

Wstępne wyniki badań petrograficznych archaicznych gnejsów Uivak (Prowincja Nain, Labrador)

Anna Sałacińska¹, Monika A. Kusiak¹



A. Sałacińska



M.A. Kusiak

Preliminary petrographic studies of the Archaean Uivak gneisses, Nain Province, Labrador. Prz. Geol., 65: 383–391.

Abstract. The Saglek Block of the Nain Complex in Northern Labrador forms the westernmost part of the North Atlantic Craton. It is one of the few regions on Earth where early Archaean crust is preserved. It consists of regionally metamorphosed gneisses to either granulite-facies from 2.74 to 2.71 Ga or amphibolite-facies at ca. 2.70 Ga. The Saglek Block is dominated by two suites of metaigneous gneisses: the Uivak I TTG suite (>3.6 Ga) and the Uivak II augen gneisses (ca. 3.4 Ga). Four samples of felsic Uivak I orthogneiss were selected to petrographical and mineralogical studies: Johannes Point Cove (L1419), Tigigakyuk Inlet (L1434; L1440) and Big Island (L1443). Sample composition (granodiorite-tonalite) and mineralogy (mostly plagioclase and quartz, with minor K-feldspar and biotite, and accessory zircon and apatite)

for three of the four samples are consistent with published data of the Uivak I gneiss. Sample L1434 contains ferroan diopside and hornblende, which are absent in the other samples. Based on detailed mineralogical analyses, authors concluded that more mafic sample, can not belong to the suite of the Uivak I gneisses. Most probably it represents the younger Uivak II. Further, geochronological study is going to be conducted to characterise both, Uivak I and Uivak II gneisses isotopically.

Keywords: early Earth, gneisses, Archean, Saglek Block, Labrador

Wśród archaicznych terranów na Ziemi można wyróżnić trzy główne zespoły skalne: silnie zmetamorfizowane terrany gnejsowe (Grenlandia, Labrador, Szkocja, Chiny, Rosja, północna i centralna Afryka), nisko zmetamorfizowane terrany granitoidowo-zieleńcowe (Ameryka Północna, Australia, Europa północna, Południowa Afryka, Indie, Ameryka Południowa) oraz baseny sedimentacyjne w obrębie kratonów objęte jedynie niskim stopniem metamorfizmu (Kaapval, RPA; Sargur, południowe Indie) (Condie, 1981).

Blok Saglek, który stanowi obszar badań, znajduje się w północnej części prowincji Nain (północny Labrador, Kanada) i jest terranem zbudowanym z wczesnoarchaicznych gnejsów, powstałych w wyniku działania procesów wysokiego stopnia metamorfizmu. Obejmuje obszar Parku Narodowego Gór Torngat oraz tereny należące do inuitów Nunatsiavut i jest jednym z najmniej poznanych terytoriów polarnych północnej półkuli Ziemi. Nieliczne badania terenowe oraz prace laboratoryjne, prowadzone w II połowie XX w., zaowocowały pojedynczymi publikacjami, na których jest opierany obecny stan wiedzy na temat badanego terenu. Złożone procesy metamorficzne oraz tektoniczne, które oddziałują na archaiczne skały bloku Saglek, zatarły pierwotny magmowy charakter protolitu jednych z najstarszych gnejsów na Ziemi i jednocześnie spowodowały trudności w interpretacji terenowej oraz geochronologicznej badanego obszaru. Wczesna historia bloku Saglek, zbudowanego głównie z gnejsów Uivak, jest wciąż nierozpoznana i wymaga dalszych prac terenowych, petrologicznych, geochemicznych oraz geochronologicznych.

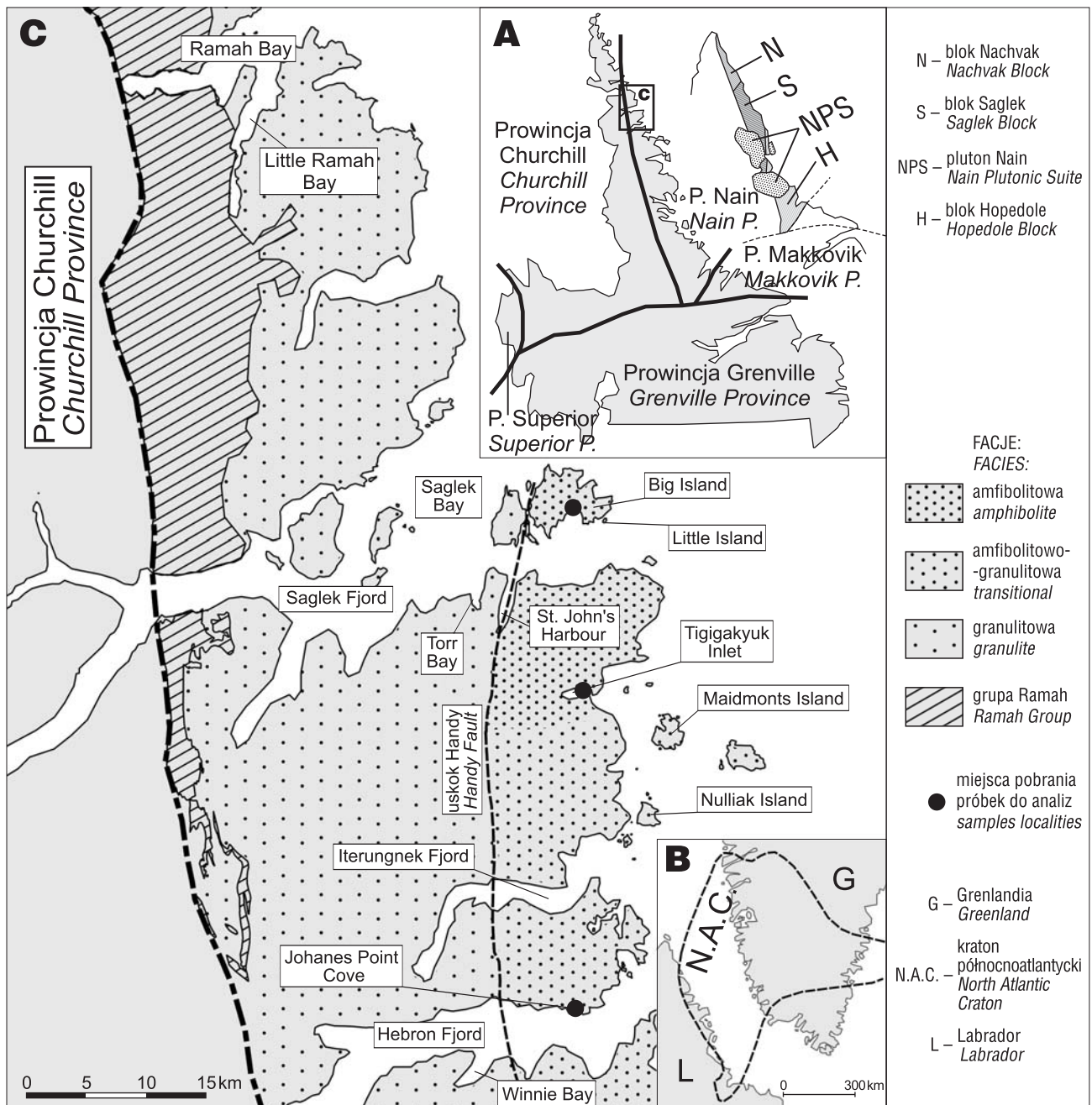
Prezentowana praca ma na celu przedstawienie szczegółowej charakterystyki petrologicznej i mineralogicznej gnejsów Uivak oraz weryfikację ich przynależności do różnych fragmentów najstarszej skorupy kontynentalnej.

