

P A Ń S T W O W Y I N S T Y T U T G E O L O G I C Z N Y

**PROFILE GŁĘBOKICH OTWORÓW WIERTNICZYCH
PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU GEOLOGICZNEGO**

ZESZYT 105

**SEJNY IG 1
SEJNY IG 2**

Pod redakcją naukową
Elżbiety KRYSTKIEWICZ i Olecha JUSKOWIAKA

WARSZAWA 2004

Komitet redakcyjny: Elżbieta JACKOWICZ (przewodnicząca),
Andrzej BOSSOWSKI, Zbigniew BUŁA, Janina MAŁECKA, Lech MIŁACZEWSKI

Redaktor wydawnictwa: Anna MAJEWSKA

Seria zaakceptowana do druku przez
Dyrektora Państwowego Instytutu Geologicznego

© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2004 r.

Adres redakcji: 00-975 Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Państwowy Instytut Geologiczny, tel. 849-53-51

ISSN 1231-9848

Redakcja techniczna, skład, łamanie:
Ewa ŚLUSARCZYK-KRAWIEC

SPIS TREŚCI

Wstęp — <u>Stanisław Kubicki</u> , <u>Elżbieta Krystkiewicz</u>	5
Profil stratygraficzny otworu wiertniczego Sejny IG 1 — <u>Stanisław Kubicki</u>	8
Profil stratygraficzny otworu wiertniczego Sejny IG 2 — <u>Stanisław Kubicki</u>	10
Profil litologiczno-stratygraficzny otworu wiertniczego Sejny IG 1 — <u>Emilia Ekiert</u>	12
Profil litologiczno-stratygraficzny otworu wiertniczego Sejny IG 2 — <u>Stanisław Kubicki</u>	25
Wyniki badań stratygraficznych i litologicznych skał pokrywy osadowej	37
Otwór wiertniczy Sejny IG 1 — <u>Emilia Ekiert</u>	37
Otwór wiertniczy Sejny IG 2 — <u>Stanisław Kubicki</u>	38
Wyniki badań skał podłoża krystalicznego z otworu wiertniczego Sejny IG 1	39
Wyniki badań petrograficznych — <u>Olech Juskowiak</u> , <u>Wacław Ryka</u>	39
Anortozyty	39
Leukogabra — <u>Olech Juskowiak</u> , <u>Wacław Ryka</u>	49
Amfibolity — <u>Wacław Ryka</u>	53
Hornfelsy — <u>Wacław Ryka</u>	54
Gnejsy — <u>Wacław Ryka</u>	56
Składniki substratu — <u>Wacław Ryka</u>	59
Żyły granitoidowe — <u>Olech Juskowiak</u> , <u>Wacław Ryka</u>	62
Wyniki badań chemicznych — <u>Olech Juskowiak</u> , <u>Wacław Ryka</u>	64
Wyniki badań petrograficznych i chemicznych skał żyłowych typu lamprofirów — <u>Marta Juskowiak</u>	68
Wyniki badań kruszcowych — <u>Jacek Siemiątkowski</u>	76
Wyniki badań geochemicznych — <u>Anna Dziedzic</u>	79
Tendencje geochemiczne pierwiastków	89
Podsumowanie wyników badań geochemicznych — <u>Anna Dziedzic</u> , <u>Olech Juskowiak</u>	91
Wyniki badań skał podłoża krystalicznego z otworu wiertniczego Sejny IG 2	100
Wyniki badań petrograficznych — <u>Olech Juskowiak</u> , <u>Wacław Ryka</u>	100
Gabroidy	107
Hornfelsy	114
Charnockity	115
Gnejsy	118
Granitoidy i pegmatyty	119
Skały przeobrażone hydrotermalnie	123
Wyniki badań chemicznych — <u>Anna Dziedzic</u>	124
Wyniki badań geochemicznych — <u>Anna Dziedzic</u>	127
Wyniki badań kruszcowych — <u>Bogusław Marcinkowski</u>	135

Wyniki badań geofizycznych w otworach wiertniczych Sejny IG 1 i Sejny IG 2	
— <u>Stanisław Kubicki</u> , Henryk Kurbiel	137
Wyniki badań parametrów fizycznych skał	137
Wyniki pomiarów geofizycznych	141
Wnioski — <u>Stanisław Kubicki</u>	145
Literatura	146

WSTĘP

Otwory wiertnicze Sejny IG 1 i IG 2 (fig. 1) zaprojektowano i wykonano w ramach programu badań krystaliniku północno-wschodniej i wschodniej Polski (Kubicki, 1969). Podstawę prawną stanowiły decyzje z dnia 18.12.1969 KOPBG/015/1170/69 r. oraz z dnia 02.08.1980 r. KOPBG/015/1818. Otwór wiert. Sejny IG 1 wykonano zgodnie z *Projektem dalszych badań podłoża krystalicznego NE i E Polski z wyłączeniem intruzywu suwalskiego* (Kubicki *et al.*, 1976), natomiast otwór wiert. Sejny IG 2 według *Projektu badań geologicznych podłoża krystalicznego NE i E Polski* (Kubicki *et al.*, 1980).

Otwór wiertniczy Sejny IG 1 zlokalizowano w miejscowości Sejny, prawie w centrum lokalnej anomalii magnetycznej o ekstremum +1730 gamma i amplitudzie 1300 gamma, pokrywającej się z lokalną dodatnią anomalią grawimetryczną. Współrzędne topograficzne otworu: $x = 5998,150$, $y = 4653,425$; $h = +137,5$ m; współrzędne geograficzne: $\varphi = 54^{\circ}05'28''$, $\lambda = 23^{\circ}20'45''$; arkusz mapy 1:100 000 Sejny (P-32, S-37).

Nadzór geologiczny wiercenia sprawował mgr inż. Stanisław Kubicki, stały dozór geologiczny pełnił st. technik Wiesław Plaskota. Wykonawcą wiercenia było Przedsiębiorstwo Geologiczne, Warszawa, ul. Puławska 18; kierownikiem wiercenia był Tadeusz Karp.

Otwór wykonano aparatem wiertniczym OP-1200. Zgłębianie otworu rozpoczęto dnia 3.04.1970 r., a zakończono na głębokości 1168,7 m dnia 14.08.1970 r.

Sposób wiercenia: maszynowo-obrotowy, bezrdzeniowy do głębokości 530 m, poniżej z pełnym rdzeniowaniem. Do głębokości 530 m wiercono gryzerem o średnicy 216 mm, poniżej, do głębokości 558 m — koronką rolkową o średnicy 216 mm i do głębokości 1168,7 m — koronką diamentową o średnicy 112 mm. Przy wierceniu do głębokości 558,7 m stosowano płuczkę iłową i iłowo-bentonitową, a poniżej, w krystaliniku, wodę. Średni uzysk rdzenia w krystaliniku wynosił 98,6%.

Zarzuwanie otworu:

0,0–7,0 m rury o średnicy 18 5/8”;

0,0–558,0 m rury o średnicy 6 5/8”.

Otwór zlikwidowano zaczynem cementowym.

Otwór wiertniczy Sejny IG 1 osiągnął podłoże krystaliczne na głębokości 552,6 m. Zgłębianie otworu zakończono na głębokości 1168,8 m przewiercając 616,1 m krystaliniku. Nawiercono: anortozyty, leukogabra i mikroleukogabra, a ponadto: gnejsy, enderbity, amfibolity, hornfelsy, żyły granitoidowe i dajki lamprofirów (limburgitów i monchikitów). Badania tych skał miały

¹ Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa



Fig. 1. Szkic sytuacyjny otworów wiertniczych Sejny IG 1 i Sejny IG 2

wyjaśnić przyczynę występowania anomalii magnetycznej i grawimetrycznej. Struktura Sejn znajduje się w obrębie kompleksu podlaskiego, który graniczy z kompleksem mazurskim równoleżnikową strefą nieciągłości w rejonie Krasnopola, ciągnącą się dalej na wschód w kierunku Wareny na Litwie. Powstała hipoteza, że uformowane w facji granulitowej skały struktury Sejn, zawierające paraanatektyczne anortozyty mogły być skałami macierzystymi suwalskiego masywu anortozytowego, które uległy przetopieniu dając mobilizat diorytowy, anortozytowy i norytowo-rudny.

Otwór wiertniczy Sejny IG 2 wykonano w miejscowości Posejanka (woj. podlaskie). Współrzędne topograficzne otworu: $x = 5928,868$, $y = 4724,123$, $h = +133,83$ m; współrzędne geograficzne: $\varphi = 54^{\circ}05'30''$, $\lambda = 23^{\circ}21'15''$, $h = +133,83$ m, arkusz mapy 1:100 000 Sejny (P-32, S-37).

Otwór wiertniczy zlokalizowano na podstawie szczegółowego zdjęcia grawimetryczno-magnetycznego w centrum dodatniej anomalii resztkowej.

Nadzór geologiczny wiercenia sprawował doc. dr inż. Stanisław Kubicki, dozór geologiczny pełnił st. technik Wiesław Plaskota. Wykonawcą wiercenia był Zakład Robót Wiertniczych

Kombinatu Geologicznego „Północ“, Warszawa, ul. Puławska 18; kierownikiem wiercenia był mgr inż. Stefan Wandycz, okresowo A. Burakowski i w fazie końcowej inż. Zbigniew Wrzesiński.

Otwór wykonano aparatem wiertniczym T-50.

Zgłębianie otworu rozpoczęto dnia 22.12.1980 r. i zakończono na głębokości 1940 m dnia 12.12.1981 r.

Sposób wiercenia: maszynowo-obrotowy, bezrdzeniowy do głębokości 537,0 m, poniżej z pełnym rdzeniowaniem. Do głębokości 64,7 m wiercono gryzerem o średnicy 308 mm, poniżej do głębokości 537,0 m — gryzerem o średnicy 216 mm, następnie, do głębokości 570,5 m — koronką rolkową o średnicy 216 mm i do głębokości 1940,0 m — koronką diamentową o średnicy 112 mm. Do głębokości 570,5 m stosowano płuczkę ilowo-bentonitową, dalej wiercono na wodę z dodatkiem 3% oleju E. Średni uzysk rdzenia w krystalniku wyniósł 97,95%. W partii nierdzieniowanej co 5 m były pobierane próby płuczkowe z koryt.

Zarurowanie otworu:

0,0–63,7 m rury średnicy 9 5/8",

0,0–570,5 m rury średnicy 6 5/8".

Otwór zlikwidowano zaczynem cementowym.

W otworze Sejny IG 2 podłoże nawiercono na głębokości 546,8 m, zgłębianie otworu zakończono na głębokości 1940,0 m, przewiercając 1393,2 m, krystalniku. Skały reprezentowane są przez: leukonoryty i gabronoryty z niewielkim udziałem charnockitów i hornfelsów, które dominują poniżej 1800 m. Poza tym obecne są żyły pegmatytów i mikrogranitów. Nie stwierdzono dużych ciał rudnych, tylko nieliczne szlirowate skupienia ilmenitowo-magnetytowe z akcesorycznymi siarczkami, które okazały się przyczyną występowania anomalii.

Niniejsze opracowanie wyników badań skał z otworów wiertniczych Sejny IG 1 i IG 2 oparto na zbiorowych dokumentacjach archiwalnych. Profil litologiczno-stratygraficzny pokrywy osadowej został wykonany przez E. Ekiert (Sejny IG 1) i S. Kubickiego (Sejny IG 2). Autorami profilu podłoża krystalicznego są: dla otworu wiert. Sejny IG 1 — W. Ryka, a dla otworu wiert. Sejny IG 2 — A. Dziedzic.

W dokumentacji otworu wiert. Sejny IG 1, O. Juskowiak i W. Ryka opracowali rozdziały o wynikach badań petrograficznych anortozytów, leukogabra i żył granitoidowych oraz wyniki badań chemicznych skał. W. Ryka jest autorem rozdziału o skałach metamorficznych: amfibolach i gnejsach. M. Juskowiakowa opisała lamprofiry, J. Siemiątkowski badał minerały kruszcowe a A. Dziedzic zajmowała się analizą wyników badań geochemicznych.

Badania petrograficzne skał z otworu wiert. Sejny IG 2 wykonały A. Dziedzic i B. Żaczkiwicz. Wynikami badań chemicznych, geochemicznych i mineralogicznych zajmowała się A. Dziedzic, natomiast B. Marcinkowski napisał o minerałach kruszczowych. W przypadku obu otworów H. Kurbiel i S. Kubicki zajmowali się badaniami i interpretacją geofizyczną. Ogólne wnioski do archiwalnej dokumentacji otworu wiert. Sejny IG 1 napisał S. Kubicki, a do otworu wiert. Sejny IG 2 przy współudziale A. Dziedzic. Redakcję naukową sprawowała E. Krystkiewicz i O. Juskowiak.

Praca została przygotowana w ramach tematu nr 6.20.1305.00.0, finansowanego ze środków KBN, którego kierownikiem był O. Juskowiak, główny redaktor serii opracowań głębokich otworów wiertniczych.

PROFIL STRATYGRAFICZNY OTWORU WIERTNICZEGO SEJNY IG 1

„C Z W A R T O R Z Ę D ”

0,0–128,0 (128,0)²

„T R Z E C I O R Z Ę D ”

128,0–202,0 (74,0)

K R E D A

KREDA GÓRNA

202,0–288,0 (86,0)

KREDA DOLNA

288,0–370,0 (82,0)

J U R A

JURA GÓRNA

370,0–412,0 (42,0)

JURA ŚRODKOWA

412,0–471,0 (59,0)

² Głębokość i miąższość podano w metrach

TRIAS

TRIAS DOLNY

471,0–552,6 (81,6)

PREKAMBR

552,6–1168,7 (616,1)

PROFIL STRATYGRAFICZNY OTWORU WIERTNICZEGO SEJNY IG 2

„C Z W A R T O R Z Ę D ”

0,0–124,0 (124,0)³

P A L E O G E N

124,0–202,0 (78,0)

K R E D A

KREDA GÓRNA

202,0–288,5 (86,5) (turon)
288,5–367,0 (78,5) (alb–cenoman)

J U R A

JURA GÓRNA

367,0–400,0 (33,0)

JURA ŚRODKOWA

400,0–469,0 (69,0)

³ Głębokość i miąższość podano w metrach

TR I A S

TRIAS DOLNY

469,0–546,8 (77,8) (dolny pstry piaskowiec)

PREKAMBR

546,8–1940,0 (1393,2)

Emilia EKIERT⁴

PROFIL LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNY OTWORU WIERTNICZEGO SEJNY IG 1

POKRYWA OSADOWA

Głębokość w metrach

Opis litologiczny

Wiercenie bezrdzeniowe

„CZWARTORZĘD”

0,0–5,0	Piasek szarozółty, zailony
5,0–28,0	Piasek drobnoziarnisty ze żwirkiem skał krystalicznych
28,0–70,0	Piasek drobnoziarnisty, miejscami ilasty, ze żwirkiem skał krystalicznych
70,0–128,0	Gлина zapiaszczona ze żwirkiem skał krystalicznych i okruchami piaskowca drobnoziarnistego, ilastego

„TRZECIORZĘD”

128,0–202,0	Piasek drobnoziarnisty szary, zailony z drobnymi okruchami mułowców w spągu
-------------	---

K R E D A

KREDA GÓRNA

202,0–288,0	Wapień piaszczysty biały i jasnoszary z krzemieniami
-------------	--

⁴ Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

KREDA DOLNA

288,0–304,0	Piaskowiec wapnisty z glaukonitem
304,0–306,0	Piaskowiec kruchy z fosforytami
306,0–335,0	Piaskowiec wapnisty z glaukonitem
335,0–370,0	Mułowec wapnisty, szarozielony z ziarnami glaukonitu; analiza mikroskopowa próbki z głębokości 341,4 m wykazała, że jest to skała o charakterze łupkowym z milimetrowymi przerostami mułowca wapnistego z blaszkami miki, iłowca wapnistego zlimonityzowanego, żółtobrunatnego z pyłem kwarcowym, iłowca łuszczkowego z licznymi skaleniami i biotytem zielonym oraz mułowca wapnistego z biotytem

J U R A

JURA GÓRNA

370,0–412,0	Wapień piaszczysty, szary
-------------	---------------------------

JURA ŚRODKOWA

412,0–420,0	Mułowec szary z detrytusem zwęglonych roślin i okruchami węgla
420,0–453,0	Piaskowiec drobnoziarnisty, ilasty, ciemnoszary
453,0–471,0	Mułowec ciemnoszary ze żwirkiem kwarcowym

T R I A S

TRIAS DOLNY

471,0–501,0	Łowec szaroczerwony
501,0–530,0	Piaskowiec drobnoziarnisty, pstry
	Wiercenie rdzeniowane
530,0–538,0	Piaskowiec drobnoziarnisty, szaroczerwono-biały z muskowitem na powierzchniach uławicenia
538,0–546,0	Piaskowiec różnoziarnisty, wiśniowy z licznym muskowitem, z okruchami szarego iłowca i ze żwirkiem kwarcowym (żwirowiec)
546,0–552,6	Piaskowiec drobnoziarnisty, pstry

Wacław RYKA

PODŁOŻE KRYSTALICZNE

PREKAMBR

Głębokość w metrach	Opis litologiczny
552,6–553,0	Skąła zwietrzała, barwy rdzawej, średnioblastyczna, bezkierunkowa
553,0–555,0	Gnejs biotytowy, drobnoblastyczny, oczkowy, bardzo silnie zwietrzały
555,0–557,7	Gnejs biotytowy, czarnozielony, drobnoblastyczny, oczkowy, nieznacznie zwietrzały, zlustrowany; w spągu tektoniczny kontakt z anortozytem pod kątem 60°
557,7–564,8	Anortozyt gruboblastyczny, o brunatnawo-zielonkawym plamistym zabarwieniu, częściowo spowodowanym zwietrzeniem skały
564,8–566,0	Anortozyt gruboblastyczny, skatakłazowany i częściowo zwietrzały
566,0–566,3	Anortozyt gruboblastyczny, bezładny, nieprzeobrażony hipergenicznie
566,3–566,6	Leukogabro średnioblastyczne, barwy rdzawej w wyniku częściowego przeobrażenia hipergenicznego
566,6–569,7	Leukogabro ciemnoszare, drobnoblastyczne, z lokalnymi przerostami średnioblastycznymi; na głębokości 568,6 m — 2 cm żyła mobilizatu zbiotyzowanego na kontaktach
569,7–569,8	Mylonit przeobrażony hydrotermalnie, ukierunkowany pod kątem około 70°, z fragmentami zasadowej skały żyłowej
569,8–572,3	Leukogabro ciemnoszare
572,3–573,9	Mylonit przeobrażony hydrotermalnie, bez wyraźnej kierunkowości, z odłamkami zasadowej skały żyłowej (głębokość 573,2 m) oraz śladami rozartej żyły granitoidowej, ukierunkowanej pod kątem około 30° (głębokość 572,4 m)
573,9–575,1	Leukogabro średnioblastyczne, częściowo przeobrażone hydrotermalnie; w stropie strefa brekcji o miąższości 5 cm
575,1–575,2	Żyła lamprofiru pod kątem około 70°
575,2–575,55	Skąła zmylonityzowana i przeobrażona hydrotermalnie, średnioblastyczna, popielatozielonkawa
575,55–575,65	Żyła lamprofiru, czarna, pod kątem około 80°
575,65–575,75	Leukogabro średnioblastyczne, skatakłazowane, z nieregularną, czarną żyłą lamprofiru o grubości 3–4 cm
575,75–576,1	Leukogabro średnioblastyczne
576,1–577,5	Żyła lamprofiru pod kątem około 80°, na kontakcie spągowym cienka strefa amfibolitu, powstała w wyniku oddziaływania skały zasadowej na leukogabro
577,5–579,6	Leukogabro średnioblastyczne, przeobrażone hydrotermalnie, bezładne, z licznymi szlirami ciemnych minerałów maficznych
579,6–581,8	Żyła czarnego lamprofiru; kontakt spągowy skatakłazowany
581,8–582,0	Leukogabro średnioblastyczne

