą proporcjonalnie ilości szaroczarnych minerałów rudnych. Miejscami występują brunatnozielone plamki

chlorytów oraz milimetrowe i większe automorficzne kryształy tytanitu o romboidalnym kształcie i brunatnym lub złotawym zabarwieniu. Sumaryczny udział minerałów ciemnych jest jednak niewielki. Plagioklasy nieliczne (zielonkawe) lub makroskopowo zupełnie niewidoczne. Miejscami gniazda biotyty i epidotu. Skalenie potasowe w postaci tabliczkowych lub nieregularnych ziaren. Wyraźne ślady mechanicznych deformacji, przejawiające się spękaniem kryształów i powyginaniem ziaren oraz istnieniem nieostrych granic pomiędzy skaleniami i kwarcem. Podobny czerwony granit Graversfors nie zawiera tytanitu ani skupisk chlorytów.

26. **Piaskowiec Tessini** (ryc. 5a); obszar macierzysty: wybrzeże południowo-wschodniej Szwecji, zach. wybrzeże Olandii, Cieśnina Kalmarska; λ 16° 18' E, ϕ 56° 24' N.

Dolnokambryjski piaskowiec kwarcytowy, drobnoziarnisty (także mułowiec lub łupek mułowy), na świeżym przełamie jasnoszary i zazwyczaj słabo węglanowy, na powierzchni zwietrzałej żółtawobrazowy. Narzutniaki mają zwykle kształt spłaszczonego prostopadłościanu o grubości od kilku do kilkunastu centymetrów i zaokrąglonych krawędziach i narożach. Na powierzchni często są widoczne niewielkie zaokrąglone schodki, stanowiące pozostałość po pierwotnych powierzchniach oddzielności, wzdłuż których odpadały fragmenty skały. Miejscami zdarzają się szczątki trylobitów *Paradoxides paradoxissimus*. W stropowych partiach blozków piaskowca widoczne są ripplemarki, w spągu — hieroglify różnego pochodzenia (m.in. *Cruziana*), zaznaczające się jako pozytywne struktury o niewielkich wymiarach i prostolinijnym przebiegu.

27. **Piaskowiec Kalmarsund (Chiasma)** (ryc. 5b); obszar macierzysty: Cieśnina Kalmarska pomiędzy Olandią a wybrzeżem Szwecji; λ 16° 24' E, ϕ 56° 12' N.

Drobnoziarnisty piaskowiec kwarcytowy z neoproterozoiku ma wyraźne czerwone lub fioletowobrazowe wstęgi, będące pseudowarstwowaniem. W rzeczywistości, wstęgi najczęściej przecinają właściwe warstwowanie. Odmianą piaskowca Kalmarsund może być młodszy piaskowiec skolitusowy z charakterystycznymi rurkami, wykształconymi prostopadło do warstwowania. Rurki mogą być również zabarwione.

28. **Granit Filipstad** (ryc. 5c); obszar macierzysty: Värmland, środkowa Szwecja; λ 14° 24' E, ϕ 59° 36' N.

Granit biotytowo-hornblendowy o strukturze porfirowatej z dużymi (od 1 do 6 cm) szarofioletowymi lub brunatnymi skaleniami potasowymi. Czerwone skalenie potasowe też są prawie zawsze obecne — przynajmniej wśród drobniejszych ziaren. Duże skalenie potasowe są prawie kuliste. W tej samej skale występują często skalenie o różnym zabarwieniu. W otoczeniu skaleni potasowych rozproszone białe plagioklasy o rozmiarach 1–5 mm. Niektóre skalenie potasowe (zdarza się, że wszystkie) mają białe (lub żółtobiałe) plagioklazowe otoczki. Kwarc jest niebieski lub szary. Ciemne minerały tworzą czarną lub ciemnoszarą, drobnoziarnistą masę podstawową lub nieregularne plamki, w obrębie których występują wspomniane plagioklasy. W skład masy podstawowej wchodzi hornblenda, biotyt i niewielkie ilości kwarcu, skaleni potasowych oraz plagioklazów. Plagioklasy zarówno w owoidach, jak i w masie podstawowej są żółte do szarobiałych, nie rzucające się w oczy; niekiedy jednak zdarzają się intensywnie pomarańczowe. Hornblenda i biotyt stanowią ponad połowę masy podstawowej. Zbliżony granit Kristinehamn ma tylko nieliczne skalenie o średnicy ponad 2 cm, granit Kinda zaś zawiera jedynie brunatne skalenie, ich obwódki zaś — o ile występują — są pomarańczowe.

29. **Diabaz Kinne** (ryc. 5e); obszar macierzysty: Västergötland, Szwecja; λ 13° 30' E, ϕ 58° 30' N.