BUDOWA GEOLOGICZNA BLOKU SAGLEK

Blok Saglek leży w północnej części Prowincji Nain, która rozciąga się wzdłuż północnego i wschodniego wybrzeża Półwyspu Labrador (Kanada, ryc. 1A). Stanowi on najbardziej zachodnią część Kratonu Północnoatlantyckiego i jest korelowany z obszarem położonym na zachodnim wybrzeżu Grenlandii (ryc. 1B). Tworzą go archaiczne skały o wieku protolitu ok. 3,9–2,5 mld lat, wśród których dominuje kompleks gnejsów skaleniowo-kwarcowych. Kompleks ten był intensywnie zdeformowany podczas głównego etapu metamorfizmu w facji amfibolitowej do granulitowej w okresie ok. 2,8–2,7 mld lat. Główną jego jednostkę stanowią gnejsy Uivak, które są dzielone na dwie formacje: 1) starsze gnejsy Uivak I – o protolicie szacowanym na ponad 3,6 mld lat i składzie odpowiadającym formacji TTG (trondhjemit-tonalit-granodioryt), oraz 2) młodsze gnejsy oczkowe Uivak II – o nieznanym wieku protolitu (Collerson & Bridgwater, 1979; Bridgwater & Schiotte, 1991). W gnejsach Uivak I występują enklawy o dobrze zachowanych cechach protolitu magmowego. Wśród enklaw są wydzielane gnejsy Iqaluk o protolicie tonalitowym (Komiya i in., 2015; Shimojo i in., 2016) oraz gnejsy Nanok o protolicie monzodiorytów bogatych w Fe (Collerson i in., 1992).

Archaiczne skały bloku Saglek uległy późnoarchaicznym wydarzeniom termicznym. W ich wyniku pierwotne skały magmowe zostały zmigmatyzowane oraz poddane metamorfizmowi regionalnemu w warunkach facji amfibolitowej do granulitowej w okresie ok. 2,8–2,7 mld lat. Metamorfizm w facji granulitowej dominował w zachodniej części obszaru Saglek-Hebron, a we wschodniej – zaobserwowano wzrost stopnia metamorfizmu ku południowi od facji amfibolitowej do granulitowej (Bridgwater i in., 1990). Podział ten jest interpretowany jako wynik

¹ Instytut Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa; anna.salacinska@twarda.pan.pl.



Ryc. 1. Obszar bloku Saglek pomiędzy Zatoką Ramah a Fiordem Hebron. **A** – prowincje geologiczne wschodniej części Półwyspu Labrador (za Bridgwater i in., 1973) z wyszczególnieniem jednostek geologicznych północno-wschodniego wybrzeża (za Bridgwater & Schiotte, 1991); **B** – granica Kratonu Północnoatlantyckiego (zmodyfikowane za Bridgwater i in., 1973; Schiotte i in., 1989); **C** – rozmieszczenie wpływu metamorfizmu facji granulitowej i amfibolitowej oraz przebieg głównego uskoku Handy (zmodyfikowane za Morgan, 1975; Schiotte i in., 1989)

Fig. 1. Geological map of Saglek block between Ramah Bay and Hebron Fiord. **A** – geological provinces of the eastern part of the Labrador peninsula (modified from Bridgwater et al., 1973) detailing the geological units of north-east coast of Labrador (Bridgwater & Schiotte, 1991); **B** – boundaries of the North Atlantic Craton (Bridgwater et al., 1973; Schiotte et al., 1989); **C** – simplified map of the part of Saglek block area showing the distribution of metamorphic facies in the region and the course of the main Handy Fault (modified from Morgan, 1975; Schiotte et al., 1989)

działalności głównego uskoku Handy (ryc. 1), rozciągającego się od NW części Wyspy Big przez Port St. John's i Fiord Hebron (Bridgwater i in., 1975) aż do obszaru Okak (Ermanovics i in., 1988, 1989). Uskok ten, podobnie jak pozostałe uskoki występujące w NE części Labradoru, jest związany z orogenezą Torngat, podczas której blok Saglek w wyniku kolizji stał się „przyładkiem” powstałego pasma orogenicznego (Ryan, 1990). W wyniku metamorfizmu

facji granulitowej, który objął archaiczne gnejsy Uivak, powstały także inne rodzaje gnejsów, określane jako gnejsy Kiyuktok (na zachód od uskoku Handy na obszarze Fiordu Saglek; ryc. 1C) oraz gnejsy Iterungnek (na wschód od uskoku Handy, na obszarze Fiordu Hebron; ryc. 1C; Ryan i in., 1984). Późnoarchaiczna historia tektono-magmowa bloku Saglek jest związana z szeregiem intruzji magmowych, m.in. Saglek, Ikarut oraz Iguksuak

(Baadsgaard, 1979; Collerson i in., 1982; Ryan, 1984) oraz intruzji dajek diabazowych w starsze kompleksy skalne. Proces ten zakończył się we wczesnym proterozoiku (Baadsgaard i in., 1979).

Charakterystyka petrologiczno-mineralogiczna gnejsów bloku Saglek

Wczesnoarchaiczne gnejsy Uivak I (>3,6 mld lat; Hurst i in., 1975; Krogh & Kamo, 2006) stanowią dominującą (powyżej 60% objętości) jednostkę kompleksu gnejsów kwarcowo-skaleniowych. Współwystępują również: enigmatyczne gnejsy Nanok/Iqaluk (>3,8 mld lat; Collerson, 1983; Komiya i in., 2015), gnejsy Uivak II (>3,4 mld lat), gnejsy Lister (~3,2 mld lat; Schiotte i in., 1989), gnejsy Iterungnek i Kiyuktok (~2,8 mld lat; Ryan i in., 1984).

Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna wyżej wymienionych, silnie heterogenicznych gnejsów nie jest dotychczas usystematyzowana, a w dostępnej literaturze można odnaleźć jedynie bardzo ogólne, pochodzące z lat 70. XX w., opisy petrograficzne gnejsów Uivak (Bridgwater i in., 1975; Hurst i in., 1975; Bridgwater & Collerson, 1976; Wanless i in., 1978, Collerson & Bridgwater, 1979). Jak już wspomniano, gnejsy Uivak są podzielone na dwie formacje: starsze, szare warstwowane granodiorytowe i tonalitowe gnejsy Uivak I (90–95% wszystkich gnejsów) oraz młodsze gnejsy Uivak II, których protolitem były bogate w Fe porfirytowe granodioryty i dioryty. W wielu miejscach kontakt pomiędzy skałami bogatymi w Fe (Uivak II) oraz szarymi gnejsami Uivak I jest zatarty przez silne deformacje. Tylko w niektórych odsłonięciach jest wyraźnie widoczna intruzja protolitu gnejsów Uivak II w Uivak I (Hurst i in., 1975; Bridgwater & Collerson, 1976).

Gnejsy Uivak I są drobno- lub średnioziarnistymi leukokratycznymi skałami o składzie tonalitu do granodiorytu, które charakteryzują się występowaniem gruboziarnistej warstwy zbudowanej głównie ze skaleni potasowych oraz kwarcu. Miąższość tej warstwy waha się w przedziale od kilku milimetrów do nawet kilkunastu centymetrów, a jej forma zaznacza się w postaci pegmatytowych żył lub soczewek. Gnejsy Uivak I są stosunkowo słabo zróżnicowane pod względem składu mineralnego. Dominującym składnikiem jest oligoklaz (55–60%), który zawiera $22 \pm 2\%$ cząstki anortytowej. Ponadto w znaczących ilościach występuje kwarc (15–30%), skałek potasowy (5–15%) oraz biotyt (5–15%). Wśród minerałów akcesorycznych wymienia się hornblendę, epidot, chloryt, tytanit, apatyt, cyrkon oraz allanit. Największa zawartość skaleni potasowych została odnotowana w gruboziarnistych odmianach gnejsów, natomiast w ich drobno- oraz średnioziarnistych częściach skałenie te występują tylko jako kryształy interstycjalne. Plagioklasy, jako dominujące składniki skały, są często objęte wtórnymi zmianami, np. obecnością drobnołuseczkowej odmiany miki – serycytu (Bridgwater i in., 1975; Hurst i in., 1975; Bridgwater & Collerson, 1976).