- 582,0–582,3 Anortozyt gruboblastyczny
- 582,3–582,6 Żyła czarnego lamprofiru o stromych, nieregularnych kontaktach
- 582,6–583,3 Anortozyt skataklastyczny, gruboblastyczny
- 583,3–584,1 Żyła czarnego lamprofiru pod kątem około 80°
- 584,1–586,2 Anortozyt gruboblastyczny, skataklastyczny, częściowo przeobrażony hydrotermalnie
- 586,2–587,0 Leukogabro średnioblastyczne, ciemnoszare; na kontakcie spagowym z pegmatytem występuje porfiroblastyczny wzrost minerałów
- 587,0–587,4 Pegmatyt średnioziarnisty z żyłami kalcytu; kontakt stropu skalcytyzowany, a spagowy zmylonityzowany pod kątem 30°
- 587,4–587,7 Leukogabro średnioblastyczne spękane i wtórnie spojone materiałem hydrotermalnym
- 587,7–587,8 Mikroleukogabro czarnozielone
- 587,8–588,2 Leukogabro średnioblastyczne
- 588,2–592,3 Anortozyt gruboblastyczny, słabo skataklastyczny i spękany
- 592,3–592,4 Mikroleukogabro czarnozielone o niestałych kontaktach ze skałami otaczającymi
- 592,4–593,5 Anortozyt gruboblastyczny, słabo skataklastyczny
- 593,5–593,6 Mikroleukogabro szarozielone
- 593,6–595,7 Anortozyt gruboblastyczny z drobnymi szlirowatymi skupieniami biotyту, słabo skataklastyczny
- 595,7–595,9 Anortozyt przeobrażony hydrotermalnie
- 595,9–597,9 Anortozyt średnioblastyczny, słabo skataklastyczny
- 597,9–598,8 Anortozyt skataklastyczny na kontakcie z żyłą lamprofiru
- 598,8–599,7 Żyła lamprofiru czarnego pod kątem 80–90°
- 599,7–600,1 Mylonit anortozytu z licznymi odłamkami lamprofiru
- 600,1–600,2 Żyła lamprofiru pod kątem 80°
- 600,2–600,5 Mylonit anortozytu z licznymi odłamkami żyłowej skały zasadowej
- 600,5–600,7 Żyła lamprofiru pod kątem około 80°
- 600,7–601,2 Enderbit średnioblastyczny, słabo ukierunkowany i skataklastyczny licznymi szlirowatymi skupieniami minerałów ciemnych
- 601,2–601,25 Amfibolit czarny pod kątem 60°
- 601,25–605,1 Anortozyt gruboblastyczny, słabo skataklastyczny; na głębokości 601,6 m szliry o grubości 2 i 5 cm, a na głębokości 603,5 oraz 603,9 m — pegmatoidalne żyłki; w spagu, na kontakcie z lamprofirem, cienka strefa skały zamfibolityzowanej
- 605,1–607,2 Żyła lamprofiru
- 607,2–607,5 Pegmatyt
- 607,5–608,1 Anortozyt gruboblastyczny, skataklastyczny
- 608,1–609,1 Mikroleukogabro ciemnoszare, na głębokości 608,6 oraz 609,0 m występują skupienia anortozytu średnioblastycznego o średnicy 10 cm
- 609,1–609,4 Hornfels z cienkimi żyłami zasadowej skały magmowej
- 609,4–613,2 Hornfels drobno- i średnioblastyczny, ciemnopopielaty; na głębokości 610,2 i 610,7 m fragmenty skataklastycznej skały gruboblastycznej; w spagu, poniżej głębokości 612,0 m, hornfels silnie spękany

- 613,2–613,4
613,4–614,9
614,9–623,1
623,1–623,4
623,4–624,5
624,5–624,8
624,8–628,8
628,8–631,9
631,9–632,3
632,3–632,4
632,4–632,5
632,5–639,7
639,7–642,8
642,8–651,6
651,6–651,7
651,7–655,8
655,8–656,9
656,9–658,7
658,7–662,3
662,3–663,6
663,6–667,9
667,9–668,4
668,4–672,0
672,0–674,0
674,0–674,3
- Leukogabro średnioblastyczne, częściowo przeobrażone hydrotermalnie
Mikroleukogabro, ciemnopopielate; w spągu słabo zaznaczone poziome ukierunkowanie
Leukogabro gruboblastyczne, skataklastowane; na głębokości 616,0–617,0 m partia skały spękanej i przeobrażonej hipergenicznie; na głębokości 620,3 m — żyłka pegmatoidu o grubości 1 cm, na głębokości 622,0 m — wkładka szlirowatego amfibolitu o grubości 5 cm
Mikroleukogabro
Leukogabro średnioblastyczne, częściowo skataklastowane; na głębokości 623,8 m — partie drobnoblastyczne o średnicy 10 cm
Leukogabro średnioblastyczne
Leukogabro gruboblastyczne, słabo skataklastowane i stromo spękane; na głębokości 626,5–627,5 m strefa częściowo przeobrażona hydrotermalnie
Leukogabro drobnoblastyczne, ciemnoszare; na głębokości 630,2–631,3 m partia skały średnioblastycznej
Leukogabro gruboblastyczne, częściowo zmylonityzowane
Pegmatyt
Leukogabro gruboblastyczne, skataklastowane
Leukogabro średnioblastyczne, popielate, słabo skataklastowane; na głębokości 634,9–635,0 m skała zmylonityzowana, a na głębokości 638,7 m — pozioma szlira biotytowa (0,5 cm)
Leukogabro gruboblastyczne, przeobrażone hydrotermalnie; na głębokości 641,0–641,4 m oraz 642,7–642,8 m partia skały skarbonatyzowanej
Leukogabro średnioblastyczne, ciemnopopielate; na głębokości 644,0–644,8 m partia skały zbrekcjonowanej
Pegmatyt o zmiennych kontaktach z leukogabrem
Leukogabro gruboblastyczne, delikatnie spękane, stromo zlustrowane
Leukogabro gruboblastyczne; w dolnej części obecne są skupienia mikroklinu oraz substratu piroksenowo-plagioklastowego; w kontakcie spagowym partia skały skataklastowanej
Pegmatyt szaroróżowawy, częściowo skataklastowany; na głębokości około 658,0 m przeobrażony hydrotermalnie
Leukogabro średnioblastyczne, nieregularnie spękane, z drobnymi skupieniami szlirowatymi
Leukogabro przeobrażone hydrotermalnie
Leukogabro średnioblastyczne, nieregularnie spękane
Leukogabro gruboblastyczne, w stropie i spągu przechodzące w skałę średnioblastyczną
Leukogabro średnioblastyczne
Mikroleukogabro z nielicznymi szlirami skały o strukturze średnioblastycznej, ułożonymi pod kątem 45°
Pegmatyt o kontakcie spagowym, poziomym i częściowo roztrawionym kontakcie stropowym pod kątem około 20°

- 674,3–677,8 Leukogabro drobnoblastyczne, bardzo słabo spękane pod zmiennymi kątami, zlustrowane; na głębokości 674,7 m piętnastocentymetrowy fragment gnejsu z otoczką biotyty; na głębokości 675,5 m dziesięciocentymetrowa wkładka gnejsu oraz małe odłamki gnejsu na głębokości 676,1 m, a na głębokości 675,6 m — roztrawionej na brzegach skały średnioblastycznej
- 677,8–680,5 Leukogabro średnioblastyczne, słabo spękane pod kątem około 40°, spękania zabliźnione węglanami; obecne są nieregularne skupienia skały gruboblastycznej
- 680,5–681,7 Leukogabro średnioblastyczne; słabo spękane i zabliźnione węglanami
- 681,7–682,3 Hornfels średnioblastyczny ze skupieniami minerałów barwnych
- 682,3–682,6 Granitoid drobnoblastyczny, ułożony prostopadle do otaczającego hornfelsu, przecięty grubą żyłą pegmatytu pod kątem 50°
- 682,6–683,6 Hornfels drobnoblastyczny; w stropie i spągu przechodzi w skałę średnioblastyczną ze słabo zaznaczoną kierunkowością
- 683,6–684,1 Pegmatyt o strukturze niejednorodnej
- 684,1–685,0 Leukogabro średnio- i drobnoblastyczne, spękane
- 685,0–686,4 Pegmatyt
- 686,4–694,3 Leukogabro średnioblastyczne, z nielicznymi drobnymi szlirami biotytyowymi i cienkimi żyłkami węglanowymi
- 694,3–694,7 Pegmatyt zbrekcyjowany
- 694,7–696,3 Leukogabro średnioblastyczne, z drobnymi żyłkami granitoidowymi o grubości do 2 cm
- 696,3–696,4 Pegmatyt
- 696,4–696,8 Hornfels drobnoblastyczny
- 696,8–701,0 Leukogabro średnioblastyczne, delikatnie spękane pod kątem 30–40° i użyłone materiałem węglanowym o grubości 1 cm; w spągu kontakt z hornfelsem pod kątem 70°
- 701,0–703,9 Hornfels drobnoblastyczny, bezładny
- 703,9–704,2 Pegmatyt skatakłazowany
- 704,2–706,1 Leukogabro drobnoblastyczne; kontakt spągowy 60°
- 706,1–707,0 Leukogabro średnioblastyczne; kontakt spągowy 70°
- 707,0–708,8 Leukogabro drobnoblastyczne
- 708,8–730,6 Leukogabro drobno-, miejscami średnioblastyczne z relikami przeobrażonych skał piroksenowych na głębokościach: 713,5 m (5 cm), 717,7 m (20 cm), 718,7 m, 722,2 m (30 cm), 724,0 m (60 cm), 726,4–727,1 m, 727,7–727,9 m; ponadto na głębokości 715,3 m oraz 720,6 m skupienia skały gruboblastycznej, a na głębokości 725,1–727,0 m żyła pegmatytu pod kątem 20°
- 730,6–732,3 Leukogabro spękane i przeobrażone hydrotermalnie; na głębokości 731,1–731,2 m żyła pegmatytu
- 732,3–734,2 Pegmatyt, w partiach brzeżnych drobnoziarnisty
- 734,2–734,3 Leukogabro przeobrażone hydrotermalnie
- 734,3–735,3 Leukogabro średnioblastyczne; na głębokości 735,0 m — fragment skały o strukturze drobnoblastycznej
- 735,3–737,0 Amfibolit o zaburzonej teksturze, z nieregularnymi szlirami na głębokości 736,0–736,4 m

- 737,0–738,6 Leukogabro drobnoblastyczne; kontakt spągowy nieostry, pod kątem około 60°
- 738,9–739,0 Leukogabro średnioblastyczne
- 739,0–739,9 Leukogabro drobnoblastyczne o teksturze bezładnej
- 739,9–744,1 Leukogabro średnioblastyczne, przechodzące lokalnie w gruboblastyczne ze słabo zaznaczoną kierunkowością pod kątem około 60°; zgodnie z tym kierunkiem skała jest spękana i użyłona; obecne są lustra tektoniczne o przebiegu poziomym i pionowym
- 744,1744,4 Leukogabro drobnoblastyczne
- 744,4–749,4 Leukogabro średnioblastyczne, o słabo zaznaczonej teksturze kierunkowej, widocznej w ułożeniu ciemnych składników pod kątem 70°; na głębokości 747,5–748,0 m występują glomeroblasty biotytu o średnicy 1–2 cm
- 749,4–750,9 Amfibolit średnioblastyczny, nebulitowy, o teksturze migmatytowej, pod kątem 60–70°; substrat słabo zróżnicowany z mobilizatem jest dodatkowo poprzecinany żyłkami granitowymi
- 750,9–755,3 Leukogabro średnioblastyczne, o bardzo słabo zaznaczonej teksturze kierunkowej pod kątem 60°; na głębokości 754,0 m — 10 cm żyłka pegmatytu o zbiotyzowanych kontaktach
- 755,3–762,5 Leukogabro drobnoblastyczne
- 762,5–762,7 Pegmatyt ułożony pod kątem 60°
- 762,7–763,4 Leukogabro średnioblastyczne o słabo zaznaczonej kierunkowości
- 763,4–768,0 Leukogabro średnioblastyczne, lokalnie obserwuje się strome płaszczyzny zlustrowania
- 768,0–769,4 Leukogabro drobnoblastyczne, poziomo laminowane jasnopopielatym hornfelsem o grubości do 0,5 cm
- 769,4–771,3 Leukogabro średnioblastyczne z niewielką ilością poziomych laminacji hornfelsowych
- 771,3–775,2 Hornfels drobno- i średnioblastyczny, poziomo laminowany leukogabrem drobnoblastycznym; na głębokości 773,2 m szlira biotytowa
- 775,2–778,9 Leukogabro średnioblastyczne; na głębokości 777,2 oraz 777,7 m występują jaśniejsze fragmenty skały drobnoblastycznej
- 778,9–779,8 Leukogabro średnioblastyczne, miejscami przechodzące w gruboblastyczne
- 779,8–781,1 Leukogabro drobnoblastyczne
- 781,1–782,8 Leukogabro średnioblastyczne
- 782,8–783,1 Pegmatyt o różnoziarnistej strukturze, skataklazowany w spągu
- 783,1–785,6 Leukogabro średnioblastyczne o bardzo słabo zaznaczonej teksturze kierunkowej, ku spągowi staje się bardziej drobnoblastyczne
- 785,6–786,0 Leukogabro drobnoblastyczne
- 786,0–786,4 Leukogabro średnioblastyczne
- 786,4–788,1 Mikroleukogabro
- 788,1–789,3 Amfibolit drobno- i średnioblastyczny o typie teksturalnym migmatytu nebulitowego
- 789,3–789,9 Amfibolit drobnoblastyczny z siatkowatymi skupieniami materiału średnioblastycznego; skała o typie teksturalnym migmatytu diktionitowego

- 789,9–792,7 Leukogabro drobnoblastyczne, z drobnymi, nieregularnymi skupieniami skały mikroziarnistej, w dolnej części słabo ukierunkowany pod kątem około 45°
- 792,7–796,1 Gnejs biotytowy drobnoblastyczny, z licznymi poziomymi, jaśniejszymi laminami grubości do 5 cm
- 796,1–796,3 Pegmatyt przecinający skały otaczające pod kątem 30° ; kontakt spągowy zbiotyzowany
- 796,3–799,5 Gnejs biotytowy od drobno- do średnioblastycznego, nieregularnie poziomo laminowany jaśniejszym materiałem; na głębokości 797,7 m nieliczne szliry biotytowe; w dolnej części przecięty dwoma żyłkami granitoidowymi o grubości około 1 cm, ułożonymi pod kątem około 70°
- 799,5–808,3 Gnejs biotytowy, średnioblastyczny, o teksturze bezkierunkowej; na głębokości 803,6 m szlirowate skupienia gnejsu piroksenowego
- 808,3–809,8 Gnejs biotytowy, drobnoblastyczny o teksturze bezkierunkowej; zawierający nieliczne drobne szliry biotytowe
- 809,8–810,0 Leukogabro drobnoblastyczne o teksturze bezładnej, kontaktujące z gnejsami pod kątem 60°
- 810,0–811,8 Gnejs biotytowy, drobnoblastyczny o cechach teksturalnych migmatytu szlirowego
- 811,8–813,3 Gnejs piroksenowy, drobnoblastyczny, laminowany pod kątem 60 – 70°
- 813,3–813,6 Gnejs piroksenowy, drobnoblastyczny, bezkierunkowy, czarny
- 813,6–817,2 Gnejs piroksenowy, drobnoblastyczny o teksturze bezładnej, ciemnopopielaty z nielicznymi skupieniami szlirowatymi na głębokości 814,5–815,5 m
- 817,2–817,4 Gnejs piroksenowy, drobnoblastyczny, bezkierunkowy, czarny
- 817,4–818,0 Gnejs piroksenowy, średnioblastyczny, bezkierunkowy
- 818,0–818,1 Pegmatyt tnący gnejsy pod kątem około 60°
- 818,1–819,5 Strefa hydrotermalnie przeobrażonego gnejsu piroksenowego
- 819,5–820,7 Pegmatyt
- 820,7–833,0 Gnejs piroksenowy drobno- i średnioblastyczny o cechach teksturalnych migmatytu szlirowatego
- 833,0–838,9 Leukogabro drobnoblastyczne; na głębokości 838,7 m drobne skupienia gnejsu piroksenowego
- 838,9–844,8 Leukogabro drobnoblastyczne o cechach teksturalnych migmatytu diktionitowego; skała ciemnopopielata, pocięta nieregularną siatką jasnopopielatych żyłek
- 844,8–845,7 Amfibolit z licznymi szlirami skały piroksenowej
- 845,7–852,6 Leukogabro drobnoblastyczne; lokalnie obserwuje się skupienia materiału średnioblastycznego, ułożonego pod kątem około 20° ; skała spękana pod różnymi kątami
- 852,6–853,5 Mikroleukogabro o teksturze migmatytu nebulitowego i słabo zaznaczonej kierunkowości pod kątem około 30° , jasnopopielate
- 853,5–854,9 Anortozyt średnioblastyczny
- 854,9–859,4 Leukogabro gruboblastyczne, spękane
- 859,4–859,7 Pegmatyt pod kątem około 70°
- 859,7–864,4 Leukogabro gruboblastyczne o słabo zaznaczonej teksturze kierunkowej pod zmiennymi kątami; skała słabo spękana