Ryc. 5. Skały przewodnie z południowej Szwecji i Bornholmu: a — piaskowiec Tessini (PC), b — piaskowiec Kalmar (MG), c — granit Filipstad (PC/ZM), d — granit Karlshamn (PC), e — diabaz Kinne (PC), f — bazalt ze Skanii (PC), g — granit Bohuslän (MB), h — granit Hammer (PC)
Fig. 5. Indicator erratics from Southern Sweden and Bornholm (Denmark): a — Tessini sandstone (PC), b — Kalmar sandstone (MG), c — Filipstad granite (PC/ZM), d — Karlshamn granite (PC), e — Kinne diabase (PC), f — Skane basalt (PC), g — Bohuslän granite (MB), h — Hammer granite (PC)

Czarnoszary do zielonoszarego diabaz oliwinowy o strukturze drobnodziarnistej do prawie średniodziarnistej. Diabaz Kinne jest zbudowany z szaroczarnych kryształów augitu o okrągłym zarysie i rozmiarach od 2 do 8 mm. Są one poprzerastane licznymi listewkami plagioklazów o długości ok. 1 mm. Pomiedzy ziarnami augitu występują kryształy oliwinu, które mogą być przeobrażone w minerały z grupy serpentynu lub rdzawe tlenki i wodorotlenki żelaza (efekt wietrzenia). Szybsze wietrzenie oliwinu niż pozostałych minerałów prowadzi do wytworzenia bardzo nierównej powierzchni bloków tej skały. Augit tworzą uwypuklenia o ciemnym kolorze, ale jasne listewki nadwietrzalnych plagioklazów zdecydowanie je rozjaśniają. W położonych pomiędzy nimi zagłębieniach są obecne pozostałości po zwietrzałych ziarnach oliwinu, nadające im tonację zielonkawą do rdzawobrunatnej. Na zwietrzałych powierzchniach są widoczne jasnoszare plamki o rozmiarach od 5 do 10 mm. Zwykle wyraźnie zaznacza się struktura ofitowa. Skała rozpada się na ostrokrawędziste, niekiedy „łupinowate” (miscożkowate) odłamki. Bardzo podobnie wykształcony diabaz Säma ma znacznie większe ziarna augitu.

30. **Granit Karlshamn** (ryc. 5d); obszar macierzysty: Blekinge, południowa Szwecja; λ 15° 00' E, ϕ 56° 12' N.

Granit o teksturze oczkowej lub fanerokryształiczno-porfirowanej z licznymi jasnoczerwonymi lub żółtoszarymi skaleniemi potasowymi. Mogą one osiągnąć nawet do 5 cm długości i często występują w sposób uporządkowany (ich dłuższe osie leżą równolegle do siebie). Towarzyszą im białe lub białoniebieskawe, wielokrotnie zbliżnione mikrokliny o rozmiarach do 1 cm. Podobne rozmiary osiągają kryształy szarego lub brązowoszarego kwarcu. Biotyt jest wykształcony w postaci wąskich, kilkucentymetrowych pasek zbudowanych z wielu drobnych kryształów.

31. **Bazalt ze Skanii** (ryc. 5f); obszar macierzysty: Skania, południowa Szwecja; λ 13° 30' E, ϕ 55° 54' N.

Bazalt o czarnej lub ciemnoszarej barwie świeżego przełamania z obecnymi kryształami oliwinu milimetrowej wielkości. Lokalnie występują enklawy perydotytu (zbudowane z oliwinów i piroksenów). Powierzchnia zwietrzała w odcieniu rdzawobrunatnym ma charakterystyczne zagłębienia po zwietrzałym i wykruszonym oliwinie oraz enklawach perydotytowych. Kwarc jest nieobecny, skalenie występuje jedynie w afanitowym cieście skalnym; wśród fenokryształów dominują augit (33%) i oliwin (15%). Makroskopowo bazalty ze Skanii są nieodróżnialne od analogicznych skał dolnośląskiej formacji bazaltowej.

32. **Granit Bohuslän** (ryc. 5g); obszar macierzysty: południowo-zachodnia Szwecja; λ 11° 30' E, ϕ 59° 00' N.

Granit biotytowy średnio- lub drobnodziarnisty jasnoszary, ale często z brązowym lub czerwobrązowym odcieniem, masywny. W zasadzie jest równodziarnisty (tylko nieliczne ziarna przekraczają 3 mm), ale w większych odstępach zdarzają się wydłużone kryształy skalenia potasowego o wymiarach nawet do 1 cm. Skalenie potasowe są jasne, żółtawe, brązowe, a niekiedy czerwone lub różowe. Plagioklasy jasne o wymiarach 1–2 mm. Kwarc ma zabarwienie brązowe lub szarobrązowe („dymne”). W przypadku występowania szarego kwarcu skała jest nierozpoznawalna. Granice pomiędzy ziarnami kwarcu i skaleni są ostre. Kwarc tworzy zwykle nieregularne agregaty, ale występuje także w postaci pojedynczych okrągłych ziaren oraz masy wypełniającej. Biotyt w umiarkowanych ilościach w postaci blaszek

o rozmiarach 1 do maksymalnie 4 mm. Tekstura skały jest bezładna, co odróżnia ten typ granitu od granitu Spinkamåla. Pomocny tu bywa także dymny odcień kwarcu w granicie Bohuslän. Od granitu sztokholmskiego różni się cieplejszym odcieniem i mniej równodziarnistą strukturą.