Bogate w Fe gnejsy Uivak II tworzą zróżnicowaną pod względem petrograficznym grupę skał: od gruboziarnistych, porfirytowych granodiorytów zawierających duże, oczkowe kryształy plagioklazów do drobnoziarnistych gnejsów zbudowanych z ferrodiorytów, hornblendytów i bogatych w skałenie potasowe kwarcowych monzonitów (Bridgwater i in., 1975; Hurst i in., 1975; Bridgwater & Collerson,

1976). Najpowszechniejsza odmiana gnejsów Uivak II – gnejsy oczkowe, podobnie jak gnejsy Uivak I, charakteryzuje się dominacją oligoklazu. Oligoklaz jest najczęściej wykształcony w postaci dużych kryształów otoczonych kwarcem. Oba te minerały często wykazują zarówno deformacyjne, jak i plastyczne odkształcenia. Skałenie potasowe występują na ogół jako ziarna interstycjalne, a dominującą rolę odgrywają jedynie w przypadku stref wzbogacenia w te minerały na pograniczu warstw Uivak I i Uivak II. Gnejsy Uivak II są bogatsze w minerały maficzne, wśród których dominuje bogaty w żelazo biotyt, co odzwierciedla jego ciemna barwa. Podrzędnie występuje oliwkowo-brązowa hornblenda, częściowo zastępowana przez żelazisty chloryt, zaś minerały akcesoryczne to tytanit, allanit, apatyt oraz cyrkon (Bridgwater i in., 1975; Hurst i in., 1975; Bridgwater & Collerson, 1976). Na brzegach gnejsów oczkowych możemy zaobserwować wzbogacenie w materiał kwarcowo-skaleniowy, który zawiera zdeformowane megakryształy skaleni. Obecność powyższej strefy daje efekt przypominający pseudowarstwowanie, co powoduje, że makroskopowe odróżnienie gnejsów Uivak II od gnejsów Uivak I staje się niemożliwe.

METODOLOGIA

Próbki do badań pochodzą z obszaru położonego pomiędzy Fiordem Hebron a Fiordem Saglek (ryc. 1), należącego do Bloku Saglek (północno-wschodnie wybrzeże Labradoru). Zostały one pobrane podczas wyprawy terenowej zorganizowanej w lipcu 2014 r. przez międzynarodowy zespół, w skład którego wchodziła jedna z autorek (Monika A. Kusiak) oraz Martin Whitehouse, Daniel Dunkley i Ross Kielman. Na podstawie opisów makroskopowych wytypowano 22 próbki skalne. Pochodziły one z miejsc występowania kwarcowo-skaleniowych gnejsów o różnym stopniu przekształcenia protolitu magmowego. Wykonano standardowe płytki cienkie, które poddano obserwacjom petrograficznym przy użyciu mikroskopu Olympus BX 51 na Wydziale Nauk o Ziemi UŚ w Sosnowcu. Spośród nich wybrano 4 próbki jednorodnych gnejsów Uivak (ryc. 2), do przeprowadzenia pilotażowych badań składu chemicznego minerałów skałotwórczych (plagioklasy, skałek potasowy, biotyt, amfibole oraz pirokseny) Mikrosondą Elektronową CAMECA SX-100 w Międzyinstytutowym Laboratorium Mikroanalizy Minerałów i Substancji Syntetycznych na Wydziale Geologii UW w Warszawie. Zastosowano następujące warunki analityczne: napięcie 15 kV oraz prąd wiązki 10 nA (dla skaleni oraz mik) i 20 nA (dla piroksenów oraz amfiboli) przy użyciu typowej średnicy wiązki (1 μm) dla amfiboli, piroksenów, skaleni potasowych oraz biotyty, a także rozszerzonej wiązki w przypadku plagioklazów. Do kalibracji zastosowano naturalne i syntetyczne materiały referencyjne: albit (Na), ortoklaz (Al, K), diopsyd (Si, Ca, Mg), Fe_2O_3 (Fe), baryt (Ba), rodonit (Mn), rutyl (Ti), Cr_2O_3 (Cr), NiO (Ni) i V_2O_5 (V). Na podstawie analiz składu chemicznego obliczono formułę minerałów na podstawie 8 tlenów (dla skaleni), 22 tlenów (dla biotyty), 23 tlenów (dla amfiboli) oraz 6 tlenów (dla piroksenów). Klasyfikację amfiboli i piroksenów przeprowadzono z wykorzystaniem programu AMPH 2012 oraz PYROX zgodnie z publikowanymi zaleceniami (Yavuz, 2001; Locock, 2014). W przypadku amfiboli



Ryc. 2. Próbkę ortognejsów analizowane w powyższej pracy: **A** – Johannes Point Cove, próbka L1419; **B** i **C** – Zatoka Tigigakyuk, kolejno próbki L1434 i L1440; **D** – Wyspa Big, próbka L1443

Fig. 2. Samples of felsic orthogneisses analysed in this study: **A** – Johannes Point Cove, sample L1419; **B** & **C** – Tigigakyuk Inlet, samples L1434 and L1440, respectively; **D** – Big Island, sample L1443

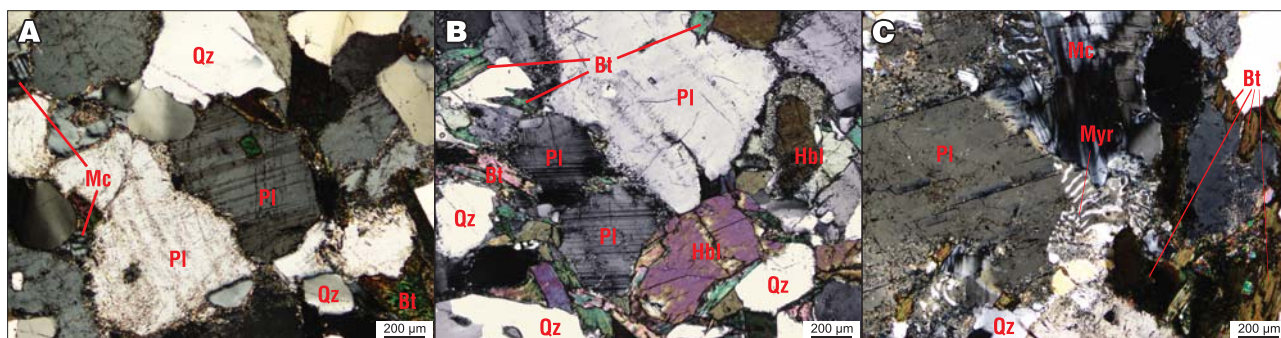
zastosowano procedurę szacowania zawartości Fe_2O_3 przy użyciu arkusza kalkulacyjnego IMA 2012 do obliczenia Fe^{3+} w formule minerałów, według zasad opisanych przez Lococka (2014), natomiast w przypadku piroksenów przy użyciu programu PYROX zgodnie z procedurą podaną przez Droopa (1987).