- 864,4–875,9 Anortozyt gruboblastyczny, na głębokości 867,9–868,3 m fragment amfibolitu drobnoblastycznego o ostro zaznaczonych kontaktach
- 875,9–876,0 Pegmatyt
- 876,0–876,1 Anortozyt gruboblastyczny
- 876,1–879,1 Pegmatyt drobnodziarnisty na brzegach i średniodziarnisty w środku żyły; kontakty ze skałami otaczającymi poziome; w górnej części żyły partia skatakazowana
- 879,1–879,7 Amfibolit drobnoblastyczny, bezkierunkowy, czarny, z ukośną cienką żyłką skaleniową; kontakt spągowy pod kątem około 70° ma charakter tektoniczny
- 879,7–881,6 Anortozyt średnioblastyczny, miejscami przechodzący w gruboblastyczny; na głębokości 881,2 m — żyłka skaleniowa o grubości 1 cm
- 881,6–886,1 Leukogabro drobno- i średnioblastyczne, z lokalnymi przejściami do struktury gruboblastycznej; tekstura o charakterze migmatytu nebulitowego; skała bardzo słabo użylona
- 886,1–888,2 Anortozyt gruboblastyczny
- 888,2–889,7 Leukogabro drobnoblastyczne, ciemnopopielate
- 889,7–890,3 Anortozyt gruboblastyczny
- 890,3–891,7 Anortozyt średnioblastyczny, z nieregularnymi skupieniami skały gruboblastycznej
- 891,7–891,9 Amfibolit drobnoblastyczny, stykający się w spągu z anortozytem pod kątem około 60°
- 891,9–894,4 Anortozyt gruboblastyczny
- 894,4–894,7 Mikroleukogabro
- 894,7–897,3 Leukogabro średnioblastyczne, ciemnopopielate
- 897,3–897,5 Leukogabro średnioblastyczne o cechach teksturalnych migmatytu szlirowatego
- 897,5–902,5 Leukogabro średnioblastyczne, lokalnie o teksturze kierunkowej, widocznej w poziomym laminowaniu skałą jasnopopielatą, obfitującą w mikroklin
- 902,5–905,8 Leukogabro od drobno- do średnioblastycznego, przeważnie pozbawione kierunkowości lub też ukierunkowane pod małymi kątami
- 905,8–906,2 Anortozyt średnioblastyczny
- 906,2–906,55 Anortozyt drobnoblastyczny
- 906,55–911,6 Anortozyt gruboblastyczny, miejscami dość obficie użylony materiałem granitoidowym; na głębokości 909,8 m — 3 cm żyła pod kątem 20° , na głębokości 910,6 m — żyła 0,5 cm pod kątem 20° , na głębokości 910,9 m — żyła 0,5 cm
- 911,6–911,7 Pegmatyt skatakazowany, tnący anortozyty pod kątem 60°
- 911,7–912,2 Amfibolit drobnoblastyczny, w spągu kontakt z anortozytem pod kątem około 70°
- 912,2–912,8 Anortozyt gruboblastyczny
- 912,8–913,1 Anortozyt drobnoblastyczny, ciemnopopielaty; kontakt spągowy pod kątem około 70°
- 913,1–915,8 Anortozyt gruboblastyczny, bez wyraźnej kierunkowości, z nielicznymi szlirami biotytowymi
- 915,8–920,3 Anortozyt gruboblastyczny, z drobnymi skupieniami mikroklinu

920,3–922,0	Leukogabro średnioblastyczne
922,0–922,2	Leukogabro o strukturze drobnoblastycznej, bezładne, ciemnopopielate
922,2–930,9	Anortozyt gruboblastyczny o bardzo słabo zaznaczonej teksturze kierunkowej, słabo ułożony; na głębokości 916,0–926,6 m widoczny jest fragment jasnopopielatego amfibolitu drobnoblastycznego
930,9–931,1	Pegmatyt drobnoziarnisty, tnący poziomo anortozyt
931,1–933,0	Anortozyt średnioblastyczny przecięty dwoma żyłkami granitoidowymi: na głębokości 932,3 m o grubości 5 cm i na głębokości 932,4 m — o grubości 2 cm
933,0–933,3	Pegmatyt drobnoziarnisty, tnący anortozyty pod kątem 30°
933,3–933,9	Anortozyt gruboblastyczny, w dolnej części wzbogacony w mikroklin
933,9–934,0	Mikroleukogabro czarne
934,0–934,1	Anortozyt gruboblastyczny
934,1–934,3	Pegmatyt drobnoziarnisty, tnący skały otaczające i kontaminujący je na kontaktach
934,3–947,9	Anortozyt średnio- i gruboblastyczny, bezładny; na głębokości 936,8 m występują wkładki amfibolitu jasnopopielatego, ułożone pod kątem 60–70° i przedzielone partią pegmatoidalną anortozytu; na głębokościach 934,7 oraz 935,7 m występują żyłki granitoidowe o grubości 2 cm
947,9–948,6	Amfibolit drobnoblastyczny przecinający anortozyt pod kątem 50°; na głębokości 948,3 m — żyłka skaleniowa o grubości 2 cm
948,6–949,8	Anortozyt gruboblastyczny
949,8–950,0	Pegmatyt tnący poziomo anortozyty
950,0–954,2	Anortozyt skatakłazowany, gruboblastyczny, słabo spękany pod zmiennymi kątami
954,2–954,3	Pegmatyt drobnoziarnisty, tnący poziomo skały otaczające
954,3–954,5	Anortozyt gruboblastyczny
954,5–955,3	Pegmatyt o zmiennej strukturze, drobno- i średnioziarnistej
955,3–955,5	Pegmatyt zbrekcjowany i wtórnie spojony mikroklinem
955,5–955,7	Anortozyt skatakłazowany, gruboblastyczny, słabo spojony mikroklinem
955,7–955,75	Pegmatyt średnioziarnisty, tnący poziomo skały otaczające
955,75–957,7	Anortozyt gruboblastyczny
957,7–957,9	Amfibolit średnioblastyczny
957,9–976,3	Anortozyt gruboblastyczny, bardzo słabo spękany, użylony (głębokość 958,5 m)
976,3–976,8	Pegmatyt gruboziarnisty, skatakłazowany, tnący skały otaczające pod kątem około 50°
976,8–978,0	Anortozyt skatakłazowany, średnioblastyczny
978,0–978,5	Pegmatyt gruboziarnisty, w części spągowej wzbogacony w minerały kruszcowe
978,5–979,8	Pegmatyt średnioziarnisty
979,8–980,0	Anortozyt średnioblastyczny, czarnozielony, skontaminowany częściowo przez pegmatyt
980,0–980,3	Pegmatyt średnioziarnisty
980,3–980,6	Partia anortozytu prawie zupełnie skontaminowanego przez pegmatyt

980,6–985,5	Anortozyt średnioblastyczny
985,5–990,2	Anortozyt gruboblastyczny ze skupieniami gniazdowego mikroklinu o średnicy do 5 cm na głębokości 987,7 m
990,2–990,4	Anortozyt gruboblastyczny prawie całkowicie skontaminowany pegmatytem
990,4–991,1	Pegmatyt drobnoziarnisty
991,1–999,8	Anortozyt średnioblastyczny, w dolnej partii słabo ukierunkowany pod kątem około 70°
999,8–1002,0	Anortozyt średnioblastyczny, nierównoblastyczny, o nierównomiernym rozmieszczeniu składników jasnych i ciemnych, z tendencją do glomeroblastezy
1002,0–1002,3	Anortozyt gruboblastyczny, słabo ukierunkowany pod kątem 50°
1002,3–1003,1	Leukogabro średnioblastyczne
1003,1–1004,2	Pegmatyt drobnoziarnisty, poziomo smugowany biotytem
1004,2–1009,2	Leukogabro średnioblastyczne, o nierównomiernym rozmieszczeniu składników jasnych i ciemnych
1009,2–1009,9	Anortozyt gruboblastyczny
1009,9–1010,1	Pegmatyt drobnoziarnisty, z biotytem ukierunkowanym pod kątem 40°, zgodnie z kontaktem z anortozytami
1010,1–1010,2	Anortozyt gruboblastyczny
1010,2–1017,1	Anortozyt średnioblastyczny, odznaczający się nieregularnym rozmieszczeniem składników jasnych i ciemnych
1017,1–1018,7	Anortozyt gruboblastyczny
1018,7–1023,2	Anortozyt skatklazowany, jasnopopielaty, średnioblastyczny, z przejściami do drobnioblastycznego; skała delikatnie i nieregularnie użyłona
1023,2–1034,5	Anortozyt gruboblastyczny o nieregularnym rozmieszczeniu jasnych i ciemnych składników; na głębokości 1031,8–1032,0 m występuje żyła pegmatytu
1034,5–1035,3	Leukogabro średnioblastyczne
1035,3–1038,0	Anortozyt gruboblastyczny
1038,0–1042,5	Anortozyt średnioblastyczny
1042,5–1042,8	Amfibolit drobnioblastyczny, słabo ukierunkowany pod kątem 40°, przecięty żyłką granitoidową o grubości 3 cm
1042,8–1043,6	Anortozyt gruboblastyczny
1043,6–1054,8	Anortozyt średnioblastyczny; na głębokości 1049,5–1050,5 m obficie występuje muskowitz
1054,8–1055,6	Pegmatyt średnioziarnisty
1055,6–1061,9	Anortozyt gruboblastyczny
1061,9–1063,3	Pegmatyt drobnoziarnisty, słabo ukierunkowany pod kątem 40°, zawierający skontaminowane fragmenty anortozytu średnioblastycznego; spagowa część żyły o grubości 10 cm okwarcowana
1063,3–1067,0	Anortozyt średnioblastyczny z przejściami do gruboblastycznego
1067,0–1073,8	Anortozyt gruboblastyczny
1073,8–1074,0	Mikroleukogabro, skała laminowana pod kątem 70°, czarna

- 1074,0–1080,6 Anortozyt gruboblastyczny, zawierający szlirowate fragmenty anortozytu drobno- i średnioblastycznego, ukierunkowanego pod różnymi kątami
- 1080,6–1081,0 Anortozyt średnioblastyczny
- 1081,0–1081,1 Pegmatyt drobnoziarnisty, tnący anortozyty pod kątem około 10° ; na kontaktach strefy o grubości 2 cm odznaczające się porfiroblastezą
- 1081,1–1082,2 Anortozyt gruboblastyczny, ze śladami starych struktur
- 1082,2–1085,9 Anortozyt średnioblastyczny, miejscami przechodzący w gruboblastyczny
- 1085,9–1086,4 Anortozyt gruboblastyczny
- 1086,4–1091,6 Anortozyt średnioblastyczny, jasnopopielaty, delikatnie użyłony kalcytem; na głębokości 1091,3 m przecięty żyłką granitoidową o grubości 2 cm pod kątem około 50°
- 1091,6–1091,8 Anortozyt roztrawiony przez pegmatyt
- 1091,8–1095,1 Anortozyt średnioblastyczny, o zmiennej kierunkowości zaznaczonej pod kątem $40\text{--}70^\circ$, użyłony cienkimi żyłkami granitoidowymi (głębokość 1092,5 m) ułożonymi pod kątem około 30°
- 1095,1–1095,9 Brekcja tektoniczna złożona z anortozytu średnio- i gruboblastycznego oraz pegmatytu, przeobrażona hydrotermalnie
- 1095,9–1111,2 Anortozyt skatakłazowany, średnioblastyczny, lokalnie gruboblastyczny, słabo ukierunkowany pod kątem około 60° ; skała słabo użyłona materiałem granitoidowym; na głębokości: 1097,7 m — 4 cm żyłka pod kątem 40° , 1107,5 m — 10 cm żyłka pod kątem 10° , 1107,7 m — 4 cm żyłka pod kątem 20°
- 1111,2–1112,4 Anortozyt gruboblastyczny, z lokalnymi przejściami do struktury średnio- i drobnioblastycznej
- 1112,4–1113,1 Pegmatyt o strukturze zróżnicowanej, tnący anortozyt pod kątem 40°
- 1113,1–1113,5 Anortozyt średnioblastyczny
- 1113,5–1114,3 Anortozyt gruboblastyczny
- 1114,3–1115,4 Anortozyt skatakłazowany, średnioblastyczny
- 1115,4–1115,7 Pegmatyt drobnoziarnisty, kontaktujący z anortozytami w stropie pod kątem 20° , a w spągu — 0°
- 1115,7–1116,4 Anortozyt skatakłazowany, gruboblastyczny, przecięty żyłką mikroklinową o grubości 1 cm
- 1116,4–1117,8 Anortozyt skatakłazowany, średnioblastyczny, pozbawiony kierunkowości, przecięty żyłką mikroklinową ułożoną pod kątem 10°
- 1117,8–1118,2 Anortozyt skatakłazowany, gruboblastyczny, bezładny
- 1118,2–1140,4 Anortozyt skatakłazowany, średnioblastyczny, pozbawiony kierunkowości, zawierający nieliczne skupienia materiału granitoidowego na głębokościach: 1121,0, 1122,0, 1122,8, 1125,3, 1126,2, 1127,4, 1128,5 1129,5 m
- 1140,4–1141,3 Anortozyt gruboblastyczny
- 1141,3–1143,0 Anortozyt skatakłazowany, średnioblastyczny
- 1143,0–1145,5 Anortozyt gruboblastyczny, miejscami przechodzący w anortozyt średnioblastyczny
- 1145,5–1147,0 Anortozyt skatakłazowany, średnioblastyczny, bezładny; w górnej części przecięty pod kątem 60° żyłką granitoidową o grubości 4 cm
- 1147,0–1147,2 Anortozyt gruboblastyczny

- 1147,2–1148,2 Anortozyt średnioblastyczny o słabo zaznaczonej kierunkowości pod kątem 60° ; na głębokości 1147,6 m nieliczne glomeroblastyczne skupienia materiału grubszego
- 1148,2–1149,5 Anortozyt gruboblastyczny, przechodzący stopniowo w skałę skatakla-zowaną
- 1149,5–1168,7 Anortozyt skatakla-zowany średnioblastyczny, z przejściem do grubo-blastycznego na głębokości 1166,2–1166,4 m; skała przeważnie pozba-wiona kierunkowości, oprócz końcowego odcinka na głębokości poniżej 1167,0 m; anortozyt poprzecinany jest nielicznymi cienkimi żyłkami grani-toidowymi na głębokościach: 1151,8 m — pod kątem 40° , 1159,3 m — pod kątem 70° i 1164,7 m — pod kątem 10°

PROFIL LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNY OTWORU WIERTNICZEGO SEJNY IG 2

Stanisław KUBICKI

POKRYWA OSADOWA

Głębokość w m

Opis litologiczny

„CZWARTORZĘD”

Głębokość w m	Opis litologiczny
0,0–17,0	Wiercenie bezrdzeniowe
17,0–33,0	Piaski różnoziarniste, szarozółte, zailone
33,0–39,0	Piaski żwirowate
39,0–42,0	Gлина zwałowa
42,0–49,0	Żwiry
49,0–63,0	Piaski różnoziarniste
63,0–64,5	Piaski różnoziarniste z wkładkami materiału ilastego
64,5–75,5	Żwiry
75,5–84,5	Piaski żwirowate z wkładką materiału ilastego
84,5–88,5	Gлина zwałowa silnie zapiaszczona
88,5–96,5	Piaski żwirowate
96,5–101,0	Gлина zwałowa z wkładkami piaszczysto-żwirowymi
101,0–104,0	Piaski żwirowate
104,0–115,0	Piaski drobnoziarniste
115,0–124,0	Mułki
	Piaski drobnoziarniste, zailone

PALEOGEN

124,0–202,0	Gezy mułowcowo-piaszczyste, wapniste z glaukonitem, w spągu (2,5 m) bardziej zwarte, z dużą domieszką glaukonitu
-------------	--

K R E D A

KREDA GÓRNA

Turon

202,0–288,5 Wapienie margliste z krzemieniami, z wkładkami margli z krzemieniami i wapieni piaszczystych

Alb–cenoman

288,5–304,0 Piaskowce kruche, wapniste, z glaukonitem i drobnymi fosforytami
 304,0–316,0 Piaski z glaukonitem i fosforytami
 316,0–326,0 Mułowce piaszczyste, wapniste z glaukonitem
 326,0–335,0 Piaski z glaukonitem i fosforytami
 335,0–367,0 Mułowce piaszczyste z glaukonitem
 367,0–382,0 Margle ilasto-piaszczyste z wkładkami wapieni piaszczystych
 382,0–400,0 Wapienie ilaste z wkładkami margli i wapieni piaszczystych

J U R A

JURA ŚRODKOWA

400,0–400,5 Warstwa ?bulasta
 400,5–404,5 Mułowce i łupki ilasto-piaszczyste z wkładkami piaskowców
 404,5–438,0 Piaskowce z wkładkami łupków ilasto-piaszczystych oraz węgla brunatnych
 438,0–444,0 Łupki ilasto-piaszczyste
 444,0–448,0 Mułowce piaszczyste
 448,0–458,0 Łupki ilasto-piaszczyste
 458,0–460,0 Mułowce piaszczyste
 460,0–469,0 Piaskowce żwirowate z wkładkami iłowców

T R I A S

TRIAS DOLNY

Dolny pstry piaskowiec

469,0–495,0 Piaskowce z wkładkami iłowców, mułowców i wapieni marglistych
 495,0–499,0 Mułowce pstre
 499,0–501,0 Piaskowce
 501,0–502,0 Mułowce i iłowce pstre
 502,0–504,0 Piaskowce
 504,0–537,0 Mułowce pstre
 537,0–545,0 Piaskowce arkozowe

Wiercenie rdzeniowane

545,0–546,8

Piaskowce grubo- i różnoziarniste, szare ze smugami ceglasytymi, z przezmazami iłowców i mułowców czekoladowych; ku spągowi zwiększa się udział frakcji gruboziarnistej, w spągu 15 cm grubookruchowego zlepieńca — piaskowca żwirowatego o spoiwie ilastym

Anna DZIEDZIC

P O D Ł O Ż E K R Y S T A L I C Z N E

PREKAMBR

Głębokość w m

Opis litologiczny

546,8–550,7

Skała bardzo zwietrzała, słabo zwięzła, szaroróżowa z zielonym odcieniem, średnioziarnista, silnie spękana pod kątem 0–10°; strefy spękań spojone materiałem hydrotermalnym

550,7–554,2

Anortozyt zwietrzały, liczne nieregularne spęknięcia wypełnione materiałem hydrotermalnym; skała poprzecinana drobnymi żyłami plagioklazowymi o grubości 0,5–0,8 cm

554,2–562,9

Gabronoryt zwietrzały, ciemnoszary, z dużą ilością biotyту, poprzecinany drobnymi żyłami granitu drobnoziarnistego oraz żyłami skaleniowymi o grubości do 5 cm; liczne spęknięcia pod kątem 70–80° zabliźnione i wypełnione materiałem hydrotermalnym; skała stopniowo uzyskuje barwę różową; w pobliżu kontaktu z granitem skontaminowana materiałem granitoidowym

562,9–563,2

Granitoid

563,2–564,2

Gabronoryt silnie przeobrażony, spękany pod kątem 90°, skarbonatyzowany

564,2–568,5

Granitoid średnio- i drobnoblastyczny, z gniazdami pegmatytu wzbogaczonego w magnetyt, tworzący zwarte agregaty ziarn o wielkości 1–1,5 cm; skała silnie spękana pod kątem 90° i użyłona kwarcem

568,5–582,2

Noryt średnioblastyczny, szary, miejscami ciemnoszary; kontakt z nadległym granitem ostry; nieliczne spęknięcia pod kątem 10–15°; skała przecięta pod kątem 90° żyłą pegmatytu, silnie skarbonatyzowana, miejscami skupienia minerałów femicznych

582,2–583,1

Pegmatyt

583,1–584,0

Noryt średnioblastyczny, silnie skarbonatyzowany

584,0–595,5

Noryt średnio- i drobnoblastyczny, ciemnoszary, sporadycznie spękany pod kątem 0–10°, poprzecinany drobnymi żyłkami granitoidu

595,5–595,6

Granit gruboziarnisty z pegmatoidalnymi skaleniami

595,6–612,0

Leukonoryt średnioblastyczny, do głębokości 595,6–600,0 m silnie spękany pod kątem 80–90° i przeobrażony hydrotermalnie. Na głębokości 603,4 i 605,4 m kilkucentymetrowej grubości żyły różowego granitu średnioziarnistego ze znaczną ilością magnetytu