33. **Granit Hammer** (ryc. 5h); obszar macierzysty: Bornholm; λ 15° 00' E, ϕ 55° 12' N.

Jasnoszaroczerwony średniodziarnisty do grubodziarnisty granit biotytowy. W granitach Hammer zarówno skalenie potasowe, jak i plagioklasy mają szarawe zabarwienie, lecz różnią się wymiarami. Skalenie potasowe osiągają nawet 1 do 2 cm, plagioklasy zaś są zdecydowanie mniejsze. Skalenie jako jedyne mają niewyraźne granice ziaren. Kwarc jest jasnoszary, ale na powierzchni często zabarwiony na czerwony kolor. Za najważniejszą cechę rozpoznawczą jest uznawana obecność koralowych plamek na powierzchniach ziaren. Plamki mają zwykle milimetrowe rozmiary, ale tam gdzie występują w większym nagromadzeniu, skała ma różowy odcień. Minerale ciemne występują w niewielkich ilościach (poniżej 10%) i tworzą duże nieregularne skupienia z jasnymi obrzeżami.

Literatura

- CZUBLA P. 2001 — Eratyki fennoskandzkie w utworach czwartorzędowych Polski środkowej i ich znaczenie stratygraficzne. *Acta Geograph. Lodz.*, 80: 1–174.
- GAŁĄŻKA D. 2004 — Zastosowanie makroskopowych badań eratyków do określenia stratygrafii glin lodowcowych środkowej i północnej Polski. *Arch. Wydz. Geol. UW.*
- GÓRSKA M. 1998 — Zalety i wady analiz petrograficznych osadów lodowcowych, [W:] K. Pękala (ed.), Główne kierunki badań geomorfologicznych w Polsce — stan aktualny i perspektywy. Referaty i komunikaty. IV Zjazd Geomorfologów Polskich, Lublin 3–6 czerwca 1998: 275–289.
- GÓRSKA M. 2000 — Wybrane właściwości petrograficzne vistuliankich moren dennych środkowej i zachodniej Wielkopolski oraz ich znaczenia dla oceny dynamiki ostatniego lądolodu. *Pr. Kom. Geograf.-Geol., Wyd. Poznańskiego Tow. Przyj. Nauk*, 28: 1–145.
- GUDELIS V. (ed.) 1971 — Crystalline indicator boulders in the East Baltic area. *Izd. Mintis, Vilnius.*
- HESEMANN J. 1975 — Kristalline Geschiebe der nordischen Vereinigen. *Geol. Landesamt, Nordrhein-Westfalen, Krefeld.*
- KORN J. 1927 — Die wichtigsten Leitgeschiebe der nordischen kristallinen Gesteine im norddeutschen Flachlande. *Berlin.*
- LÜTTIG G. 1958 — Methodische Fragen der Geschiebeforschung. *Geol. Jahrb.*, 75: 361–418.
- MEYER K.-D. 1983 — Indicator pebble and stone count methods. [W:] Ehlers (ed.), *Glacial deposits in North-West Europe*. Balkema, Rotterdam: 275–287.
- NUNBERG J. 1971 — Próba zastosowania metod statystycznych do badania zespołu głazów fennoskandzskich występujących w utworach glacialnych północno-wschodniej Polski. *Studia Geol. Pol.*, 37: 1–107.
- SCHULZ W. 2003 — Geologischer Führer für den norddeutschen Geschiebesammler. CW Verlagsgruppe, Schwerin.
- SMED P. 1989 — Sten i det danske landskab. *Geografiforlaget, Brenderup.*
- SMED P. 1993 — Indicator studies: a critical review and a new data — presentation method. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 40: 332–344.
- SMED P. 1994, 2002 — Steine aus dem Norden. *Geschiebe als Zeugen der Eiszeit in Norddeutschland*. Gebrüder Borntraeger. Berlin, Stuttgart.
- ZANDSTRA J.G. 1988 — Noordelijke kristallijne gidsgesteenten. E. J. Brill, Leiden.
- ZANDSTRA J.G. 1999 — Platenatlas van noordelijke kristallijne gidsgesteenten. Backhuys Publishers, Leiden.

Praca wpłynęła do redakcji 5.05.2005 r.
Akceptacja do druku 5.09.2005 r.