WYNIKI

Obserwacje makro i mikroskopowe

Próbki z szarych ortognejsów z różnych części obszaru bloku Saglek (ryc. 1) mają strukturę granoblastyczną, o zróżnicowanej wielkości ziaren od drobno- do gruboziarnistej. Minerale te są najczęściej wykształcone w postaci anhedralnych, rzadziej subhedralnych kryształów. Wykazują one teksturę bezładną, charakteryzującą się równomiernym rozmieszczeniem składników, oraz zorientowaną, w której występują wyraźne laminy wzbogacone w kwarc i skalenie. Większość zbadanych próbek wykazuje foliację spowodowaną ułożeniem wydłużonych blaszek biotyту. Skały te składają się głównie z anhedralnych kryształów plagioklazów (oligoklaz), kwarcu, skalenia potasowego (mikroklin, ortoklaz) i biotyту, rzadziej występują amfibole oraz pirokseny. Wśród minerałów akcesorycznych obecnych we wszystkich próbach występuje cyrkon oraz apatyt.

Ponadto można wyróżnić monacyt, allanit, tytanit, hematyt, magnetyt i piryт. Anhedralne kryształy oligoklaz często występują w postaci zbliźniaczeń polisintetycznych (ryc. 3A, B) i są w różnym stopniu objęte procesem serycytyzacji. Drobnouseczkowa odmiana jasnej miki znajduje się najczęściej na brzegach kryształów oligoklaz (ryc. 3A) lub jest nieregularnie rozproszona w jego wnętrzu (ryc. 3C). W niektórych przypadkach zaobserwowano proces saussurytyzacji, w wyniku którego powstała trudna do rozpoznania mikroskopowego mieszanina serycytu oraz epidotu. Ponadto zidentyfikowano przerosty plagioklaz z kwarcem zwane myrmekitem (ryc. 3C). Skaleń potasowy jest reprezentowany przez mikroklin, rzadziej ortoklaz. Mikroklin przeważnie wypełnia przestrzenie interstycjalne (ryc. 3A) i tylko w niektórych przypadkach występuje w znaczących ilościach. Biotyt przybiera euhedralną lub subhedralną wydłużoną formę, która często podkreśla kierunkową teksturę, lub ich nagromadzenie tworzy wyraźne laminy wzbogacone w minerale maficzne. Biotyt zawiera wrostki cyrkonów, często otoczone obwódką pleochroiczną oraz charakterystyczną siatkę sagenitową, która może świadczyć o pierwotnie wysokiej zawartości Ti. W niektórych przypadkach występuje monacyt, zazwyczaj otoczony „koroną allanitowo-epidotowo-apatytową”. Apatyty, podobnie jak cyrkon, występują powszechnie we wszystkich próbach, lecz najczęściej są kilkukrotnie większe.



Ryc. 3. Zdjęcia mikroskopowe ortognejsów (polaryzatory skrzyżowane): **A** – L1419 (Johanes Point Cove), **B** – L1434 (Zatoka Tigigakyuk), **C** – L1463 (Wyspa Little). Bt – biotyt, Hbl – hornblenda, Mc – mikroklin, Myr – myrmekit, Pl – plagioklaz; Qz – kwarc

Fig. 3. Photomicrographs of orthogneisses (Crossed Polars): **A** – sample L1419 (Johanes Point Cove), **B** – sample L1434 (Tigigakyuk Inlet), **C** – sample L1463 (Little Island). Bt – biotite, Hbl – hornblende, Mc – microcline, Myr – myrmekite; Pl – plagioclase, Qz – quartz

Do szczegółowych badań składu chemicznego minerałów skałotwórczych wybrano cztery próbki, które pochodzą z obszarów: Johannes Point Cove (L1419), Zatoki Tigigakyuk (L1434, L1440) oraz Wyspy Big (L1443).

Skład mineralny ortognejsów bloku Saglek

Próbki skalne: L1419, L1434, L1440, L1443 (ryc. 2) zostały pobrane z drobnoziarnistych warstw homogenicznych ortognejsów z terenu objętego metamorfizmem facji amfibolitowej, zdefiniowanego jako obszar występowania gnejsów Uivak I (ryc. 1). Charakteryzują się one składem mineralnym typowym dla granodiorytu lub tonalitu (Pl + Qtz + Bt + Afs ± Amf ± Px). Plagioklaz (oligoklaz) oraz kwarc stanowią dominujące składniki skały, natomiast skałen potasowy (mikroklin/ortoklaz) oraz biotyt występują w podrzędnych ilościach. Zgodnie z nomenkla-

turą nazwa biotyt jest używana do określenia ciemnej miki (nie zawierającej litu) o składzie pośrednim lub bliskim serii annit-flogopit oraz syderofyllit-estonit (Rieder i in., 1998). Ponadto próbka L1434 zawiera hornblendę oraz diopsyd.

Próbka L1419 (rys. 2A), pochodząca z Johannes Point Cove, charakteryzuje się dominacją anhedralnych oraz subhedralnych ziaren plagioklazu (ok. 0,4–1,4 mm) i kwarcu (1,0–1,6 mm). W podrzędnych ilościach występuje skałen potasowy (0,5–0,7 mm) oraz biotyt (0,2–0,4 mm), a wśród minerałów akcesorycznych wyróżnia się cyrkon, apatyt oraz monacyt. Plagioklasy, reprezentowane przez polisyntetycznie zbliżnione oligoklasy, są jednorodne pod względem składu chemicznego i zawierają ok. 20% cząstki anortytowej ($Or_0Ab_{80}An_{20}$; tab. 1). Kwarc wykazuje wygaszanie faliste i występuje w postaci stosunkowo dużych

Tab. 1. Wybrane analizy skaleni

Table 1. Representative analyses of feldspar

%obj. wt%	L1419				L1434				L1440				L1443			
	Pl		Afs		Pl		Afs		Pl		Afs		Pl		Afs	
SiO ₂	62,84	62,76	64,14	64,58	61,96	62,68	64,73	65,31	62,17	61,80	64,45	64,24	62,03	62,82	64,00	64,37
Al ₂ O ₃	23,20	22,96	18,09	18,11	23,95	23,77	18,52	18,57	23,44	23,72	18,30	18,39	23,70	22,66	17,78	18,30
CaO	4,36	4,40	–	–	5,28	5,40	–	–	4,80	5,38	–	–	4,87	4,63	–	–
BaO	0,03	–	0,31	0,46	0,02	0,04	1,03	1,16	0,09	–	0,76	0,71	–	0,01	0,22	0,19
Na ₂ O	9,45	9,55	0,45	0,31	8,83	8,59	0,49	0,44	8,95	8,87	0,39	0,41	9,19	9,16	0,44	0,54
K ₂ O	0,08	0,04	16,29	16,52	0,07	0,11	15,81	15,42	0,05	0,05	16,30	16,22	0,09	0,18	16,50	16,11
Σ	99,96	99,71	99,28	99,98	100,11	100,59	100,58	100,90	99,50	99,82	100,20	99,97	99,88	99,46	98,94	99,51
Wzór obliczony na podstawie 8 tlenów (a.p.f.u.)																
Formula recalculated based on 8 oxygens (a.p.f.u.)																
Si	2,78	2,79	3,00	3,00	2,74	2,76	2,99	3,00	2,77	2,75	2,99	2,99	2,75	2,80	3,00	2,99
Al	1,21	1,20	1,00	0,99	1,25	1,23	1,01	1,00	1,23	1,24	1,00	1,01	1,24	1,19	0,98	1,00
Ca	0,21	0,21	–	–	0,25	0,26	–	–	0,23	0,26	–	–	0,23	0,22	–	–
Ba	0,00	–	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	–	0,01	0,00	–	0,00	0,00	0,00
Na	0,81	0,82	0,04	0,03	0,76	0,73	0,04	0,04	0,77	0,76	0,04	0,04	0,79	0,79	0,04	0,05
K	0,00	0,00	0,97	0,98	0,00	0,01	0,93	0,90	0,00	0,00	0,97	0,96	0,01	0,01	0,99	0,96
Σ	5,01	5,02	5,02	5,01	5,00	4,99	4,97	4,96	5,00	5,01	5,01	5,00	5,02	5,01	5,01	5,00
Ab	79,37	79,57	4,05	2,78	74,9	73,77	4,51	4,14	76,92	74,68	3,5	3,71	77,02	77,38	3,89	4,88
An	20,23	20,23	0,00	0,00	24,7	25,63	0,00	0,00	22,79	25,02	0,00	0,00	22,49	21,65	0,00	0,00
Or	0,39	0,19	95,95	97,22	0,4	0,6	95,49	95,86	0,30	0,29	96,50	96,29	0,49	0,98	96,11	95,12