612,0–643,2

Noryt średnioblastyczny; na głębokości 623,2 m przecięty 2,5 cm żyłą gruboziarnistego granitu z dużą ilością piryту; miejscami silnie spękany i przeobrażony hydrotermalnie

- 643,2–643,5 Granit drobnziarnisty, na kontakcie z norytem zmieniony hydrotermalnie; widoczne nagromadzenia apatyty, którego ziarna dochodzą do 0,2 cm
- 643,5–647,0 Noryt średnio- i drobnoblastyczny
- 647,0–647,4 Granitoid drobnoblastyczny; strefa kontaktu ze skałą otaczającą zmieniona hydrotermalnie, skontaminowana
- 647,4–651,3 Noryt jak na głębokości 643,5–647,0 m
- 651,3–651,5 Granitoid pegmatoidalny
- 651,5–672,0 Leukonoryt średnioblastyczny, miejscami poprzecinany poziomo żyłami skaleniowymi
- 672,0–672,35 Granitoid drobnoblastyczny
- 672,3–677,2 Granitoid średnioblastyczny z wkładkami pegmatytu aż do głębokości 679,4 m; w pegmatycie nagromadzenia magnetytu, miejscami monacytu; obfity apatyt; od głębokości 674,5–676,0 m pegmatyt skaleniowy z ziarnami magnetytu, dochodzącymi do 2 cm oraz fragmentami skontaminowanego norytu
- 677,2–679,4 Granit drobnziarnisty, różowy, niektóre skalenie rozwinięte pegmatoidalnie; liczne skupienia magnetytu do 1 cm; obecny apatyt i monacyt skupiony wokół agregatów magnetytu
- 679,4–709,6 Leukonoryt średnio- i drobnoblastyczny o nieregularnym rozmieszczeniu składników; sporadycznie występują spękania pod kątem 10–15°
- 709,6–709,8 Pegmatyt skataklazowany, tnący leukonoryt pod kątem 30°
- 709,8–727,5 Leukonoryt o strukturze średnioblastycznej i o bezładnym rozmieszczeniu składników; od głębokości 711,5–712,5 m partia skały silnie spękaną pod kątem 55–60°; poniżej drobne szliry szarego plagioklaz pod kątem 50°
- 727,5–727,7 Granit drobnziarnisty, różowy
- 727,7–743,1 Leukonoryt średnio- i drobnoblastyczny
- 743,1–743,5 Mikrogranit szaroróżowy
- 743,5–746,3 Leukonoryt średnioblastyczny, z lokalnie zaznaczoną teksturą kierunkową, wyrażoną poziomym laminowaniem
- 746,3–746,6 Granit drobnziarnisty, różowy
- 746,6–749,0 Leukonoryt jak na głębokości 743,5–746,3 m
- 749,0–749,5 Pegmatyt; skalenie osiągają wielkość do 4 cm; magnetyt występuje przeważnie w formie rozproszonych drobnych ziarn o wielkości poniżej 1 mm, niekiedy osiągając wymiary 1–2 cm
- 749,5–757,0 Leukonoryt średnioblastyczny; od głębokości 756,0–757,0 m silnie spękaną pod kątem 0–10°; skała silnie przeobrażona hydrotermalnie, lokalnie zaznaczają się partie skały z teksturą kierunkową
- 757,0–757,2 Granit drobnziarnisty, różowy
- 757,2–757,8 Leukonoryt nieprzeobrażony, średnioblastyczny o teksturze kierunkowej, spękaną poziomo; kąt spękania 0–10°
- 757,8–758,1 Granit drobnziarnisty
- 758,1–770,3 Leukonoryt średnio- i drobnoblastyczny, ciemnopielaty, bezkierunkowy
- 770,3–770,5 Mikrogranit tnący skałę otaczającą pod kątem 10°
- 770,5–777,5 Leukonoryt średnioblastyczny, ciemnopielaty; miejscami słabo zaznaczona tekstura kierunkowa pod kątem 15°

- 777,5–778,5 Granitoid gruboblastyczny z pegmatoidalnie wykształconym skalaniem, silnie skarbonatyzowany
- 778,5–787,2 Leukogabronoryt średnio- i drobnoblastyczny, ciemnopopielaty, o teksturze miejscami kierunkowej
- 787,2–800,5 Leukonoryt poprzecinany bardzo drobnymi żyłkami granitu, spękany pod kątem 30°
- 800,5–872,2 Leukonoryt o strukturze średnio- i drobnoblastycznej; na głębokości 814,0–815,0 m wkładka skały o składzie charnockitu; na głębokości 846,0–847,0 m skała silnie spękana pod kątem 40° z wąskimi (do 1 cm) żyłami szarego plagioklazau
- 872,2–873,4 Pegmatyt; kontakt stropowy poziomy; kontakt w spągu pod kątem 40° , występuje tu 10 cm strefa skały drobnoblastycznej silnie skataklazowanej, przechodzącej stopniowo w gabronoryt o strukturze bezładnej
- 873,4–876,8 Gabronoryt drobnoblastyczny, słabo ukierunkowany pod kątem 40°
- 876,8–877,2 Pegmatyt
- 877,2–888,4 Gabronoryt średnioblastyczny, miejscami drobnoblastyczny
- 888,4–890,1 Pegmatyt z dużą ilością magnetytu i z licznymi ziarnami o średniej wielkości około 1 cm, kontakty ze skałą otaczającą nieostre
- 890,1–899,5 Gabronoryt średnioblastyczny jak na głębokości 877,2–888,4 m
- 899,5–901,3 Gabronoryt o strukturze drobnoblastycznej, spękany pod kątem $15\text{--}20^\circ$; skała przepojona licznymi szlirami drobnoblastycznego materiału pod kątem 80° ; liczne siarczki żelaza oraz nagromadzenia biotyту wokół skupień minerałów maficznych; na głębokości 900,8 m szlira piroksenu
- 901,3–915,7 Brak rdzenia; według danych karotażowych — gabronoryt
- 915,7–922,0 Noryt drobnoblastyczny, ciemnoszary; siarczki żelaza rozproszone równomiernie w tle skały
- 922,0–940,8 Noryt średnioblastyczny przekładany leukonorytem drobnoblastycznym
- 940,8–941,2 Pegmatyt gruboziarnisty, tnący skałę pod kątem 15°
- 941,2–954,8 Leukonoryt o strukturze średnioblastycznej, poprzecinany żyłami szarego plagioklazau pod kątem 45° ; sporadycznie występują cienkie żyłki rdzawego skalenia tnące skałę pod kątem 15°
- 954,8–957,0 Pegmatyt gruboziarnisty, w spągu o strukturze średnioziarnistej i nagromadzeniach magnetytu oraz biotyту
- 957,0–960,8 Leukonoryt średnioblastyczny, przemieszany z drobnoziarnistym, różowym granitoidem; skała skontaminowana; brak wyraźnego kontaktu z nadległym pegmatytem
- 960,8–986,5 Noryt średnioblastyczny ze zwiększonym udziałem siarczków żelaza (o wielkości do 0,5 cm) równomiernie rozproszonych w tle skalnym; skała częściowo skataklazowana, przepojona materiałem granitoidowym; w pobliżu kontaktu z żyłami granitoidowymi zawiera wkładki charnockitów
- 986,5–988,4 Granit średnio- i drobnoziarnisty, różowy
- 988,4–1017,0 Leukonoryt średnioblastyczny, miejscami przechodzi w drobnoblastyczną odmianę o zwiększonej zawartości siarczków; obecne są partie wzbogaczone w kwarc, biotyt i piroksen; od głębokości 1005,0 m — skała jest coraz częściej spękana pod kątem 80° i przeobrażona hydrotermalnie
- 1017,0–1019,5 Charnockit drobnoziarnisty

- 1019,5–1059,8 Leukonoryt gruboblastyczny, stopniowo przechodzący w odmiany średnio- i drobnoblastyczne, silnie przeobrażony i skontaminowany materiałem granitoidowym; skała poprzecinana licznymi żyłami skaleniowo-kwarcowymi z siarczkami; grubość żyłek od 0,5 do 2 cm, najczęstsze użycia pod kątem 10–20°; w pobliżu kontaktu z granitem skała intensywnie impregnowana minerałami siarczkowymi; spękana pod kątem 80°, silnie zmieniona hydrotermalnie i skontaminowana różowym granitem; zawiera liczne wkładki skały o składzie charnockitu
- 1059,8–1060,8 Noryt przeobrażony hydrotermalnie, skataklazowany, spękany pod kątem 15°, ze szczelinami wypełnionymi materiałem hydrotermalnym
- 1060,8–1061,0 Granit drobnodziarnisty; kontakt z leukonorytem pod kątem 15°
- 1061,0–1070,0 Leukonoryt średnio- i drobnoblastyczny, przeobrażony hydrotermalnie, miejscami skataklazowany, niekiedy wyraźnie ukierunkowany pod kątem 20°; na głębokości 1066,0–1066,6 m leukonoryt skarbonatyzowany i skataklazowany
- 1070,0–1070,2 Granit drobnodziarnisty, różowawy
- 1070,2–1078,0 Leukonoryt drobno-, a miejscami średnioblastyczny, jasnoszary w miarę zwiększonej kontaminacji materiałem granitoidowym — szaroróżowym; skała przeobrażona hydrotermalnie, poprzecinana licznymi żyłami skaleniowymi; na głębokości 1075,0–1077,0 m skała stopniowo przechodzi w jasnopopielaty anortozyt średnioblastyczny; kontakt spągowy z granitem poziomy
- 1078,0–1091,5 Granit średniodziarnisty ze strefami skaleniowo-kwarcowymi z pegmatoidalnie rozwiniętym skalaniem; skała zawiera liczne siarczki i nagromadzenia magnetytu; na głębokości 1087,0–1091,5 m zwiększa się zawartość biotyту
- 1091,5–1092,0 Granodioryt średnioblastyczny, śladowo okruszczony
- 1092,0–1194,8 Granit średnio- i drobnodziarnisty, miejscami ukierunkowany pod kątem 70°; na głębokości 1110,0–1111,5 m liczne szliry biotyту układające się pod kątem 70°; lokalne nagromadzenia pegmatoidalne skalenia; w strefach spękanych pod kątem 80° skała przeobrażona hydrotermalnie, skarbonatyzowana, zhamatyzowana
- 1194,8–1195,3 Pegmatyt
- 1195,3–1210,5 Leukogabronoryt piroksenowo-hornblendowy, gruboblastyczny, w spągu przecięty pod kątem 15° żyłką szarego skalenia
- 1210,5–1211,5 Pegmatyt o strukturze wielkoziarnistej; ziarna skalenia osiągają 5–8 cm; kontakt stropowy skataklazowany, w spągu zbiotyzowany
- 1211,5–1217,4 Gabronoryt przeobrażony hydrotermalnie, silnie spękany pod kątem 45°
- 1217,4–1218,10 Pegmatyt gruboziarnisty, równoziarnisty; średnia wielkość kryształów skalenia i biotyту około 5 cm; pegmatyt zawiera skontaminowane fragmenty gabronorytu o strukturze średnioblastycznej
- 1218,1–1219,5 Gabronoryt średnioblastyczny, skontaminowany granitoidem; przeobrażony hydrotermalnie
- 1219,5–1220,2 Pegmatyt gruboziarnisty, szaroróżowy, ułożony pod kątem 15°
- 1220,2–1250,2 Leukogabronoryt średnioblastyczny, z lokalnymi przejściami do struktury drobnoblastycznej, przeobrażony hydrotermalnie; w skale występują niewielkie fragmenty charnockitu; zmetasomatyzowane partie leukogabronorytów wzbogacone są w minerały siarczkowe
- 1250,2–1251,3 Pegmatyt równoziarnisty, zbudowany z kwarcu, skalenia i biotyту

- 1251,3–1261,8 Leukogabronoryt gruboblastyczny; od głębokości 1260,0 m w skale zwiększa się wyraźnie ilość magnetytu
- 1261,8–1263,0 Noryt gruboblastyczny, wzbogacony w minerały rudne; obok magnetytu obfite minerały siarczkowe
- 1263,0–1271,9 Noryt drobnoblastyczny, zawierający magnetyt i minerały siarczkowe
- 1271,9–1275,2 Noryt gruboblastyczny z licznymi skatakłazowanymi odcinkami rdzenia, zasobny w minerały rudne; lokalnie wykształcony pegmatoidalnie
- 1275,2–1275,4 Granit drobnodziarnisty, przecinający noryt pod kątem 10°
- 1275,4–1277,4 Noryt gruboblastyczny, ciemnopopielaty
- 1277,4–1300,8 Noryt drobnoblastyczny, lokalnie gruboblastyczny; skała słabo spękana pod kątem około 30°, zablizniona węglanami i zeolitami; zawiera zwiększoną ilość magnetytu, zanika okruszcowanie siarczkowe; skała poprzecinana żyłami szarego skalenia pod kątem około 30°
- 1300,8–1301,8 Granit naprzemianlegle średnio- i grubodziarnisty, różowoszary
- 1301,8–1305,8 Noryt drobnoblastyczny, miejscami przechodzący w gruboblastyczny, z licznymi szlirami piroksenowymi
- 1305,8–1306,0 Granit mikroziarnisty
- 1306,0–1314,3 Noryt drobnoblastyczny z licznymi wtrąceniami kwarcowo-skaleniovymi, rozmieszczonymi nieregularnie
- 1314,3–1314,8 Pegmatyt o zimnych kontaktach z norytem
- 1314,8–1326,3 Noryt drobnoblastyczny zawierający nierównomiernie rozmieszczone siarczki i przeobrażony hydrotermalnie
- 1326,3–1326,6 Pegmatyt tnący noryty pod kątem 40°
- 1326,6–1337,5 Leukonoryt drobnoblastyczny, przechodzący stopniowo w odmianę średnioblastyczną; skała przeobrażona hydrotermalnie i okruszczowana; na głębokości 1334,0 m — leukonoryt przecięty żyłami kwarcowo-skaleniovymi i granitowymi o grubości 15 cm
- 1337,5–1338,2 Pegmatyt zbudowany z grubo- i średniodziarnistego skalenia i kwarcu, z licznymi skupieniami magnetytu i siarczków
- 1338,2–1350,8 Noryt średnio- i drobnoblastyczny; skała poprzecinana licznymi drobnymi żyłami granitu, przebiegającymi pod kątem 20 i 80°
- 1350,8–1351,5 Granit średniodziarnisty, lokalnie drobnodziarnisty, różowy
- 1351,5–1355,8 Noryt średnioblastyczny, przemieszany z drobnoblastycznym leukonorytem; obecne liczne siarczki; skała przeobrażona hydrotermalnie
- 1355,8–1356,5 Gnejs drobnoblastyczny, zawierający drobne, nieliczne szliry biotytowe
- 1356,5–1360,3 Pegmatyt grubodziarnisty zawierający wkładki drobnodziarnistego granitu, zbrekcowany, w spągu występuje 10 cm strefa sprasowanego biotyty z licznymi siarczkami
- 1360,3–1366,1 Leukogabronoryt grubo- i średnioblastyczny
- 1366,1–1366,5 Granit drobnodziarnisty
- 1366,5–1384,5 Leukogabronoryt średnioblastyczny
- 1384,5–1386,8 Pegmatyt grubodziarnisty, lokalnie średniodziarnisty, tnący skałę pod kątem 40°
- 1386,8–1436,9 Leukogabronoryt średnioblastyczny, impregnowany siarczkami, przechodzący lokalnie w leukonoryt drobnoblastyczny o słabo zaznaczonej teksturze kierunkowej, podkreślonej smużystym ułożeniem biotyty; na głębokości 1420,0–1425,0 m skała spękana i użylona pod kątem 50 i 80°, spękania wypełnione materiałem hydrotermalnym; miejscami skała skarbonatyzowana

- 1436,9–1440,0 Pegmatyt; w spągu 10 cm przewarstwienie biotyту
- 1440,0–1466,4 Gabronoryt średnio- i drobnoblastyczny, lokalnie przeobrażony hydrotermalnie i skarbonatyzowany; na głębokości 1459,7 m przecięty pod kątem 15° żyłą granitu o grubości 10 cm
- 1466,4–1467,5 Pegmatyt skatakazowany, przemieszany z drobnoziarnistym materiałem skaleniowym
- 1467,5–1482,0 Leukogabronoryt średnio- i gruboblastyczny, silnie przeobrażony hydrotermalnie; na głębokości 1471,5 m przecięty pod kątem 45° żyłą drobnoblastycznego granitu
- 1482,0–1483,8 Leukogabronoryt średnioblastyczny, stopniowo przechodzący w gruboblastyczny, zawiera fragmenty skały zmetasomatyzowanej o składzie charnockitu, z nagromadzeniami minerałów rudnych, rozsianych równomiernie w tle skały
- 1483,8–1489,0 Leukonoryt gruboblastyczny, miejscami średnioblastyczny
- 1489,0–1494,1 Leukonoryt średnio- i gruboblastyczny, częściowo zmylonityzowany; skała spękana pod kątem 40°, spękanie zabliznione węglanami
- 1494,1–1498,2 Leukonoryt średnioblastyczny
- 1498,2–1498,5 Granit drobnoziarnisty, przecinający leukonoryt pod kątem 10°
- 1498,5–1517,6 Leukonoryt o strukturze średnioblastycznej, bardzo słabo spękany pod zmiennymi kątami, zlustrowany; na głębokości 1511,5 m wkładka gnejsu biotyutowego
- 1517,6–1518,0 Hornfels o strukturze drobnoblastycznej; w stropie i spągu przechodzi w skałę o strukturze średnioblastycznej
- 1518,0–1522,0 Charnockit średnioblastyczny; w spągu silnie spękany pod kątem 90° i zmieniony hydrotermalnie
- 1522,0–1525,0 Leukonoryt przeobrażony hydrotermalnie, skatakazowany; w spągu na kontakcie nagromadzenie biotyту o grubości 5 cm
- 1525,0–1526,0 Leukonoryt drobnoblastyczny, przecięty pod kątem 45° żyłą różowego, drobnoblastycznego granitu
- 1526,0–1528,2 Leukonoryt średnioblastyczny
- 1528,2–1534,8 Leukonoryt średnioblastyczny z fragmentami hornfelsu drobnoblastycznego oraz charnockitu o strukturze średnioblastycznej
- 1534,8–1537,2 Anortozyt średnioblastyczny, jasnopopielaty, silnie spękany pod kątem 90°, przeobrażony hydrotermalnie
- 1537,2–1538,1 Hornfels mikroblastyczny
- 1538,1–1544,9 Hornfels drobnoblastyczny, przecięty żyłą kwarcowo-plagioklazową pod kątem 50°; wzdłuż żyły, na kontaktach ze skałą otaczającą, mobilizacja składników femicznych; na odcinkach rdzenia na głębokości 1542,5–1543,5 m strefa silnie przeobrażona hydrotermalnie, spękana pod kątem 50–60°, na głębokości 1538,5 m — żyła drobnoziarnistego granitu
- 1544,9–1547,3 Granit drobnoziarnisty, w centralnej strefie gruboziarnisty o pegmatoidalnym wykształceniu składników sialicznych; liczne ziarna magnetytu w skupieniach o wielkości do 5 cm; na kontakcie z nadległym hornfelsiem skała o składzie sjenitu przechodzi stopniowo na odcinku 1 m w różowy, drobnoziarnisty granit
- 1547,3–1550,8 Hornfels drobnoblastyczny, słabo ukierunkowany pod kątem 40°, przecięty żyłą kwarcowo-skaleniową pod kątem 90°

- 1550,8–1571,5 Leukonoryt średnioblastyczny, przechodzący lokalnie w drobno- lub gruboblastyczny; partie średnio- i gruboblastyczne zawierają liczne szliry biotytowe oraz znaczną ilość równomiernie rozproszonego piryty; skała słabo ukierunkowana pod kątem 10°, na głębokości 1566,1 m 5 cm wkładka anortozytu drobnooblastycznego
- 1571,5–1571,8 Granit drobnoziarnisty, przecinający leukonoryt pod kątem 10°; zarówno w spągu, jak i w stropie nagromadzenie biotyty
- 1571,8–1580,0 Leukonoryt średnioblastyczny, słabo ukierunkowany; w pobliżu kontaktu z granitem skała skontaminowana, zawiera wkładki charnockitów
- 1580,0–1580,5 Charnockit drobnooblastyczny
- 1580,5–1580,9 Mikrogranit
- 1580,9–1600,1 Noryt drobnooblastyczny z wkładkami mikrogabra, gabra hornblendowego oraz hornfelsów; lokalnie skała średnioblastyczna o składzie leukonorytu; brak ostrego przejścia między poszczególnymi odmianami; charakterystyczne liczne spękania pod kątem 45° oraz liczne szliry minerałów maficznych; miejscami skała skataklazowana, niekiedy zmylonityzowana
- 1600,1–1608,8 Granit drobnoziarnisty, różowy
- 1608,8–1621,0 Leukonoryt średnioblastyczny, z wkładkami charnockitu gruboblastycznego; leukonoryt miejscami spękany i słabo ukierunkowany pod kątem 20°; zgodnie z ukierunkowaniem szlirowate nagromadzenie biotyty
- 1621,0–1632,1 Charnockit o teksturze bezładnej, średnioblastyczny, jasnoszary, z blastami kwarcu o niebieskawym odcieniu; kontakty ze skałami otaczającymi rozmyte, nieostre
- 1632,1–1638,0 Anortozyt średnioblastyczny, silnie spękany pod kątem 45°, przecięty pod kątem 80° drobnooblastycznym leukonorytem; na kontaktach wzdłuż przebiegu żyły nagromadzenie biotyty
- 1638,0–1655,2 Leukonoryt średnioblastyczny, z przejściem do drobnooblastycznego norytu; brak ostrych granic między odmianami skał; na głębokości 1642,0–1643,0 m przecięty żyłami różowego skalenia pod kątami 30 i 90°; na głębokości 1646,5–1649,5 m skała spękana pod kątem 90°, wzdłuż spękań przeobrażona hydrotermalnie
- 1655,2–1655,6 Pegmatyt o strukturze różnoziarnistej, skataklazowany i zgnejsowany w pobliżu spągu
- 1655,6–1663,0 Leukonoryt średnioblastyczny, lokalnie przechodzący w gruboblastyczne gabro hornblendowe; miejscami skała słabo ukierunkowana pod kątem 45°
- 1663,0–1663,6 Leukonoryt jak na głębokości 1656,6–1663,0 m, silnie spękany pod kątem 45° i przeobrażony hydrotermalnie
- 1663,6–1671,8 Pegmatyt gruboziarnisty, w stropie i spągu przechodzący stopniowo w drobnoziarnisty, z granitowymi szlirami biotyty
- 1671,8–1672,6 Granodioryt średnioblastyczny
- 1672,6–1674,0 Leukonoryt średnioblastyczny
- 1674,0–1674,6 Pegmatyt; kontakt z leukonorytem w stropie pod kątem 45°, w spągu 20°
- 1674,6–1697,0 Noryt średnioblastyczny; na głębokości 1683,5–1687,2 m skała spękana pod kątem 90° i przeobrażona hydrotermalnie; na głębokości 1691,8 m wkładka leukonorytu

- 1697,0–1706,7 Charnockit o strukturze drobnoblastycznej i średnioblastycznej z wkładkami leukonorytu; liczne szliry biotytowe pod kątem 45°
- 1706,7–1720,0 Noryt średnioblastyczny, przechodzący miejscami w skałę drobnoblastyczną, zgnejsowaną; na głębokości 1709,3–1711,6 m spękany pod kątem 90° i przeobrażony hydrotermalnie
- 1720,0–1721,0 Pegmatyt zbrekcjowany, średnioziarnisty z fragmentami drobnociarnistego granitu, spękany pod kątem 90° i przeobrażony hydrotermalnie; pęknięcia zabliźnione węglanami i zeolitami
- 1721,0–1746,0 Noryt o nierównomiernej strukturze średnio- i drobnoblastycznej, bez wyraźnego przejścia, nieliczne spękania pod kątem 45° zabliźnione węglanami; na głębokości 1733,5–1733,8 m przecięty żyłą kwarcowo-skaleniovą z nielicznym, pegmatoidalnie wykształconym biotytem; na głębokości 1736,6–1737,5 m skała spękana pod kątem 90° i przeobrażona hydrotermalnie przechodzi stopniowo w leukonoryt średnioblastyczny
- 1746,0–1746,3 Granit drobnociarnisty, zalegający poziomo
- 1746,3–1756,3 Noryt średnioblastyczny
- 1756,3–1760,0 Anortozyt średnioblastyczny, spękany pod kątem 90° i przeobrażony hydrotermalnie
- 1760,0–1768,5 Anortozyt drobno- i średnioblastyczny z pegmatoidalnie rozwiniętym skałeniem; na głębokości 1760,0–1767,0 m skontaminowany granitoidem; skała ukierunkowana pod kątem 45°
- 1768,5–1773,2 Anortozyt średnioblastyczny, lokalnie przechodzący w drobnoblastyczny; przeobrażony hydrotermalnie, spękany pod kątem 0–10°
- 1773,2–1775,0 Leukonoryt drobnoblastyczny, przecinający leukonoryt średnioblastyczny pod kątem 85°
- 1775,0–1795,0 Leukonoryt średnioblastyczny, nieznacznie zmieniony hydrotermalnie; liczne szliry biotytu rozmieszczone są nierównomiernie; na głębokości 1780,0–1785,0 m przecięty pod kątem 85° leukonorytem drobnoblastycznym; na głębokości 1783,5 m roztrawiony fragment skały mikroblastycznej, przecięty żyłą kwarcowo-skaleniovą o porfiroblastycznym wykształceniu składników; w skale obfity piryt, który wraz z biotytem nagromadza się w strefach silnie spękanych
- 1795,0–1796,0 Gnejs drobnoblastyczny, skataklastyczny
- 1796,0–1798,8 Leukonoryt średnioblastyczny z fragmentami licznych reliktyw skał starszego podłoża w formie roztrawionych wkładek skały mikroblastycznej; skała silnie zgnejsowana; na głębokości 1797,2 m wkładka gnejsu piroksenowego
- 1798,8–1804,5 Leukonoryt średnioblastyczny o teksturze bezładnej, zawierający rozmyte enklawy mikroblastycznej, ciemnoszarej skały; silnie zgnejsowany i przeobrażony hydrotermalnie; miejscami występuje porfiroblasteza plagioklazów
- 1804,5–1805,0 Granit drobnociarnisty o rozmytych kontaktach
- 1805,0–1826,0 Charnockit średnio- i drobnoblastyczny; na głębokości 1807,5–1808,2 m przecięty żyłą różowego drobnociarnistego granitu; w pobliżu kontaktu z żyłą skała skontaminowana
- 1826,0–1839,5 Charnockit jak na głębokości 1805,0–1826,0 m, silnie spękany pod kątem 0–10°, przeobrażony hydrotermalnie

- 1839,5–1846,2 Charnockit średnioblastyczny, w miarę zbliżania się do kontaktu z granitem przechodzi w drobnoblastyczny ze szlirami biotyту; tekstura bezładna, miejscami słabo ukierunkowana
- 1846,2–1847,5 Granit średnioziarnisty
- 1947,5–1852,2 Charnockit drobnoblastyczny, ukierunkowany pod kątem 45°, zawiera skupienia biotyту w formie szlir zgodnych z przebiegiem ukierunkowania
- 1852,2–1852,9 Żyła granitu drobnoziarnistego, tnąca charnockity pod kątem 45°
- 1852,9–1861,5 Charnockit średnioblastyczny spękany pod kątem 45°, na odcinku 1854,1–1860,1 m silnie przeobrażony hydrotermalnie
- 1861,5–1862,0 Pegmatyt gruboziarnisty, tnący charnockity pod kątem 45°
- 1862,0–1865,5 Granitoid w spągu zgneysowany, z 30 cm grubości strefą wzbogaconą w biotyт
- 1865,5–1874,6 Charnockit średnioblastyczny, przekładany materiałem granitoidowym; miejscami smugowate nagromadzenie biotyту wraz z magnetytem, sporadycznie pirytem; na głębokości 1869,5 m przecięty żyłą skaleniową o grubości 1 cm, tnący skałę pod kątem 45° i żyłą drobnoblastycznego granitu, przebiegającego pod kątem 85°
- 1874,6–1887,5 Granitoid drobno- i średnioblastyczny przemieszany z charnockitem i leukonorytem; miejscami zawiera wkładki mikroblastycznej, ciemnoszarej skały tkwiącej w otulinie z biotyту; skała przeobrażona hydrotermalnie, silnie spękana pod kątem 0–10°; na głębokości 1884,5 m przecięty pod kątem 40° żyłą pegmatoidalnego granitu zawierającego minerały rudne
- 1887,5–1888,2 Żyła granitu drobnoziarnistego przecina pod kątem 10° noryt przepojony materiałem granitoidowym
- 1888,2–1892,5 Leukonoryt silnie przeobrażony hydrotermalnie i spękany pod kątem 70°; skała poprzecinana licznymi różowoszarymi żyłami granitoidowymi, drobnoziarnistymi, niekiedy gruboziarnistymi, przebiegającymi pod kątem 90°
- 1892,5–1906,2 Leukonoryt drobnoblastyczny, ukierunkowany pod kątem 70° zawiera wkładki skały mikroblastycznej o tym samym składzie; liczne siarczki i tlenki żelaza rozproszone równomiernie oraz tworzące skupienia o średnicy dochodzącej do 2 cm
- 1906,2–1907,3 Charnockit
- 1907,3–1912,3 Gnejs drobnoblastyczny, ciemnoszary, ukierunkowany pod kątem 70–80°, przecięty poziomą żyłą granitu o pegmatoidalnie rozwiniętym skaleniu, zasobną w magnetyт; skała stopniowo przechodzi w skałę nieukierunkowaną, średnioblastyczną, zawiera liczne enklawy (o średnicy od 2 do 10 cm) ciemnoszarej, drobnoblastycznej skały z otoczkami biotyту; ponadto obecne są liczne smugi roztrawionego granitoidu, układające się pod kątem 70°
- 1912,3–1919,8 Charnockit średnio- i gruboblastyczny, jasnopozielaty, gęsto poprzecinany żyłami szarego skalenia i żyłami granitowymi zgodnie z ukierunkowaniem pod kątem 45°, skała spękana pod kątem 70°, wzdłuż spękań schlorotyżowana; obecne są enklawy mikroblastycznej, ciemnoszarej skały
- 1919,8–1922,0 Granit drobnoziarnisty, różowy, impregnowany tlenkami żelaza
- 1922,0–1922,8 Gnejs drobnoblastyczny, piroksenowo-biotytowy, o teksturze kierunkowej

- 1922,8–1929,0 Gnejs drobnoblastyczny, kwarcowo-skalieniowo-biotytowy, przekładający się z gnejssem oczkowym; skała ukierunkowana pod kątem 70° ; blasty skalenia o wymiarach do 3 cm, często otoczone są biotytem; skała zawiera wkładkę mikroblastycznego gnejsu o roztrawionych granicach
- 1929,0–1934,2 Mikroleukonoryt przeobrażony hydrotermalnie, spękany pod kątem 70° , skataklazowany
- 1934,2–1940,0 Leukogabronoryt przeobrażony hydrotermalnie, silnie spękany, skataklazowany

WYNIKI BADAŃ STRATYGRAFICZNYCH I LITOLOGICZNYCH SKAŁ POKRYWY OSADOWEJ

Emilia EKIERT

OTWÓR WIERTNICZY SEJNY IG 1

Miąższość skał pokrywy osadowej w otworze wiertniczym Sejny IG 1 wynosi 552,6 m. Skały te wiercono bezrdzeniowo od powierzchni do głębokości 530,0 m, poniżej rdzeniowano. Uzysk rdzenia wynosi około 52%. W partii bezrdzeniowej pobierano próbki płuczkowe co 5 m.

Stratygrafię i litologię pokrywy osadowej ustalono na podstawie wydobytego rdzenia oraz wyników profilowania geofizycznego w partii rdzeniowanej. W części bezrdzeniowej oparto się niemal wyłącznie na pomiarach geofizycznych.

„**Czwartorzęd**” jest reprezentowany przez utwory akumulacji wodnolodowcowej. Są to osady piaszczysto-żwirowe i gliny zwałowe. Ich miąższość wynosi 128 m.

„**Trzeciorzęd**” jest wykształcony przede wszystkim jako piaski, względnie jako bardzo kruchy, słabo zwięzły piaskowiec szary, zailony. W partii spągowej podrzędnie występują mułowce. Miąższość utworów trzeciorzędowych wynosi 74,0 m.

Kreda górna obejmuje wapienie piaszczyste białe i jasnoszare z krzemieniami, o miąższości około 78 m.

Kreda dolna w stropowej części jest reprezentowana przez osady piaszczyste, lokalnie nieco wapniste, z glaukonitem, o miąższości około 47 m. W spągu leżą mułowce wapniste, szarozielone, z ziarnami glaukonitu, o miąższości około 35 m. Całość utworów kredy dolnej osiąga miąższość około 90 m.

Jura górna to kompleks wapieni szarych, o różnym stopniu zapiaszczenia, co zaznacza się wyraźnie na krzywych karotażu geofizycznego. Ich miąższość wynosi 42 m.

Jura środkowa na podstawie próbek płuczkowych nie dało się wyróżnić warstwy bulastej — przewodniego poziomu stropu jury środkowej na tym terenie. W stropie występuje mułowiec szary z detrytusem zwęglonych roślin i okruczani węgla, o miąższości około 8 m. Pod nim leżą piaskowce drobnoziarniste, ilaste, ciemnoszare, o miąższości 33 m, a w spągu występują mułowce ze żwirkiem kwarcowym. Utwory tej formacji osiągają miąższość około 59 m.

Trias dolny jest wykształcony jako utwory ilasto-piaszczyste. Pod 30 metrową serią utworów iłowca pstrego, szaroczerwonego, plamistego, leżą piaskowce drobnoziarniste również pstre, szaroczerwono-białe. W ich dolnej części na powierzchniach uławiczenia widoczny jest muskowit. Ich miąższość osiąga 37 m. Są podścielone serią piaskowców różnoziarnistych, wiśniowych, z licznym muskowitem i żwirkiem kwarcowym oraz z nielicznymi cienkimi przewarstwieniami iłowca szarego. W spągu występuje sześciometrowa warstwa pstrego piaskowca drobnoziarnistego. Miąższość całego kompleksu pstrego piaskowca wynosi około 81 m. Spoczywa on bezpośrednio na zwietrzelinie skał podłoża krystalicznego.

Stanisław KUBICKI

OTWÓR WIERTNICZY SEJNY IG 2

Mięszczość skał pokrywy osadowej w otworze wiertniczym Sejny IG 2 wynosi 546,8 m. Skały te wiercono bezrdzeniowo do głębokości 545,0 m, poniżej rdzeniowano. W partii bezrdzeniowej pobierano próbki płuczkowe z koryt co 5 m. Stratygrafię i litologię pokrywy osadowej ustalono na podstawie wyników profilowania geofizycznego oraz próbek zwiercinowych. Punktem odniesienia były profile skał osadowych z otworu wiert. Sejny IG 1, a także z przekroju krasnopolskiego.

„**Czwartorzęd**” jest reprezentowany przez utwory akumulacji wodnolodowcowej. Są to osady piaszczysto-żwirowe, mułki i ropy oraz gliny zwałowe. Ich miąższość wynosi 124,0 m.

Paleogen jest wykształcony monotonnie przez gezy mułowcowo-piaszczyste, wapniste z glaukonitem. Ich miąższość wynosi 78,0 m.

Kreda górna jest reprezentowana przez utwory turonu oraz albu–cenomanu. Turon jest wykształcony jako wapienie margliste z krzemieniami, z wkładkami margli i wapieni piaszczystych. Ich miąższość 86,5 m. Alb–cenoman jest reprezentowany przez piaskowce kruche, wapniste, piaski i mułowce piaszczyste z glaukonitem oraz drobnymi fosforytami. Ich miąższość wynosi 78,5 m.

Jura środkowa jest reprezentowana przez wapienie ilaste z wkładkami margli ilasto-piaszczystych i wapieni piaszczystych. W porównaniu do otworu wiert. Sejny IG 1 ich miąższość jest nieznacznie zredukowana i osiąga 33,0 m.

Jura środkowa jest reprezentowana przez kompleks ilasto-piaszczysty, złożony z przekładających się łupków ilasto-piaszczystych, mułowców piaszczystych i piaskowców różnoziarnistych, w spągu żwirowatych. Zawiera zwęgloną florę i wkładki węgla brunatnych. Miąższość tych utworów ustalono na 69,0 m.

Trias dolny (dolny pstry piaskowiec) budują pstre, na ogół jasno zabarwione lub czekoladowo-ceglaste piaskowce z wkładkami ropy, mułowców, a niekiedy wapieni marglistych. W partii spągowej piaskowce przechodzą w odmiany bardziej polimiktyczne, arkozowe, często gruboziarniste lub żwirowate. Ich miąższość wynosi 77,8 m.

WYNIKI BADAŃ SKAŁ PODŁOŻA KRYSZALICZNEGO Z OTWORU WIERTNICZEGO SEJNY IG 1

Olech JUSKOWIAK⁵, Wacław RYKA

WYNIKI BADAŃ PETROGRAFICZNYCH

Występowanie skał prekambryjskich w otworze wiertniczym Sejny IG 1 stwierdzono pod piaskowcami pstrego piaskowca na głębokości 552,6 m, a zgłębianie otworu zakończono na głębokości 1168,7 m, po przewierceniu 616,1 m krystaliniku. Do badań petrograficznych pobrano łącznie 195 próbek, których spis zestawiono w [tabeli 1](#). W otworze wiertniczym Sejny IG 1 stwierdzono różnorodny zespół skał krystalicznych, których udziały procentowe podano w [tabeli 2](#).