TiO₂, MnO, FeO oraz MgO poniżej limitu detekcji / TiO₂, MnO, FeO and MgO – below detection limit

Pl – plagioklaz, Afs – skałen alkaliczny / Pl – plagioclase, Afs – alkali feldspar

a.p.f.u. – ilość atomów w przeliczeniu na jednostkę elementarną w mineralu / atoms per formula unit

„–” nie wykryto / not detected

Tab. 2. Wybrane analizy piroksenów z próbki L1434
Table 2. Representative analyses of pyroxenes from L1434

%obj. wt%	Diopsyd żelazisty <i>Ferroan diopside</i>	
SiO ₂	51,92	52,30
TiO ₂	0,08	0,08
Al ₂ O ₃	1,19	1,19
MnO	0,77	0,78
FeO	11,04	10,56
MgO	12,26	12,21
CaO	21,60	21,38
Na ₂ O	0,58	0,51
K ₂ O	0,00	0,01
Σ	99,57	99,06
Wzór obliczony na podstawie 6 tlenów (a.p.f.u.) <i>Formula recalculated to 6 oxygens</i>		
Si	1,96	1,99
Al ^{IV}	0,04	0,02
ΣT	2,00	2,00
Al ^{VI}	0,01	0,04
*Fe ³⁺	0,06	0,01
Ti	0,00	0,00
Mg	0,69	0,69
Fe ²⁺	0,23	0,26
ΣM1	1,00	1,00
Fe ²⁺	0,06	0,07
Mn	0,03	0,03
Ca	0,87	0,87
Na	0,04	0,04
K	0,00	0,00
ΣM2	1,00	1,00
Σcat.	3,99	4,02

a.p.f.u. – ilość atomów w przeliczeniu na jednostkę elementarną w mineralu / atoms per formula unit

*Fe³⁺ – oszacowano zgodnie z procedurą przedstawioną przez Droopa, 1987 / estimated based on general procedure given by Droop (1987)

(1,0–1,6 mm) anhedralnych kryształów lub mniejszych inkluzji (ok. 0,3 mm) w skaleniach. Skład chemiczny mikroklinu również nie wykazuje różnicowania (Or₉₆₋₉₇Ab₃₋₄An₀; tab. 1). W biotytach rozpoznano siatkę sagenitową.

Próbka L1434 (ryc. 2B), pochodząca z Zatoki Tigigayuk, składa się głównie z plagioklastu, w mniejszych ilościach występuje kwarc, biotyt, amfibol, skałek potasowy oraz piroksen, minerałami akcesorycznymi są: cyrkon, apatyt i piryty. Subhedralne i anhedralne oligoklasy (Or₀₋₁Ab₇₄₋₇₅An₂₅₋₂₆; tab. 1) są dominującym jasnym składnikiem skały o stosunkowo dużych kryształach (0,7–1,2 mm), łatwo rozpoznawalnych dzięki zbliżeniu polisyntetycznym. W próbce zdiagnozowano również struktury drabinkowe w plagioklastach, co świadczy o wpływie późniejszej deformacji. Mniejsze (0,2–0,4 mm) anhedralne kryształy kwarcu wykazują wygaszanie faliste, natomiast skalenie potasowe (Or₉₅₋₉₆Ab₄₋₅An₀; tab. 1), reprezentowane przez mikroklin, występują jedynie jako ziarna interstycjalne. Wśród minerałów maficznych stwierdzono piroksen, amfibol oraz biotyt (zawierający siatkę sagenitową). Zgodnie z klasyfikacją piroksenów (Morimoto, 1989) należy on do Ca-Na-Fe grupy chemicznej i reprezentuje diopsyd żelazisty (tab. 2). Amfibole (tab. 3) są reprezentowane

Tab. 3. Wybrane analizy amfiboli z próbki L1434
Table 3. Representative analyses of amphiboles from L1434

%obj. wt%	I-type		II-type
SiO ₂	44,10	46,14	54,42
TiO ₂	0,81	0,78	0,11
Al ₂ O ₃	10,52	8,99	1,66
MnO	0,47	0,43	0,41
FeO	16,85	16,33	12,67
MgO	10,27	11,35	15,16
CaO	11,86	11,42	12,71
Na ₂ O	1,00	1,08	0,14
K ₂ O	1,15	0,88	0,05
Σ	97,06	97,41	97,32
Wzór obliczony na podstawie 23 tlenów (a.p.f.u.) <i>Formula recalculated to 23 oxygens (a.p.f.u.)</i>			
Si	6,62	6,84	7,86
Al	1,38	1,16	0,14
ΣT	8,00	8,00	8,00
Ti	0,09	0,09	0,01
Al	0,48	0,41	0,14
*Fe ³⁺	0,31	0,30	0,00
Mn ²⁺	0,02	0,00	0,05
Fe ²⁺	1,80	1,69	1,53
Mg	2,30	2,51	3,26
ΣC	5,00	5,00	5,00
Mn ²⁺	0,04	0,05	0,00
Fe ²⁺	0,00	0,03	0,00
Ca	1,91	1,81	1,97
Na	0,05	0,10	0,03
K	2,00	2,00	2,00
ΣB	0,24	0,21	0,00
K	0,22	0,17	0,01
ΣA	0,46	0,37	0,01
Σcat.	15,46	15,37	15,01

a.p.f.u. – ilość atomów w przeliczeniu na jednostkę elementarną w mineralu / atoms per formula unit

*Fe³⁺ – oszacowano zgodnie z procedurą podaną przez Lococka (2014) / estimated based on expressions of cation sums according to Locock (2014)

V₂O₃, Cr₂O₃ oraz NiO – poniżej limitu detekcji / V₂O₃, Cr₂O₃ and NiO – below detection limit

wane przez hornblendę magnezową – typ I, oraz aktynolit – typ II (Hawthorne i in., 2012). Aktynolit zidentyfikowano w obszarach występowania wtórnych zmian piroksenu.

Próbka L1440 (ryc. 2C), pochodząca z Zatoki Tigigayuk, charakteryzuje się dominacją plagioklastu nad kwarcem. Podrzednie występuje biotyt, natomiast skałek potasowy (Or₉₆₋₉₇Ab₃₋₄An₀; tab. 1) tworzy jedynie niewielkie ziarna, które są trudne do rozpoznania przy użyciu mikroskopu petrograficznego. Wśród minerałów akcesorycznych występują tlenki żelaza oraz apatyt, cyrkon i piryty. Plagioklasy (0,8–1,5 mm), reprezentowane przez oligoklast (Or₀₋₁Ab₇₅₋₇₇An₂₃₋₂₅; tab. 1), są objęte wtórnymi zmianami występującymi najczęściej na brzegach kryształów. Anhedralne kryształy kwarcu osiągają wielkość do 2 mm i wykazują wygaszanie faliste. Biotyt występuje głównie w formie wydłużonych blaszek (do 0,5 mm) i zawiera siatkę sagenitową. Próbka ta jest objęta silnymi zmianami wtórnymi związanymi z rozwojem głównie niewielkich kryształów epidotu.