ANORTOZYTY

Anortozyty tworzą w profilu ławice, a poniżej głębokości 1009,2 m stanowią zespół skalny o miąższości 150 m. Ławice są niejednorodne, złożone z różnych odmian o zróżnicowanej grubości, dochodzącej do 24 m miąższości pozornej. Przeważają wkładki cienkie, nieprzekraczające 1 m ([fig. 2](#)). Wydzielono trzy odmiany anortozytów: drobno- i średnioblastyczne, gruboblastyczne i skataklastyczne. Przejścia między poszczególnymi odmianami są stopniowe i zachodzą najczęściej w interwale kilkunastu centymetrów. Cechą charakterystyczną wyróżnionych odmian jest ich wyraźne zróżnicowanie megaskopowe, w pełni potwierdzone badaniami mikroskopowymi.

Anortozyt drobno- i średnioblastyczny. Najgrubsza ławica tego anortozytu osiąga 13,6 m miąższości pozornej. Jest to skała zielonawopopielata, wyraźnie blastyczna. Anortozyt jest skałą pozbawioną kierunkowości, z wyjątkiem ławicy na głębokości 991,2–999,8 m, w której zaznaczone jest słabe ukierunkowanie minerałów pod kątem około 70°. W innych ławicach o reliktowej kierunkowości świadczy obecność nielicznych szlirowatych form biotytowych, o grubości do 2 cm, ułożonych pod zmiennymi kątami w granicach 40–70°. Anortozyt nie jest spękany i rzadko jest użylony. Żyłki skaleniowe nie osiągają grubości większej niż 5 cm i zazwyczaj są ułożone zwykle pod kątem około 30°.

Opisywane skały są dominującym typem w grupie anortozytów. Przejścia w odmianę gruboblastyczną są pospolite. Kontakty anortozytu ze skałami innymi są dość ostre. Miejscami notuje się lokalną biotytyzację i amfibolizację w bardzo wąskich strefach, o miąższości nieprzekraczającej kilku milimetrów.

⁵ Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Tabela 1

Spis próbek skał z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Numer próbki	Głębokość w m	Nazwa skały	Rodzaj badań*
1	561,0	anortozyt gruboblastyczny	P, A
2	565,6	anortozyt gruboblastyczny	P, G
3	566,5	leukogabro	P, G
4	568,4	leukogabro	P, G
5	569,75	leukogabro hydrotermalnie przeobrażone	P
6	570,7	leukogabro	P, G
7	573,2	leukogabro hydrotermalnie przeobrażone	P
8	575,15	lamprofir	P
9	574,4	pegmatyt ze szlirą gnejsu laminowanego	P
10	575,6	lamprofir	P
11	576,9	lamprofir	P
12	577,3	amfibolit (kontakt z gnejssem)	P, G
13	579,3	leukogabro hydrotermalnie przeobrażone	P, G
14	581,3	lamprofir	P, A
15	583,1	anortozyt gruboblastyczny	P, G
16	583,7	lamprofir	P
17	586,8	leukogabro	P, G
18	587,3	pegmatyt	P, A
19	587,75	mikroleukogabro	P, G
20	590,6	anortozyt gruboblastyczny	P, G
21	592,35	mikroleukogabro	P, G
22	595,8	anortozyt hydrotermalnie przeobrażony	P, G
23	597,2	anortozyt	P, G
24	598,9	lamprofir	P, A
25	600,9	enderbit	P, G
26	601,25	mikroleukogabro	P, G
27	604,3	anortozyt	P, G
28	605,6	amfibolit (kontakt bazaltu z anortozytem)	P, G
29	608,4	mikroleukogabro	P, G
30	611,0	hornfels	P, G
31	614,7	mikroleukogabro	P, G
32	620,3	pegmatyt i żyła kwarcu	P, G
33	622,0	amfibolit (szlira)	P
34	622,9	leukogabro	P, G
35	624,6	leukogabro	P, G
36	626,0	leukogabro	P, G
37	630,0	leukogabro	P, G
38	632,35	pegmatyt	P
39	635,6	leukogabro	P, G
40	638,3	leukogabro	P, G
41	641,2	pegmatyt skalcytyzowany	P
42	642,75	pegmatyt skalcytyzowany	P
43	643,5	leukogabro	P, G
44	647,0	leukogabro	P, G
45	651,6	leukogabro	P, G, A
46	654,5	leukogabro	P, G

*P — badania petrograficzne, G — badania geochemiczne, A — badania chemiczne

Tabela 1 cd.

Numer próbki	Głębokość w m	Nazwa skały	Rodzaj badań
47	656,0	szlira (skała piroksenowo-plagioklazowa)	P, G
48	658,6	pegmatyt z kontaktu spagowego	P
49	660,7	szlira (skała piroksenowo-plagioklazowa)	P, G, A
50	665,5	leukogabro	P, G
51	671,2	leukogabro	P, G
52	674,3	leukogabro	P
53	674,7	leukogabro	P, G
54	675,5	gnejs (relikt)	P, A
55	676,1	gnejs (relikt)	P, G
56	680,3	leukogabro	P, G
57	681,9	szlira (piroksenowo-amfibolowa)	P, G, A
58	682,9	hornfels	P, G
59	685,3	pegmatyt	P
60	689,0	leukogabro	P, G
61	694,0	leukogabro	P, G
62	966,5	hornfels	P, G
63	701,0	mikroleukogabro	P, G
64	703,2	hornfels	P, G, A
65	706,1	leukogabro	P, G
66	708,1	leukogabro	P, G
67	713,0	leukogabro	P, G
68	717,7	leukogabro	P, G
69	721,2	leukogabro	P, G
70	724,2	szlira (skała piroksenowa)	P, G
71	727,8	szlira (skała piroksenowa)	P, G, A
72	734,7	leukogabro	P, G
73	736,6	amfibolit	P, G
74	737,8	leukogabro	P, G
75	741,5	leukogabro	P, G
76	747,6	leukogabro	P, G
77	750,0	amfibolit (leukogabro/kontakt)	P
78	753,2	leukogabro	P, G
79	757,8	leukogabro	P, G, A
80	763,0	leukogabro	P, G
81	766,7	leukogabro	P, G
82	768,3	leukogabro	P, G
83	771,6	hernfels	P, G
84	773,2	szlira (skała piroksenowa)	P, G, A
85	780,5	leukogabro	P, G
86	782,0	leukogabro	P, G
87	787,0	mikroleukogabro	P, G
88	792,4	mikroleukogabro	P, G, A
89	794,8	gnejs	P, G
90	797,7	gnejs	P, G
91	803,4	szlira (skała piroksenowa)	P, G
92	806,9	gnejs	P, G
93	809,9	mikroleukogabro	P, G
94	810,6	pegmatoid	P, G
95	812,2	enderbit	P, G
96	815,2	pegmatoid	P, G, A

Tabela 1 cd.

Numer próbki	Głębokość w m	Nazwa skały	Rodzaj badań
97	817,3	enderbit	P, G, A
98	819,8	pegmatyt	P
99	824,2	enderbit	P, G
100	826,5	enderbit	P, G
101	828,5	enderbit	P, G
102	831,0	szlira (skała piroksenowa)	P, G
103	835,0	mikroleukogabro (migmatyt)	P, G
104	837,3	mikroleukogabro (migmatyt)	P, G
105	838,7	enderbit	P, G
106	842,0	pegmatyt, leukogabro (migmatyt)	P
107	843,8	mikroleukogabro (migmatyt)	P, G
108	845,0	amfibolit	P, G
109	845,5	szlira (skała piroksenowa)	P, G
110	849,5	mikroleukogabro	P, G
111	853,0	mikroleukogabro (migmatyt)	P, G
112	856,8	leukogabro	P, G
113	859,4–859,55	amfibolit (kontakt pegmatytu z leukogabrem)	P, G, A
114	861,6	leukogabro	P
115	864,7	anortozyt gruboblastyczny	P, G
116	868,0	amfibolit (porwak)	P
117	870,6	anortozyt gruboblastyczny	P, G
118	874,2	anortozyt gruboblastyczny	P, G
119	879,1	kontakt pegmatytu z amfibolitem	P
120	879,5	amfibolit	P, G
121	884,0	leukogabro (migmatyt)	P, G
122	887,5	anortozyt	P, G
123	889,0	leukogabro	P, G
124	891,9	amfibolit	P, G
125	892,9	anortozyt gruboblastyczny	P, G
126	896,9	mikroleukogabro	P, G
127	901,2	leukogabro	P, G
128	907,7	anortozyt gruboblastyczny	P, G
129	912,0	amfibolit	P, G
130	914,5	anortozyt gruboblastyczny	P, A
131	919,3	anortozyt gruboblastyczny	P
132	921,5	leukogabro	P, G
133	926,5	amfibolit (porwak)	P
134	929,5	anortozyt gruboblastyczny	P, G
135	936,8	amfibolit (porwak)	P
136	941,0	anortozyt	P, G
137	946,0	anortozyt	P, G
138	947,3	amfibolit	P
139	952,3	anortozyt skataklazowany	P, G
140	957,0	anortozyt gruboblastyczny	P, G
141	961,2	anortozyt gruboblastyczny	P, G
142	964,7	anortozyt gruboblastyczny	P, G
143	967,8	anortozyt gruboblastyczny	P, G
144	973,3	anortozyt gruboblastyczny	P, G
145	977,5	anortozyt skatalazowany	P

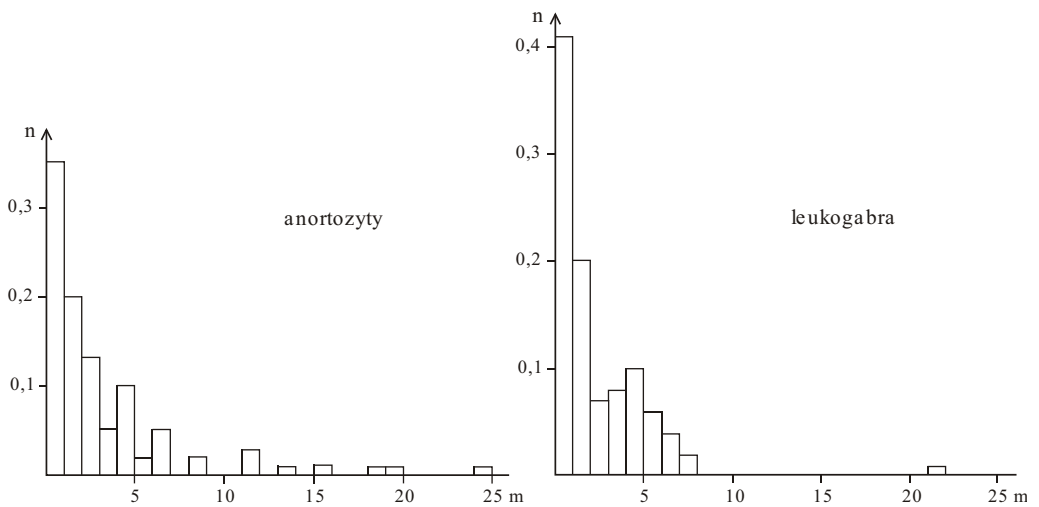
Tabela 1 cd.

Numer próbki	Głębokość w m	Nazwa skały	Rodzaj badań
146	978,5	pegmatyt	P
147	980,4	pegmatyt	A
148	982,8	anortozyt	P, G
149	987,5	anortozyt	P, G
150	991,7	anortozyt	P, G
151	996,0	anortozyt	P, G
152	1002,1	anortozyt gruboblastyczny	P, G
153	1006,8	leukogabro	P, G
154	1010,9	anortozyt	P, G
155	1015,5	anortozyt	P, G
156	1021,4	anortozyt skataklazowany	P, G
157	1024,4	anortozyt gruboblastyczny	P, G
158	1029,5	anortozyt	P, G
159	1034,8	leukogabro	P, G
160	1037,1	anortozyt gruboblastyczny	P, G, A
161	1040,5	anortozyt	P, G
162	1042,7	amfibolit	P, G
163	1046,2	anortozyt	P, G, A
164	1050,0	anortozyt	P
165	1054,0	anortozyt	P
166	1057,3	anortozyt	P, G
167	1061,2	anortozyt	P, G
168	1065,4	anortozyt	P, G
169	1069,6	anortozyt	P, G
170	1073,9	leukogabro	P
171	1076,3	anortozyt	P, G
172	1081,8	anortozyt	P, G
173	1084,0	anortozyt	P, G
174	1088,0	anortozyt	P, A
175	1093,4	anortozyt	P, G
176	1098,4	anortozyt skataklazowany	P, G
177	1103,2	anortozyt skataklazowany	P, G
178	1108,5	anortozyt skataklazowany	P, G
179	1114,7	anortozyt skataklazowany	P, G
180	1117,0	anortozyt skataklazowany	P, G
181	1118,0	anortozyt skataklazowany	P, G
182	1121,5	anortozyt skataklazowany	P, G
183	1127,6	anortozyt skataklazowany	P, G
184	1130,8	anortozyt skataklazowany	P, G
185	1134,5	anortozyt skataklazowany	P, G
186	1138,4	anortozyt skataklazowany	P, G
187	1140,9	anortozyt gruboblastyczny	P
188	1145,1	anortozyt gruboblastyczny	P, G
189	1148,8	anortozyt gruboblastyczny	P, G
190	1150,5	anortozyt skataklazowany	P, G
191	1155,3	anortozyt skataklazowany	P, G, A
192	1159,5	anortozyt skataklazowany	P, G
193	1163,5	anortozyt skataklazowany	P, G
194	1166,3	anortozyt skataklazowany	P, G
195	1168,7	anortozyt skataklazowany	P, G

Tabela 2

**Miąższość i udział procentowy skał krystalicznych
w profilu otworu wiertniczego Sejny IG 1**

Nazwa skały	Miąższość w m	Udział skał w %
Anortozyty	111,1	18,0
Anortozyty gruboblastyczne	92,7	15,1
Anortozyty skataklazowane	79,6	12,9
Leukogabro	190,1	30,8
Mikroleukogabro	27,4	4,5
Amfibolity	8,2	1,3
Hornfelsy	12,9	2,1
Gnejsy piroksenowe	18,5	3,0
Gnejsy biotytowe	26,4	4,3
Granitoidy	25,0	4,1
Skały przeobrażone hydrotermalnie	13,1	2,1
Zwietrzelina	2,4	0,4
Lamprofiry	8,7	1,4
Suma	616,1	100,0



**Fig. 2. Histogramy grubości wkładek i pakietów anortozytów oraz leukogabra
w otworze wiertniczym Sejny IG 1**

Badania mikroskopowe ujawniają w anortozytach teksturę bezładną. Struktura jest bardzo zmienna, najczęściej jednak średnio- i nierównoblastyczna. Plagioklasy osiągają średnice kilku-milimetrowe, podobnie jak pirokseny. Szereg podrzędnych składników jest jednak wykształcony w formie znacznie drobniejszych ziarn. Częste są struktury reakcyjne, zwłaszcza wieńcowe i kelifitowe oraz sitowe. Są one związane głównie z piroksenami.

Podstawowym składnikiem anortozytów jest plagioklaz, który stanowi około 80% objętości skały (tab. 3). Przeciętna średnica blastów plagioklazu mieści się w granicach 15 mm. Mineral ten jest zbliżony według prawa albitowego lub peryklinowego, a skład chemiczny odpowiada zasadowemu andezynowi (46–54% An). W osobnikach o budowie pasowej normalnej, bądź odwróconej, zróżnicowanie An wynosi 38–60%. Niektóre blasty plagioklazu są przerastane antypertytowo lub gęsto przetykane wtórnymi produktami: biotytem, serycytem, muskowitem, kwarcem, węglanami oraz igielkowymi wrostkami nieprzezroczystymi.

W silniej zmienionych partiach anortozytów plagioklazom towarzyszy skaień potasowy i kwarc. Ich zawartość w skale jest niewielka (tab. 3). Skaień potasowy tworzy najczęściej drobne ksenomorficzne ziarna pomiędzy kryształami plagioklazów lub je przerasta. Kwarc wnika między kryształy plagioklazów w spękania lub tworzy wrostki i przerosty. Może również współwystępować jako minerał wtórny w procesie przemian piroksenów, amfiboli i biotytów.

Z minerałów barwnych występujących w anortozytach na uwagę zasługują pirokseny oraz biotyt i amfibol. Pirokseny będące głównym minerałem barwnym anortozytów występują w ilości od kilku do kilkunastu procent (tab. 3). Główną odmianę stanowi piroksen rombowy o cechach optycznych hiperstenu (kąt osi opt. $2V_{\alpha} = 62^{\circ}$). Odmianę jednoskośną reprezentuje augit zwyczajny, prawie bezbarwny i słabo pleochroiczny o kącie $Z/\gamma = 45\text{--}85^{\circ}$. Pirokseny są na ogół źle zachowane. Przeważnie są otoczone obwódkami utworzonymi z amfibolu, biotytu lub chlorytu, którym towarzyszą wydzielenia minerałów nieprzezroczystych i węglanów. Pospolicie

Tabela 3

Skład mineralny anortozytów drobno- i średnioblastycznych z otworu wiertniczego Sejny IG 1 na podstawie analiz planimetrycznych (w % obj.)

Składniki	Głębokość w m						Średnia n = 6	Zakres
	941,0	991,7	1015,5	1050,0	1061,2	1093,4		
Plagioklaz	77,4	76,8	80,9	68,1	92,3	89,3	80,8	68,1–92,3
Skaień potasowy	1,4	1,0	0,8	0,5	0,0	0,0	0,6	0,0–1,4
Kwarc	1,4	4,1	0,0	2,0	0,0	0,7	1,4	0,0–4,1
Piroksen rombowy	6,5	0,0	9,7	12,4	2,1	5,3	6,0	0,0–12,4
Piroksen jednoskośny	5,3	0,0	0,3	0,7	0,6	0,5	1,2	0,0–5,3
Amfibol	0,0	4,9	1,3	2,2	2,6	1,4	2,1	0,0–4,9
Biotyt	2,9	2,0	2,4	10,3	1,5	2,8	3,6	1,5–10,3
Muskowit	1,2	1,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,5	0,0–1,2
Minerały nieprzezroczyste	1,0	3,3	3,0	0,2	0,0	0,0	1,2	0,0–3,3
Apatyt	0,0	0,5	0,0	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0–0,6
Węglany	2,9	6,4	1,6	2,9	0,3	0,0	2,4	0,0–6,4

występują pseudomorfozy chlorytowo-węglanowe po piroksenach, niekiedy wzbogacone w minerały nieprzezroczyste.

Biotyt jest wykształcony w formie dużych postrzępionych blaszek lub drobnych form przerażających się daktyliowo z kwarcem. Drobne blaszki biotyту tworzą również samodzielne obwódki na amfibolach i piroksenach lub przerastają się z amfibolami. Biotyt odznacza się pleochroizmem w odcieniach: α — jasnobrunatnożółtawy, $\beta = \gamma$ — ciemnobrunatny.

Amfibol najczęściej obrasta pirokseny, a niekiedy wypiera je niemal całkowicie. Większe blasty amfibolu są przetkane wrostkami kwarcu i drobnym biotytem. Amfibol reprezentuje hornblenda zwyczajna o kącie $Z/\gamma = 16-26^\circ$ i pleochroizmie: α — żółtawy, $\beta = \gamma$ — jasnozielony, ciemnozielony.

Minerały nieprzezroczyste to najczęściej magnetyt i ilmenit. Występują one bardzo nieregularnie, przeważnie razem z minerałami barwnymi.

Oprócz biotyту w niektórych partiach skał pojawiają się blaszki muskowitu. Są one związane głównie z procesami przeobrażeń plagioklazów. Istotnym pod względem ilościowym minerałem wtórnym jest kalcyt, który tworzy się zarówno w procesie przeobrażeń plagioklazów, jak i minerałów ciemnych. Niektóre partie anortozytów są również schlorotyżowane.

Akcesorycznym składnikiem jest apatyt, który gromadzi się zwykle obok minerałów ciemnych. Większe kryształy apatyту są ksenomorficzne, natomiast drobne są czasem automorficzne.

Anortozyt gruboblastyczny o zielonkawoczarnym zabarwieniu, tylko w jednym przypadku osiąga miąższość pozorną 18,4 m. Przeważnie tworzy segregacje wśród anortozytu o grubościach poniżej 2,0 m. Jest to skała bezkierunkowa, poza wkładką na głębokości 1002,0–1002,3 m, w której obserwuje się słabe ukierunkowanie pod kątem około 50° . Brak jest w niej spękań, podobnie jak form szlirowatych. Dość pospolite są natomiast żyły granitoidowe grubości do 5 cm, ułożone dość regularnie pod kątem około 20° . Tylko w sporadycznych przypadkach użyczenie jest bardziej strome i może osiągać kąty do 70° . Pospolite są także gniazdowe skupienia mikroklinu o średnicach do kilku centymetrów.

Anortozyt gruboblastyczny zwykle jest wykształcony w postaci segregacji w masie skał pokrewnych, a jego kontakt z innymi skałami ma wyraźny charakter tektoniczny. Obserwuje się wówczas strome płaszczyzny kontaktowe pod kątem $60-70^\circ$.

Badania mikroskopowe wykazują, że anortozyty gruboblastyczne nie różnią się zasadniczo składem mineralnym od wcześniej opisanych anortozytów. Ich gruboblastyczna struktura powoduje jednak, że obrazy mikroskopowe są bardziej fragmentaryczne niż w przypadku skał drobniej blastycznych. Średnice głównych minerałów mają przeciętne wymiary powyżej 5 mm, a nierzadko osiągają kilka centymetrów. Lokalnie obserwuje się struktury reakcyjne typu struktur kelifitowych i wieńcowych. Anortozyty gruboblastyczne są przeobrażone w mniejszym stopniu niż drobnoblastyczne; plagioklasy i pirokseny rombów są niemal zupełnie świeże. Jedyne nieliczne fragmenty tych skał są pocięte żyłkami kwarcowymi oraz węglanowymi.

Głównymi składnikami mineralnymi są plagioklasy i pirokseny rombów. Inne minerały ciemne, jak pirokseny jednoskośne, amfibole i biotyt występują w większych ilościach tylko lokalnie (tab. 4). Stałymi składnikami anortozytów gruboblastycznych są ponadto minerały nieprzezroczyste i muskowit, natomiast apatyt i skałen potasowy nie zawsze występują.

Plagioklasy o kształtach tabliczkowych i składzie andezynu–labradoru (od 38–64% An, średnio 48%) są zbliżone polisyntetycznie, czasem mają wyraźną budowę zonalną. Pospolite są tu także wrostki minerałów nieprzezroczystych lub innych składników: biotyту, kwarcu, piroksenów, muskowitu i węglanów. Kryształy plagioklazu są czasem spękane i zablżnione żyłkami węglanowymi, chlorytowymi lub kwarcowymi.

Tabela 4

**Skład mineralny anortozytów gruboblastycznych z otworu wiertniczego Sejny IG 1
na podstawie analiz planimetrycznych (w % obj.)**

Składniki	Głębokość w m					Średnia n = 5	Zakres
	590,6	870,6	914,5	1024,4	1148,8		
Plagioklaz	81,7	74,9	67,6	58,0	55,1	67,5	55,1–81,7
Skaleń potasowy	0,0	1,3	0,7	0,0	0,2	0,4	0,0–1,3
Kwarc	0,0	1,5	5,1	2,5	6,7	3,2	0,0–6,7
Piroksen rombowy	4,3	7,6	6,4	24,8	5,5	9,7	4,3–24,8
Piroksen jednoskośny	8,6	2,3	1,1	2,5	1,5	3,2	1,1–8,6
Amfibol	1,1	3,3	7,8	2,8	10,4	5,1	1,1–10,4
Biotyt	4,0	3,3	2,3	4,6	1,5	3,1	1,5–4,6
Muskowit	0,0	1,0	0,5	0,9	1,0	0,7	0,0–1,0
Minerały nieprzezroczyste	0,0	0,5	3,4	0,2	2,5	1,3	0,0–3,4
Apatyt	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0–0,5
Węglany	0,3	4,3	5,1	3,2	15,6	5,7	0,3–15,6

Pirokseny rombowe reprezentuje hipersten o typowym i wyraźnym pleochroizmie: β — różowobrunatny, α — jasnoróżowy, γ — jasnozielonkawy. Inne właściwości, jak średnia dwójłomność i dość wysoki kąt osi optycznych ($2V_{\alpha} = 55-70^{\circ}$), mogą wskazywać na udział w piroksenie również cząsteczki ferrohiperstenu. Zmiany wtórne piroksenów rombowych wyrażają się wydzieleniem dużych ilości minerałów nieprzezroczystych i węglanów. Charakterystyczne są również obwódki biotytowe lub amfibolowe. W spękaniach ziarn występuje głównie chloryt i węglany. Obecne podrzędnie pirokseny jednoskośne reprezentuje na ogół mocno przeobrażony augit zwyczajny o kącie Z/γ około 45° . Przeważnie relikty tego minerału występują w pseudomorfozach zbudowanych z amfibolu, biotytu, chlorytu i węglanów.

Dobrze wykształcony amfibol w postaciach słupkowych spotyka się tylko w kilku próbkach. Ma on właściwości hornblendy zwyczajnej; kąt Z/γ $15-21^{\circ}$ i pleochroizm w barwach żółtawozielonych. Tworzy on przerosty z biotytem, węglanami, chlorytem, kwarcem, piroksenami i minerałami rudnymi. Amfibol występuje dość często w postaci obwódek wokół piroksenów.

Stałym składnikiem gruboblastycznych anortozytów jest również biotyt. Duże blaszki przestają się zwykle z pozostałymi minerałami ciemnymi. Pleochroizm biotytu jest następujący: α — jasnobrązowy, $\beta = \gamma$ — ciemnobrunatny, kasztanowy. Drobne blaszki otaczające pirokseny i amfibole są często zielonkawobrunatne. Muskowit jest związany głównie z procesami przeobrażeń plagioklazów.

Anortozyty gruboblastyczne są często silnie spękane. W spękaniach i szczelinach występują żyłki i gniazda węglanów i kwarcu. Czasami obecny jest również zielonobrunatny, sferolityczny wykształcony chloryt.

Anortozyt skatakłazowany. Partie anortozytu skatakłazowanego są stosunkowo grube i maksymalnie osiągają grubość 24,0 m. Katakłazą objęta została głównie odmiana o wykształceniu drobnoblastycznym. Katakłaza przejawiała się pogięciem całych pakietów anortozy-

tu, powodując zmienne ukierunkowanie, nawet na niewielkich odległościach lub intensywne spękanie skały pod różnymi kątami.

Badania mikroskopowe wykazują, że anortozyty skataklastowane należą głównie do odmian średnio- i drobnoblastycznych. Deformacje skały zaznaczają się w różny sposób. Niekiedy są to tylko silne spękania i wygięcia lamelek bliźniaczych plagioklazów lub sprasowanie i pogięcie minerałów barwnych, kiedy indziej składniki skały są wyraźnie rozkruszone. Typowa dla skataklastowanych anortozytów jest struktura blastokataklastyczna, w której rozkruszone na granicach ziarn fragmenty plagioklazów są zrekrystalizowane i spojone dodatkowo zabliźniającym szczeliny kwarcem. Częste są również struktury wieńcowe.

Anortozyty skataklastowane reprezentują odmiany bardziej leukokratyczne od typowych anortozytów. Plagioklasy występują tutaj w ilości około 60–90% obj., natomiast minerały barwne i nieprzezroczyste stanowią zaledwie kilka procent. W niektórych próbkach brak jest zupełnie piroksenów i amfiboli (tab. 5). Biotyt tworzy się głównie z przeobrażenia wcześniej wykrystalizowanych minerałów barwnych, natomiast muskowitz powstaje w trakcie przemian plagioklastu.

Pirokseny (głównie jednoskośne) obecne są przede wszystkim w postaci reliktyw w minerałach powstałych z ich przeobrażenia w hornblendzie zwyczajnej, biotycie, węglanach i chlorycie.

Plagioklasy również są często przeobrażone w węglany, kwarc i chloryt. Lepiej zachowane blasty tego minerału zwykle są zbliżone polisyntetycznie i mają skład andezynu–labradoru (43–60% An, średnio 50% An). Skałen potasowy krystalizuje w szczelinach między blastami plagioklastu.

Apatyt występuje sporadycznie.

Tabela 5

Skład mineralny anortozytów skataklastowanych z otworu wiertniczego Sejny IG 1 na podstawie analiz planimetrycznych (w % obj.)

Składniki	Głębokość w m					Średnia n = 5	Zakres
	1021,4	1108,5	1121,5	1138,4	1159,5		
Plagioklast	76,9	81,9	60,9	84,2	86,8	78,1	60,9–86,8
Skałen potasowy	1,9	0,0	0,0	1,5	1,5	1,0	0,0–1,9
Kwarc	3,6	3,4	3,6	1,7	4,3	3,3	1,7–4,3
Piroksen rombowy	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,2	0,0–1,0
Piroksen jednoskośny	0,0	0,0	7,1	9,2	0,6	3,4	0,0–9,2
Amfibol	0,0	0,0	4,2	1,0	0,0	1,0	0,0–4,2
Biotyt	9,7	0,0	5,4	1,7	1,0	3,6	0,0–9,7
Muskowit	4,3	3,4	1,2	0,0	1,8	2,1	0,0–4,3
Minerały nieprzezroczyste	0,5	1,2	2,7	0,5	0,5	1,1	0,5–2,7
Apatyt	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0–0,5
Węglany	2,6	10,1	14,9	0,2	2,5	6,1	0,2–14,9

LEUKOGABRA

Leukogabro obecne jest w postaci pakietów o grubości 14 m, maksymalnie dochodzące do 26,3 m (fig. 2). Są to wielokrotnie przekładające się skały drobno- i średnioblastyczne, rzadziej gruboblastyczne. Przejścia między poszczególnymi odmianami są wyraźnie zaznaczone. Mniej pospolite są przejścia skontaminowane, gdzie granice między odmianami skalnymi zostały rozmyte. Kontakty tektoniczne są sporadyczne, pod kątami 60–70°. Leukogabro jest ciemnopopielate z zielonym odcieniem. Skała jest tylko sporadycznie spękana. Płaszczyzny spękań, często pod kątem 60–70°, bywają wypełnione żyłami węglanowymi, o grubości kilku milimetrów, natomiast poziomo ułożone żyły granitoidowe mają grubość do 2 cm. Ukierunkowanie leukogabra widoczne jest także w ułożeniu szlir biotytowych i fragmentów starszych skał. O różnorodności materiału pochłoniętego przez leukogabro świadczyć może jego bogaty inwentarz, a także różny stopień skontaminowania. W wyniku zaawansowanego procesu kontaminacji, niektóre formy zostały prawie całkowicie przeobrażone i zachowały się jedynie w postaci śladów, nieregularnych, gniazdowych skupień minerałów maficznych.

Miejscami leukogabro zostało zmigmatyzowane. Na głębokości 838,9–844,8 m stwierdzono skały o cechach teksturalnych migmatytów diktionitowych, na głębokości 881,6–886,1 m migmatytu nebulitowego, 897,3–897,5 m migmatytu szlirowatego a na głębokości 902,5–905,8 m ponownie migmatytu nebulitowego.

Strefy kontaktowe leukogabra z anortozytami są nachylone pod kątem około 60–70° i co najwyżej uzewnętrzniają się porfiroblastezą minerałów w strefie bezpośredniego styku. Porfiroblasteza jest o wiele silniej rozwinięta na kontaktach pegmatytów przecinających leukogabro.

Badania mikroskopowe wykazują dużą zmienność strukturalną i mineralną. Jest to spowodowane kontaminacją i migmatyzacją, ale zależy także od zróżnicowanego pierwotnego magmowego charakteru skał oraz późniejszych procesów przeobrażeń mineralnych. Obserwuje się także przemiany spowodowane dynamicznym odkształceniem oraz jeszcze młodszą blastezą, zablizniającą liczne spękania. Struktura leukogabra jest hipautomorfoziarnista, nierównoziarnista, czasem poikilitowa lub kelyfitowa. Produkty procesów deuterycznych występują jako przerosty daktylitowe i myrmekitowe.

Zróżnicowanie mineralne skał jest duże. Oprócz głównego składnika plagioklazu, występującego w ilości około 50% (tab. 6), do składników podstawowych zaliczyć należy: piroksenę, amfibole, biotyt i minerały nieprzezroczyste. Zawartość tych minerałów w poszczególnych ciałach leukogabrowych ulega bardzo dużym wahaniom, co wpływa na ich klasyfikację petrograficzną. Biorąc pod uwagę zróżnicowanie piroksenów na odmianę rombową i jednoskośną oraz ich różny wzajemny stosunek w opisywanym zespole leukogabrowym, można wyróżnić:

- leukogabra typu normalnego (augitowe, augitowo-amfibolowe),
- leukogabra hiperstenowe leukogabronoryty,
- leukogabra amfibolowe lub amfibolowo-biotytowe.

W niektórych leukogabrach występują ponadto znaczne ilości kwarcu. Inne składniki, jak: skaień potasowy, muskowitz, węglany i chloryt są obecne w niewielkich ilościach. Sporadycznie spotyka się również apatyt (tab. 6).

Plagioklasy wykształcone hipatomorficznie należą do andezynu o zawartości 35–59% An. Przeważnie są zbliżone według prawa albitowego lub peryklinowego. Czasem zaznacza się w nich dość wyraźna budowa pasowa. W plagioklazach występują drobne wrostki nieprzezro-

Tabela 6

Skład mineralny leukogabra z otworu wiertniczego Sejny IG 1 na podstawie analiz planimetrycznych (w % obj.)

Składniki	Głębokość w m												Średnica n = 12	Zakres
	568,4	626,0	643,5	674,3	706,1	734,7	750,0	768,3	861,6	889,0	921,5	1073,9		
Plagioklaz	57,0	53,0	52,5	58,5	54,0	64,8	43,5	47,5	62,1	42,7	53,0	36,7	52,2	36,7–64,8
Skaleń potasowy	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	1,1	0,9	2,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0–3,4
Kwarc	3,1	2,5	2,6	1,8	0,0	2,0	4,2	6,0	0,9	2,7	0,6	4,5	2,6	0,0–6,0
Piroksen rombowy	15,5	0,0	0,0	0,0	15,7	0,0	5,1	6,8	6,8	2,7	19,3	18,1	7,5	0,0–19,3
Piroksen jednoskośny	13,0	0,0	11,6	3,2	13,8	0,0	0,5	9,0	0,0	1,5	5,2	5,2	5,2	0,0–13,8
Amfibol	7,2	22,2	12,6	22,0	4,3	14,0	33,3	10,0	25,5	25,4	8,6	16,9	16,8	4,3–33,4
Biotyt	4,2	19,8	3,2	14,3	5,9	15,2	8,1	3,8	2,6	12,8	8,1	5,0	8,6	2,6–19,8
Muskowit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	1,0	0,6	0,5	0,2	0,0–1,0
Minerały nieprzezroczyste	0,0	2,5	16,0	0,2	2,7	2,0	2,1	13,1	0,9	8,5	3,2	12,7	5,3	0,0–16,0
Apatyt	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0–0,7
Węglany	0,0	0,0	1,0	0,0	0,2	0,2	1,4	1,1	1,2	2,5	1,4	0,2	0,8	0,0–2,5

czyste, ziarna kwarcu, blaszki biotyту, łuseczki serycyту, czasem muskowitzu i węglany. W strefach granicznych plagioklazów pojawia się czasem muskowitz, a także ziarna mikroklinu.

Kwarc obecny w postaci drobnych wypełnień międzyziarnowych tworzy także nieregularne obwódki i wrostki wśród minerałów ciemnych. W niektórych próbkach, gdzie występuje obficie, blasty są spękań i faliście wygaszają światło.

Pirokseny są reprezentowane głównie przez augit diopsydowy o kącie $Z/\gamma = 43-46^\circ$. Lokalnie występują większe ilości hiperstenu o typowym pleochroizmie: α — różowo-żółtawy, β — różowobrunatny, γ — zielonawy. Pirokseny są zwykle częściowo przeobrażone; dostrzega się różne stadia powstawania pseudomorfoz. Najsilniej rozwinięte są: amfibolizacja, chlorytyzacja i karbonatyzacja. Procesy te prowadzą do powstawania obwódek amfibolowych na piroksenach oraz do tworzenia się pseudomorfoz chlorytowo-węglanowych z wydzielaniem minerałów nieprzezroczystych.

Amfibol jest składnikiem częstym, lecz nie występuje we wszystkich próbkach. W leukogabrach amfibolowych jest dominującym minerałem ciemnym (tab. 6). Wydłużone kryształy amfibolu przerastają się z piroksenami, biotytem i kwarcem. Często jest budowa poikilitowa kryształów. Amfibol jest reprezentowany przez hornblendę zwyczajną o kącie $Z/\gamma = 17-20^\circ$ i pleochroizmie: α — żółtozielony, β, γ — ciemnozielony, trawiasty.

Biotyt jest stałym składnikiem obecnym w ilości kilku procent, lecz w niektórych leukogabrach jego udział wzrasta do kilkunastu procent. Tworzy on blaszki o nieregularnych kształtach i pleochroizmie: α — słomkowobrunatny, α, γ — ciemnobrunatny. Miejscami w biotycie widoczne są przerosty dakylitowe z plagioklazem i kwarcem oraz hornblendą.

Minerały nieprzezroczyste reprezentują magnetyt i ilmenit. Są one ksenomorficzne i przerastają się z różnymi minerałami ciemnymi.

Mikroleukogabro i mikroleukonoryt występują wyłącznie w postaci cienkich ciał o grubości tylko sporadycznie przekraczającej 2 m. Są to skały barwy czarnozielonej, bezkierunkowe, mikroziarniste, nie są spękań i użylone z wyjątkiem partii na głębokości 833,0–838,9 m oraz 852,6–853,5 m, reprezentujących migmatyt o teksturze dzikiej i nebulitowej. Formy szlirowate w mikrogabrze stwierdzono tylko w jednym przypadku, podobnie jak skrzepowe formy leukogabra, średnicy do 10 cm.

Kontakty mikroleukogabra z leukogabrem nie ujawniają stref reakcyjnych, natomiast na styku z anortozytami notuje się partie rozmyte, świadczące o kontaminacji.

Badania mikroskopowe ujawniają duże strukturalne zróżnicowanie poszczególnych ciał mikroleukogabrowych. Oprócz skał o wyraźnej strukturze porfirowej z drobnym panksenomorfizarnym tłem, spotyka się odmiany różnoziarniste, o hipidiomorficznym wykształceniu składników. Pospolite są skały o strukturze porfirowatej, hipidiomorficznej, w których zachodzi stopniowa i ciągła zmiana wielkości poszczególnych składników. Tekstura skał jest bezkierunkowa, wyrażona beładnym rozmieszczeniem jej elementów, jedynie w przykontaktowych strefach dostrzega się niekiedy kierunkowy układ minerałów.