Tab. 4. Wybrane analizy biotytów
Table 4. Representative analyses of biotite

%obj. wt%	L1419			L1434			L1440			L1443		
	SiO ₂	36,20	36,74	36,36	37,19	–	37,13	36,37	37,39	36,82	36,31	36,03
TiO ₂	1,37	1,55	2,37	2,09	1,61	2,53	1,62	1,43	0,93	2,89	2,60	2,89
Al ₂ O ₃	16,25	15,91	16,62	15,76	15,58	15,11	16,10	16,21	16,73	16,27	15,92	15,96
FeO	20,34	21,78	19,86	17,96	18,35	18,90	19,20	19,00	18,44	23,22	23,72	23,38
MnO	0,30	0,23	0,21	0,33	0,23	0,21	0,36	0,28	0,22	0,22	0,28	0,14
MgO	9,18	9,27	9,51	11,76	11,08	11,16	10,12	10,40	10,68	7,85	7,57	7,58
CaO	0,17	–	0,68	–	0,14	–	0,01	–	0,01	–	0,05	0,01
BaO	–	0,03	0,01	0,10	0,12	0,07	0,15	0,05	0,02	–	0,01	–
Na ₂ O	0,05	0,01	0,01	0,06	0,08	0,04	0,12	0,07	0,06	0,05	0,12	0,08
K ₂ O	9,52	9,96	9,94	9,72	9,36	9,73	9,75	9,96	9,79	9,92	9,52	9,75
Σ	93,38	95,49	95,56	94,97	56,54	94,89	93,79	94,78	93,69	96,74	95,80	95,69
Wzór obliczony na podstawie 22 tlenów (a.p.f.u.) Formula recalculated based on 22 oxygens (a.p.f.u.)												
Si	5,68	5,67	5,57	5,66	5,72	5,68	5,65	5,72	5,68	5,57	5,59	5,58
Al ^{IV}	2,32	2,33	2,43	2,34	2,28	2,32	2,35	2,28	2,32	2,43	2,41	2,43
ΣT	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al ^{VI}	0,68	0,56	0,58	0,49	0,56	0,41	0,60	0,65	0,73	0,51	0,51	0,50
Ti	0,16	0,18	0,27	0,24	0,19	0,29	0,19	0,17	0,11	0,33	0,30	0,34
Fe	2,67	2,81	2,55	2,29	2,37	2,42	2,50	2,43	2,38	2,98	3,08	3,04
Mn	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04	0,02
Mg	2,15	2,13	2,17	2,67	2,55	2,55	2,35	2,37	2,46	1,79	1,75	1,76
ΣM	5,70	5,72	5,59	5,72	5,70	5,69	5,68	5,66	5,70	5,64	5,68	5,65
Ca	0,03	–	0,11	–	0,02	–	0,00	–	0,00	–	0,01	0,00
Ba	–	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	–	0,00	–
Na	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02
K	1,91	1,96	1,94	1,89	1,84	1,90	1,94	1,95	1,93	1,94	1,89	1,93
ΣI	1,95	1,96	2,06	1,91	1,90	1,92	1,98	1,97	1,95	1,96	1,93	1,96
Σcat.	15,65	15,68	15,65	15,63	15,60	15,61	15,66	15,62	15,65	15,60	15,61	15,60
Fe/(Mg+Fe)	0,55	0,57	0,54	0,46	0,48	0,49	0,52	0,51	0,49	0,62	0,64	0,63

a.p.f.u. – ilość atomów w przeliczeniu na jednostkę elementarną w mineralu / atoms per formula unit
 „–” nie wykryto / not detected

Próbka L1443 (ryc. 2D), pochodząca z Wyspy Big, składa się głównie z plagioklazów, w mniejszej ilości kwarcu, a podrzędnie zawiera biotyt i skałen potasowy. Mineralami akcesorycznymi są cyrkon oraz apatyt. Ziarna oligoklazu (Or₀₋₁Ab₇₇An₂₂₋₂₃; tab. 1) mają wielkość nawet 2,5 mm i są łatwo rozpoznawalne dzięki zbliżeniu polisyntetycznym. Zarówno brzegi plagioklazów, jak i ich wnętrza są objęte wtórnymi zmianami. Anhedralne kryształy kwarcu o zróżnicowanej wielkości osiągają do ok. 1,5 mm i wykazują charakterystyczne wygaszanie faliste. Skalenie potasowe, reprezentowane przez mikroklin (Or₉₅₋₉₆Ab₄₋₅An₀; tab. 1), najczęściej wypełniają przestrzenie interstycjalne. Biotyt charakteryzuje się występowaniem siatki sagenitowej i tworzy subhedralne, wydłużone kryształy osiągające 1,5 mm długości.

Podsumowując, na podstawie składu mineralnego określonego podczas analiz mikroskopowych stwierdzono, że trzy z analizowanych próbek (L1419, L1440 oraz L1443) to skały tonalitytowe lub granodiorytowe. Próbka L1434 – jedyna zawierająca hornblendę oraz diopsyd, została określona jako dioryt kwarcowy lub tonalit bogaty w minerały maficzne. Analizy składu chemicznego tych próbek wykazały, że skład plagioklazów nieznacznie zmienia się w zakresie składu oligoklazów (Or₀₋₁Ab₇₄₋₈₀An₂₀₋₂₆; tab. 1), przy czym najmniejszy udział cząstki anortytowej

określono w próbce L1419, zaś największy w L1434. Plagioklasy nie wykazują znaczącej zmienności składu chemicznego zarówno w obrębie ziarna, jak i pomiędzy nimi. Uzyskane wyniki potwierdzają dane prezentowane przez Bridgwata i in. (1975), przedstawiające pierwszą charakterystykę mineralną gnejsów Uivak, oraz wzbogacają wiedzę o tych gnejsach o wcześniej niepublikowane analizy chemiczne poszczególnych minerałów skałotwórczych. Kryształy kwarcu wykazują wygaszanie faliste, powszechnie występujące w skałach objętych syn- lub postmetamorficznymi deformacjami. Skałen potasowy, reprezentowany przez mikroklin, stanowi podrzędne ilości, najrzadziej występuje w próbce L1434, zaś najpowszechniej w L1419. Zawiera 95–97% cząsteczki ortoklazowej i nie wykazuje zmienności chemicznej w ziarnie (tab. 1). Najczęściej ma formę anhedralnych ziaren wypełniających przestrzenie interstycjalne. Biotyt charakteryzuje się stałą zawartością Al^{IV} (2,30–2,40 a.p.f.u.; tab. 4). Stosunek Fe/(Fe+Mg) jest najniższy w próbce L1434 (0,46–0,49), a następnie wzrasta w próbce L1440 (0,49–0,52) i L1419 (0,54–0,57), aż do najwyższych wartości 0,62–0,63 (L1443). Zawartość Ti w biotycie jest niska (0,11–0,34 a.p.f.u.; tab. 4), jednak powszechne występowanie siatki sagenitowej, zidentyfikowanej podczas obserwacji petrograficznych, oraz obecność kryształów tytanitu wewnątrz ciemnej miki

może świadczyć o pierwotnej wysokiej zawartości tytanu w biotycie. Amfibole oraz pirokseny w próbce L1434 wskazują na bardziej maficzny charakter tej skały. Wśród minerałów akcesorycznych powszechnie występuje cyrkon oraz apatyt, natomiast monacyt zidentyfikowano jedynie w próbce L1419.

DYSKUSJA

Chociaż próbki wytypowane do badań zostały pobrane z obszarów opisywanych jako miejsca występowania gnejsów Uivak I, to przedstawione wyniki analiz poddają w wątpliwość ich przynależność do wskazywanego wydzielenia. Gnejsy Uivak stanowią heterogeniczną jednostkę, której rozróżnienie terenowe (makroskopowe) i petrograficzne od młodszych gnejsów jest niezwykle trudne z powodu złożonej historii metamorficznej oraz deformacyjnej, zacierającej pierwotne relacje terenowe. Do badań składu chemicznego minerałów skałotwórczych wytypowano jednolite drobnoziarniste gnejsy kwarcowo-skaleniolowe, nie wyróżniające się makroskopowo. Badania mikroskopowe pozwalają na wyróżnienie dwóch odmiennych typów protolitów tych skał: 1) granodiorytów/tonalitów – zawierających niewielkie ilości minerałów maficznych, reprezentowanych jedynie przez biotyt (L1419, L1440, L1443), oraz 2) diorytu kwarcowego/tonalitu, o większej zawartości minerałów maficznych z biotytem, hornblendą oraz diopsydem (L1434). Obie odmiany gnejsów charakteryzują się takim samym składem mineralnym, a jedyną wskazówką do ich odróżnienia jest zawartość minerałów maficznych. Ze względu na występowanie znaczącej ilości diopsydu, hornblendy i biotyty, które ponadto zabarwieniem wskazują na wysoką zawartość żelaza, wydaje się słuszne określenie skały jako gnejs Uivak II. Jednak wg danych literaturowych, typowym rozmieszczeniem gnejsów Uivak II jest wąska strefa rozciągająca się na północny wschód od Wyspy Maidmonds aż do Wyspy Big (Hurst i in., 1975; Wanless i in., 1978). Dalsza szczegółowa analiza petrograficzna i geochemiczna skał tego obszaru może pomóc w identyfikacji nowych charakterystycznych cech potrzebnych do rozróżnienia obu jednostek. Na tym etapie badań najważniejszym spostrzeżeniem jest fakt, że odróżnienie gnejsów Uivak I oraz Uivak II staje się niemożliwe w przypadku braku jednoznacznych intruzywnych relacji terenowych. Według wcześniejszych sugestii autorów, gnejsy Uivak II mogą przyjmować formę „pseudowarstwowanych” gnejsów, co może być wynikiem heterogenicznego rozkładu deformacji nawet w skali jednego odsłonięcia (Collerson & Bridgwater, 1979). Opisane asocjacje mineralne nie wykazują dowodów działalności metamorfizmu facji granulitowej. W próbkach nie zidentyfikowano ortopiroksenu opisywanego jako minerał charakterystyczny dla gnejsów Uivak I facji granulitowej (Collerson & Bridgwater, 1979). Fakt ten może być interpretowany dwójako: 1) obszar badań był objęty metamorfizmem facji amfibolitej lub 2) nastąpiła późniejsza retrogresja od facji granulitowej do amfibolitowej w okresie głównego etapu metamorfizmu (2,8–2,7 Ga). Wtórne zmiany powszechnie obecne w próbach, tj. procesy sercytyzacji, saussurytyzacji oraz zastępowanie diopsydu przez aktynowolit, świadczą o późniejszym wpływie metamorfizmu facji zieleńcowej na badany obszar.

Najstarszy wiek protolitu magmowego, występującego obecnie jako enklawy w gnejsach Uivak I, wciąż budzi wiele kontrowersji (Kusiak & Sałacińska, 2016). Pierwsze informacje na temat monzodiorytowych gnejsów Nanok (Collerson, 1983) nie potwierdzały wydzielenia odrębnej, najstarszej jednostki, a jedynie wskazywały na odkrycie pojedynczych jąder cyrkonów starszych niż 3,8 Ga. Informacja o występowaniu gnejsów Nanok została potwierdzona przez Regelousa i Collersona (1996) bez zaprezentowania większej ilości analiz. Najnowsze publikacje (Komiya i in., 2016; Shimojo i in., 2016), wydzielające nową jednostkę: tonalitowe gnejsy Iqaluk, zawierają również zmieniony podział gnejsów Uivak. Klasyfikacja ta nie obejmuje jednak zagadnień petrologicznych ani geochemicznych i opiera się na wydzieleniu grup ze względu na wiek (klasy: A: 3,85–3,89 Ga; B: 3,80–3,84 Ga; C: 3,75–3,79 Ga; D: 3,68–3,74 Ga; E: 3,61–3,67 Ga). Nie uwzględniono w niej również gnejsów opisanych wcześniej jako gnejsy Uivak II. Wiek intruzji protolitu tych młodszych gnejsów, wciąż nie został określony jednoznacznie. Najwcześniejsza praca podaje 3,76 Ga jako górny wiek niezgodności *upper intercept* (Walness i in., 1979), natomiast późniejsza (Collerson, 1983) opiera się jedynie na datowaniu trzech ziaren cyrkonów metodą U-Pb, które mają wiek 3,35–3,40 Ga.

WNIOSKI

Próby nie zawierają reliktyw protolitu magmowego. Jedynie cyrkon mógł przetrwać złożone procesy metamorficzne, które występowały na obszarze Saglek pomiędzy formowaniem się skał protolitu oraz głównym etapem metamorfizmu (2,8–2,7 Ga). Minerał ten będzie obiektem kolejnych etapów badań. Dalsze badania gnejsów Uivak będą obejmować zagadnienia geochemiczne oraz geochronologiczne. Pozwolą one określić ewentualną przynależność protolitu gnejsów Uivak I do archaicznych gnejsów TTG przy założeniu izochemicznych warunków metamorfizmu. Wydaje się to jednak mało prawdopodobne, jako że istnieje duża możliwość oddziaływania fluidów bogatych w potas oraz rubid w czasie intruzji skał magmowych będących protolitem gnejsów Uivak II (Bridgwater & Collerson, 1976; Collerson & Bridgwater, 1979). W przypadku założenia allochemicznego charakteru procesów metamorficznych, dalsze prace powinny być skupione na rozpoznaniu możliwości migracji poszczególnych pierwiastków. Porównanie składu chemicznego badanych prób skalnych z Labradoru ze składem chemicznym mniej zmienionych gnejsów archaicznych z innych lokalizacji pomoże zrozumieć ewentualny wpływ migracji fluidów na chemizm skał. Badania geochronologiczne będą się koncentrować na potwierdzeniu oraz usystematyzowaniu zakresu czasowego intruzji protolitu magmowego gnejsów Uivak. Brak usystematyzowanej wiedzy petrograficznej, geochemicznej i geochronologicznej powoduje wiele komplikacji interpretacyjnych.

Wskazane przez nas powyżej kierunki badań pozwolą na rozwiązanie problemów klasyfikacyjnych gnejsów Uivak, zaś kompleksowe połączenie analiz mineralogiczno-petrograficznych, geochemicznych oraz geochronologicznych pomoże zweryfikować przynależność klasyfikacyjną niektórych próbek, co w efekcie może zmienić zasięg wydzielenia na mapie geologicznej.

Autorki dziękują dr. hab. Zbigniewowi Cymermanowi oraz anonimowemu Recenzentowi za konstruktywne uwagi. Badania próbek pochodzących z bloku Saglek są realizowane w ramach projektu NCN M.A. Kusiak nr 2014/15/B/ST10/04245. Próbkę została pobrana podczas międzynarodowej ekspedycji terenowej w roku 2014 przez M.A. Kusiak wraz z zespołem. Uczestnicy wyprawy posiadali wszystkie konieczne pozwolenia Parku Kanada oraz Rządu Nunatsiavut.

LITERATURA

- BAADSGAARD H., COLLERSON K.D. & BRIDGWATER, D. 1979 – The Archaean gneiss complex of northern Labrador. 1. Preliminary U-Th-Pb geochronology. *Can. J. Earth Sci.*, 16 (4): 951–961.
- BRIDGWATER D. & COLLERSON K.D. 1976 – Major petrological and geochemical characters of 3,600 my Uivak gneisses from Labrador. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 54: 43–59.
- BRIDGWATER D., COLLERSON K.D., HURST R.W. & JESSEAU C.W. 1975 - Field characters of the early Precambrian rocks from Saglek, coast of Labrador. *Geol. Sum. Can.*, Pap. 75–1, Part A: 287–296.
- BRIDGWATER D., MENGEL F., SCHIOTTE L. & WINTER J. 1990 – Research on the Archean rocks of northern Labrador, progress report 1989: Current Research. Newfoundland Department of Mines and Energy, Report 90–1: 227–236.
- BRIDGWATER D. & SCHIOTTE L. 1991 – The Archaean gneiss complex of Northern Labrador – A review of current results, ideas and problems. *Bull. Geol. Soc., Denmark*: 39: 153–166.
- BRIDGWATER D., WATSON J. & WINDLEY B.F. 1973 – The Archaean craton of the North Atlantic region. *Phil. Trans. Roy Soc. London, Ser. A*, 273: 493–512.
- COLLERSON K.D. 1983 – Ion microprobe zircon geochronology of the Uivak gneisses: implications for the evolution of early terrestrial crust in the North Atlantic Craton, Houston, Texas. Lunar and Planetary Institute Technical, Report 83–03: 28–33.
- COLLERSON K.D. & BRIDGWATER D. 1979 – Metamorphic development of early Archean tonalitic and trondhjemitic gneisses, Saglek area, Labrador. [W:] Baker F. (red.), *Trondhjemitic, dacites and related rocks*. Amsterdam, Elsevier, 205–273.
- COLLERSON K.D., KERR A., VOCKE R.D. & HANSON G.N. 1982 – Reworking of sialic crust as represented in late Archean-age gneisses, northern Labrador. *Geology*, 10: 202–208.
- COLLERSON K.D., MEROZ Y. & GIL C. 1992 – Early Archean lithosphere: Constraints from the North Atlantic Craton (abstr.). *Eos*, 73: 330.
- CONDIE K.C. 1981 – Archean Greenstone Belts. Amsterdam, Elsevier, s. 434.
- DROOP G.T.R. 1987 – A general equation for estimating Fe³⁺ concentrations in ferromagnesian silicates and oxides from microprobe analyses using stoichiometric criteria. *Mineral. Mag.*, 51 (361): 431–435.
- ERMANOVICS I.F., VAN KRANENDONK M.J., CORRIVEAU L., MENGEL F., BRIDGWATER D. & SHERLOCK R. 1988 – Geology of North River-Nutak map areas, Nain-Churchill provinces, Labrador. In *Current Res.*, Part C. *Geol. Surv. Can.*, 88–1C: 19–26.
- ERMANOVICS I.F., VAN KRANENDONK M.J., CORRIVEAU L., MENGEL F., BRIDGWATER D. & SHERLOCK R. 1989 – The boundary zone of the Nain-Churchill provinces in the North River-Nutak map areas, Labrador. *Geol. Surv. Can.*, Report 89–1C: 385–394.
- HAWTHORNE F.C., OBERTI R., HARLOW G.E., MARESCHE W.V., MARTIN R.F., SCHUMACHER J.C. & WELCH M.D. 2012 – IMA report, nomenclature of the amphibole supergroup. *Am. Mineral.*, 97: 2031–2048.
- HURST R.W., BRIDGWATER D., COLLERSON K.D. & WETHERILL G.W. 1975 – 3600 m.y. Rb-Sr ages from very early Archaean gneisses from Saglek Bay, Labrador. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 27: 393–403.
- KROGH T.E. & KAMO S.L. 2006 – Precise U-Pb zircon ID-TIMS ages provide an alternative interpretation to early ion microprobe ages and new insights into Archean crustal processes, northern Labrador. *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.*, 405: 91–103.
- KOMIYA T., YAMAMOTO S., AOKI S., SAWAKI Y., ISHIKAWA A., TASHIRO T., KOSHIDA K., SHIMOJO M., AOKI K. & COLLERSON K.D. 2015 – Geology of the Eoarchean, > 3.95 Ga, Nulliak supracrustal rocks in the Saglek Block, northern Labrador, Canada: The oldest geological evidence for plate tectonics. *Tectonophysics*, 622: 4–66.
- KOMIYA T., YAMAMOTO S., AOKI S., KOSHIDA K., SHIMOJO M., SAWAKI Y., AOKI K., SAKATA S., YOKOYAMA T.D., MAKI K., ISHIKAWA A., HIRATA T. & COLLERSON K.D. 2016 – A prolonged granitoid formation in Saglek Block, Labrador: Zonal growth and crustal reworking of continental crust in the Eoarchean. *Geoscience Frontiers*. Doi: 10.1016/j.gsf.2016.06.013.
- KUSIAK M.A. & SAŁACIŃSKA A. 2016 – W poszukiwaniu fragmentów najstarszej skorupy kontynentalnej na Labradorze. *Prz. Geol.*, 64 (11): 896–901.
- LOCOCK A.J. 2014 – An Excel spreadsheet to classify chemical analyses of amphiboles following the IMA 2012 recommendations. *Computers & Geosciences*, 62: 1–11.
- MORGAN W.C. 1975 – Geology of the Precambrian Ramah Group and basement rocks in the Nachvak Fiord-Saglek Fiord area, north Labrador. *Geol. Surv. Can.*, 74–54: 42.
- MORIMOTO N. 1989 – Nomenclature of pyroxenes. *Can. Mineral.*, 27: 143–156.
- REGELOUS M. & COLLERSON K.D. 1996 – Sm-147-Nd-143, Sm-146-Nd-142 systematics of Early Archaean rocks and implications for crust-mantle evolution. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 60: 3513–3520.
- RIEDER M., CAVAZZINI G., D'YAKONOV Y.S., FRANK-KAMENETSKII V.A., GOTTARDI G., GUGGENHEIM S., KOVAL P.V., MULLER G., NEIVA A.M.R., RADOSLOVICH E.W., ROBERT J.L., SASSI F.P., TAKEDA H., WEISS Z. & WONES D.R. 1998 – Nomenclature of the micas. *Can. Mineral.*, 36: 41–48.
- RYAN B. 1990 – Basement-cover relationships and metamorphic patterns in the foreland of the Torngat Orogen in the Saglek Hebron area, Labrador. *Geoscience Canada*, 17: 276–279.
- RYAN A.R., MARTINEAU Y., KORSTGAARD J. & LEE D. 1984 – The Archean – Proterozoic boundary in northern Labrador, report 2. *Current Research. Report*, 84–1: 12–20.
- SCHIOTTE L., COMPSTON W. & BRIDGWATER D. 1989 – Ion-probe U-Th-Pb zircon dating of polymetamorphic orthogneisses from northern Labrador, Canada. *Can. J. Earth Sci.*, 26: 1533–1556.
- SHIMOJO M., YAMAMOTO S., SAKATA S., YOKOYAMA T.D., MAKI K., SAWAKI Y., ISHIKAWA A., AOKI K., AOKI S., KOSHIDA K., TASHIRO T., HIRATA T., COLLERSON K.D. & KOMIYA T. 2016 – Occurrence and geochronology of the Eoarchean, ~3.9 Ga, Iqaluk Gneiss in the Saglek Block, northern Labrador, Canada: Evidence for the oldest supracrustal rocks in the world. *Precambrian Res.*, 278: 218–243.
- WANLESS R.K., BRIDGWATER D. & COLLERSON K.D. 1979 – Zircon age measurements for Uivak-II gneisses from the Saglek area, Labrador. *Can. J. Earth Sci.*, 16: 962–965.
- YAVUZ F. 2001 – PYROX: A computer program for the IMA pyroxene classification and calculation scheme. *Computers & Geosciences*, 27: 97–107.

Praca wpłynęła do redakcji 25.07.2016 r.
Akceptowano do druku 17.02.2017 r.