Głównymi minerałami są tutaj plagioklasy oraz minerały ciemne reprezentowane przez różne odmiany piroksenów i biotyту (tab. 7). Badania mikroskopowe ujawniają, iż jednolite makroskopowo skały dzielą się w zasadzie na dwie odmiany petrograficzne: mikroleukogabra i mikroleukonoryty, w zależności od rodzaju piroksenu. Zdarzają się sporadycznie ciała, w których występuje niemal sam piroksen rombowy i te reprezentują mikroleukonoryty. Stałymi składnikami podrzędnymi w tych skałach są minerały nieprzezroczyste, reprezentowane głównie przez magnetyt i ilmenit, a także piryт. Amfibol i muskowitz nie są obecne we wszystkich próbkach. W większości badanych skał występują ponadto kwarc i węglany. Skalenie potasowe i apatyт spotyka się sporadycznie.

Tabela 7

**Skład mineralny mikroleukogabra z otworu wiertniczego Sejny IG 1
na podstawie analiz planimetrycznych (w % obj.)**

Składniki	Głębokość w m				Średnia n = 4	Zakres
	608,4	701,0	837,3	879,1		
Plagioklaz	55,3	63,2	50,4	41,8	52,7	41,8–63,2
Kwarc	0,7	3,2	3,0	14,8	5,4	0,7–14,8
Piroksen rombowy	15,2	9,6	28,4	0,0	13,3	0,0–28,4
Piroksen jednoskośny	6,9	11,5	13,0	0,7	8,0	0,7–13,0
Amfibol	3,8	2,5	0,0	1,1	1,9	0,0–3,8
Biotyt	6,3	5,6	2,0	28,9	10,7	2,0–28,9
Muskowit	5,3	0,0	0,0	1,8	1,8	0,0–5,3
Minerały nieprzezroczyste	6,5	4,2	3,2	10,2	6,0	3,2–10,2
Apatyt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Węglany	0,0	0,2	0,0	0,7	0,2	0,0–0,7

Plagioklasy obecne są na ogół w ilości ponad 50% obj. W odmianie porfirowej duże kryształy o wymiarach kilku milimetrów mają kształty tabliczkowe, drobniejsze natomiast występujące w tle, są ksenomorficzne. Ich średnica wynosi 0,1–0,3 mm. W skałach różnoziarnistych lub porfirowatych średnie ziarna plagioklazów wahają się od 0,2 do 1,0 mm, najczęściej wynoszą około 0,5 mm. Plagioklasy są zwykle zbliżone albitowo i peryklinowo. Ich skład odpowiada andezynowi o średniej zawartości 44,2% An. Większe osobniki mają często widoczną budowę pasową, jednak maksymalne zawartości cząsteczki An nie przekracza 60%. Stan zachowania plagioklazów jest różny. Wśród procesów przeobrażeniowych dominuje głównie serycytyzacja i karbonatyzacja.

Pirokseny reprezentowane są przez rombony hipersten oraz jednoskośny augit diopsydowy. Obie odmiany odznaczają się typowym pleochroizmem. Augit diopsydowy ma kąt $Z/\gamma = 46\text{--}50^\circ$. W zależności od strukturalnej odmiany skał średnice piroksenów wynoszą od 0,1 do 2,0 mm. Na ogół dość dobrze jest zachowany hipersten. Augit jest przeważnie bardziej przeobrażony, ulega amfibolizacji i biotytyzacji. W końcowym procesie przemian piroksenów powstają pseudomorfozy chlorytowo-węglanowe. Wzajemne stosunki hiperstenu i augitu w poszczególnych ciałach bardzo się zmieniają, co ma wpływ na ich klasyfikację petrograficzną. W większości próbek dominuje piroksen jednoskośny.

Amfibol jest minerałem nie zawsze obecnym w mikroleukogabrach. Tworzy przerosty z piroksenami, węglanami, biotytem i chlorytem. Reprezentowany jest przez zieloną hornblendę zwyczajną o kącie $Z/\gamma = 16\text{--}23^\circ$.

Biotyt występuje we wszystkich próbkach lecz w niewielkich ilościach. Jego udział wzrasta w mikroleukogabrach przeobrażonych, a szczególnie w pobliżu stref kontaktowych. Wówczas też rozmiary blaszek są duże, osiągają nawet kilka milimetrów, podczas gdy w skałach typowych mają średnice 0,2–0,8 mm. Biotyt jest pleochroiczny: α — słomkowo-brązowy, $\beta = \gamma$ — ciemnobrązowy, kasztanowy.

AMFIBOLITY

Amfibolity są skałami bardzo zróżnicowanymi. Ze względu na ich sposób występowania podzielono je na trzy grupy: (1) amfibolity, które tworzą ławice w masie innych skał; (2) amfibolity, które utworzyły się w wyniku oddziaływania pegmatytów i zasadowych skał żyłowych na skały otaczające, rozwinięte w postaci cienkich stref kontaktowych o nierównej grubości; (3) amfibolity stanowiące produkt przeobrażenia porwaków o średnicy do 20 cm, występujące w anortozytach.

Amfibolity rozwinięte w postaci ławic osiągają pozorną miąższość do 6,9 m, przeważnie jednak nie przekraczają 2 m. Są to skały barwy czarnozielonej, drobnoblastyczne, sporadycznie spękane, rzadko użyłone kwarcem i mikroklinem. Miejscami nagromadzenie materiału granitoidowego jest tak obfite, że skała przyjmuje cechę teksturalną migmatytów diktionitowych. Amfibolity są skałami bezładnymi, rzadziej zaś ukierunkowanymi pod kątem 60–70°. Pod takim samym kątem stykają się one ze skałami otaczającymi, anortozytami, leukogabrem i gnejsami. Amfibolity powstały w wyniku przeobrażenia wewnętrznych pakietów anortozytów, leukogabra i gnejsów. Tylko w jednym przypadku stwierdzono ich występowanie na granicy dwóch odmiennych ogniw skalnych.

Badania mikroskopowe amfibolitów wykazały, że reprezentują dwa typy strukturalne, w których tekstura jest kierunkowa o zgodnym, równoległym ułożeniu minerałów: plagioklazu, piroksenów, hornblendy i biotyту.

Pierwsza odmiana jest reprezentowana przez amfibolity drobnoblastyczne, doskonale ukierunkowane, z częściowo rozwiniętymi strukturami hornfelsowymi. Blasty o średnicy nieprzekraczającej 0,4 mm tworzą zwarty, jednolity agregat mineralny o strukturze monoblastycznej, homeoblastycznej, granonemato- lub też miejscami lepidoblastycznej. Odmiana ta jest rozwinięta głównie na kontaktach gnejsów, anortozytów i leukogabra z pegmatytami i zasadowymi żyłami magmowymi.

Druga odmiana jest rozwinięta w formie ławic w obrębie większych mas skalnych — leukogabra i anortozytów. Amfibolity te mają strukturę heteroblastyczną, wynikającą z obecności glomeroblastycznych skupień plagioklazu związanego z destrukcją anortozytów.

Głównym minerałem amfibolitów jest plagioklaz (tab. 8). Osobniki tego minerału występujące w odkształconych dynamicznie glomero-kataklastach odznaczają się zawartością 54–60% An. Skalenie młodszej generacji o składzie 37% An (przy wahaniami 24–44% An) tworzą dobrze uporządkowany zespół z tendencją tworzenia pokroju listewkowego. Są to minerały zbliżone polisyntetycznie, przeważnie albitowo, rzadziej peryklinowo, słabo dynamicznie odkształcone.

Kwarc jest nieliczny, w niektórych próbkach brak go zupełnie.

Minerały barwne reprezentowane są przez hornblendę zwyczajną, piroksen rombowy i jednoskośny oraz biotyту. Dominuje hornblenda ksenoblastyczna, zawierająca nieraz w swych blastach relikty niezupełnie przeobrażonego piroksenu. Stosunek hornblendy do piroksenu jest zmienny i uwarunkowany stopniem zamfibolizowania piroksenów. Hornblenda jest wykształcona czasami sitowo, oprócz reliktyw piroksenów zawiera wrostki plagioklazu, kwarcu i minerałów nieprzezroczystych. Odznacza się stosunkowo słabym pleochroizmem w odcieniach: α — bladeżółtawy, β — zielonkawy, γ — zielony i kątem $2V_{\alpha} = 72^{\circ}$, $Z/\gamma = 18^{\circ}$.

Hornblenda powstała kosztem przeobrażenia piroksenów, przede wszystkim piroksenu rombowego (ferrohiperstenu). Jego drobne ksenoblasty odznaczają się brakiem pleochroizmu i dobrze rozwiniętymi spękaniem systemu (010) oraz kątem $2V_{\alpha} = 58^{\circ}$, $Z/\gamma = 0^{\circ}$.

Tabela 8

**Skład mineralny amfibolitów z otworu wiertniczego Sejny IG 1
na podstawie analiz planimetrycznych (w % obj.)**

Składniki	Głębokość w m				Średnia n = 4	Zakres
	891,9	947,3	1042,7	622,0		
Plagioklaz	55,3	49,1	66,0	68,5	59,6	49,1–68,5
Kwarc	1,9	2,8	1,8	0,0	1,6	0,0–2,8
Amfibol	28,1	33,1	20,1	24,0	26,3	20,1–33,1
Biotyt	3,6	5,3	7,5	5,0	5,4	3,6–7,5
Minerały nieprzezroczyste	9,7	8,9	3,6	1,8	6,0	1,8–9,7
Apatyt	0,9	0,8	0,5	0,5	0,7	0,5–0,9
Węglany	0,5	0,0	0,5	0,2	0,4	0,0–0,5

Mniej pospolity jest biotyt o pleochroizmie: α — bladeżółty $\beta = \gamma$ — brunatny, którego drobne lepidoblasty powstały często w wyniku przeobrażeń hornblendy i piroksenów.

Jeszcze rzadszy jest apatyt, ksenomorficzne minerały nieprzezroczyste oraz wtórne produkty przeobrażeń serycytów, węglany i uwodnione tlenki żelaza.

Wacław RYKA

HORNFELSY

Hornfelsy występują stosunkowo rzadko. Stwierdzono je w siedmiu ławicach o grubości 0,3–3,9 m. Są to ciemnopopielate skały z zielonkawym odcieniem, nieznacznie spękane pod różnymi kątami. Hornfelsy są bezładne, a skałami kontaktującymi z nimi, które spowodowały zhornfelsowanie, są pegmatyty i zasadowe skały żyłowe. W bezpośrednim styku z tymi skałami hornfelsy odznaczają się strukturą bardziej gruboblastyczną w stosunku do stref wewnętrznych. Przeważnie struktura jest średnioblastyczna. W masie hornfelsów stwierdzono liczne relikty skał piroksenowych oraz szliry amfibolowe i biotytowe.

Ławica hornfelsu z głębokości 771,3–775,2 m odznacza się nieco inną, złożoną budową. Podstawową masą tej skały jest hornfels o barwie ciemnopopielatej, poziomo poprzerastany pasemkami czarnopopielatego leukogabra.

Badania mikroskopowe płytek cienkich ujawniają teksturę bezładną. Struktura tych skał jest zmienna. Przede wszystkim jest ona heteroblastyczna. Blasty plagioklazu, osiągające nawet średnicę 2,0 mm, tkwią w drobnoblastycznej masie mineralnej: plagioklazów, kwarcu, piroksenu i amfibolu o wielkości blastów nieprzekraczającej 0,3 mm, a nawet znacznie mniejszych.

Ponadto, cechą charakterystyczną struktury hornfelsów jest glomeroblastyczne wykształcenie składników. Widoczne są skupienia większych blastów plagioklazu i drobniejszego plagioklazu, kwarcu, piroksenu i amfibolu obficie usianych tlenkami żelaza, apatytami i piroksenem. Te ostatnie partie skały noszą wyraźne znamiona struktury hornfelsowej. Obecność urozmaiconych odmian mineralnych pozwala na wyróżnienie struktur granoblastycznych, granolepido- lub granonematoblastycznych oraz sitowych.

Głównym składnikiem hornfelsów jest plagioklaz (tab. 9). Odnacza się on polisyntetycznymi prążkowaniami bliźniaczymi oraz nierównym wygaszaniem światła, związanym zarówno z budową pasową, jak również z późniejszymi odkształceniami dynamicznymi. Mineral ten zbadany na stoliku uniwersalnym ujawnił skład odpowiadający andezynowi zasadowemu o zawartości około 36% An, przy wahaniami składu 24–45% An. Plagioklaz zawiera nieliczne igielkowe i paciorkowe przerosty antypertytowe, jednak samodzielnych blastów skalenia potasowego nie zaobserwowano. Plagioklaz jest gęsto usiany licznymi wrostkami kwarcu, piroksenu, tlenków żelaza i apatytu.

Kwarc jest mniej liczny od plagioklazu (tab. 9). Odształcenia dynamiczne tego minerału, przerosty z plagioklazem i obfite wrostki mineralne świadczą, że jest to również minerał pierwotny i wraz z plagioklazem był poddany ruchom różnicowym i blastezie.

Piroksen jest reprezentowany przez odmianę rombowa. Najczęściej zachował się w postaci reliktovej w obrębie blastów hornblendy. Wykazuje typowe dla tego minerału spękania według systemu (010), które są obficie wypełnione produktami uwodnienia tlenków żelaza.

Liczniejsza od piroksenu rombowa jest hornblenda. Mineral ten wykształcił się kosztem przeobrażenia piroksenu i wykazuje formy porfiropoikiloblastyczne o średnicy sięgającej do 1,0 mm. Hornblenda odznacza się wyraźnym pleochroizmem: α — bladżółtawy, β — zielony, γ — ciemnozielony. Przeobrażenie piroksenu w amfibol zachodziło przy równoczesnym odziedziczeniu wrostków mineralnych: kwarcu, skalenia, tlenków żelaza i apatytu.

Bardzo często hornblenda nie tworzy monomineralnych porfiropoikiloblastów, lecz jest obficie poprzerastana biotytem i epidotem. Ten ostatni występuje najczęściej w postaci drobnych agregatowych ksenoblastów. Biotyt osiąga długość do 0,4 mm i nie jest zdeformowany, co sugeruje jego postkinematyczną blastezę. Mineral ten odznacza się pleochroizmem w odcieniach: α — bladobrunatnożółtawy, $\beta = \gamma$ — ciemnobrunatny.

Poza wymienionymi minerałami w hornfelsach pospolite są drobne idioblasty apatyty oraz ksenoblasty minerałów nieprzezroczystych. Częste są również rozsiane skupienia chlorytu i węglanów, które mogą również występować w postaci cienkich żyłek.

Tabela 9

**Skład mineralny hornfelsów z otworu wiertniczego Sejny IG 1
na podstawie analiz planimetrycznych (w % obj.)**

Składniki	Głębokość w m			Średnia n = 3	Zakres
	682,9	703,2	771,6		
Plagioklaz	42,8	33,4	28,5	34,9	28,5–42,8
Kwarc	13,5	21,2	27,4	20,7	13,5–27,4
Piroksen rombowa	–	–	–	–	–
Amfibol	30,3	13,9	32,2	25,5	13,9–32,2
Biotyt	10,3	17,2	1,3	9,6	1,3–17,2
Minerały nieprzezroczyste	3,1	11,5	8,6	7,7	3,1–11,5
Apatyt	0,0	1,4	0,9	0,8	0,0–1,4
Kalcyt	0,0	1,4	1,1	0,8	0,0–1,4

GNEJSY

Gnejsy w rdzeniu z otworu wiertniczego Sejny IG 1 występują w dwóch ławicach i są reprezentowane przez cztery odmiany strukturalno-mineralogiczne: (1) gnejsy piroksenowe (enderbity); (2) gnejsy biotytowe, drobnoblastyczno-oczkowe; (3) gnejsy biotytowe, średnioblastyczno-migmatyczne; (4) gnejsy biotytowe, blastomylonityczne.

Ławica górna, na głębokości 555,0–557,7 m jest reprezentowana przez biotytowy gnejs drobnoblastyczno-oczkowy, natomiast dolna na głębokości 792,7–833,0 m, w części stropowej odpowiada biotytowym gnejsom średnioblastyczno-migmatycznym, a w spągowej — gnejsom piroksenowym (enderbitom). Biotytowe gnejsy blastomylonityczne są rozrzucone w masie leucogabra jako elementy skał starszych, w różnym stopniu przeobrażonych.

Enderbity występują w pakietach o miąższości pozornej 0,2–12,3 m. Są to skały o barwie czarnozielonej, drobno- lub średnioblastyczne, bezkierunkowe. Jedynie w stropie ławicy zaznacza się słabo laminacja pod kątem 60–70°. Laminacja ta jest widoczna w partii skały o grubości około 1,5 m i jest zgodna z kształtem stropu występujących wyżej gnejsów biotytowych. Na głębokości 820,7–833,0 m enderbity mają cechy teksturalne migmatytów dzikich. Zaznaczył się tu wyraźnie proces odmieszania substratu, reprezentowanego przez segregacje piroksenowe i mobilizatu, złożonego głównie z plagioklaz, skalenia potasowego i kwarcu. Miejscami granice między obiema substancjami są rozmyte. Prawdopodobnie żyła pegmatytu, występującego na głębokości 819,5–820,7 m jest produktem reomorficznego uruchomienia mobilizatu, pochodzącego ze zmigmatyzowanego enderbitu.

Pod mikroskopem gnejsy piroksenowe wykazują teksturę bezładną. Nierównomierne wykształcenie blastów decyduje o strukturze heteroblastycznej. Obok dużych blastów skalenia, osiagających średnicę do 3,0 mm, pospolity jest granoblastyczny zespół przerastający z piroksenami. Równomierne rozmieszczenie tych składników przesądza o strukturze monoblastycznej. Pospolite są również przerosty granofirowe kwarcu ze skaleniami.

Głównymi składnikami enderbitów są skalenie (tab. 10). Dominuje plagioklaz o średnicy do 1,0 mm, odznaczający się polisintetycznym prążkowaniem bliźniaczym i składem około 32% An, przy wahaniami 28–36% An. Mniejsze osobniki tego minerału nie są zdeformowane, natomiast większe odznaczają się powyginianiem prążków bliźniaczych, a nawet budową blokową. Zdyslokowanie plagioklaz sprzyjało zmianom wtórnym i zwykle większe osobniki są zalbityzowane, zsercytowane lub nawet lokalnie skalcytowane. Cechą charakterystyczną plagioklazów jest obecność licznych przerostów antypertytowych o kształtach igiełkowych, paciorkowych lub nawet żyłkowatych. Obecność nielicznego ortoklaz o charakterystycznym migotliwym wygaszaniu światła pozwala na przypuszczenia, że również i pertyty są reprezentowane przez ortoklaz. Pojedyncze blasty niezabliźnionego ortoklaz nie przekraczają średnicy 0,2 mm. Plagioklasy są przepełnione licznymi wrostkami mineralnymi reprezentowanymi przez minerały nieprzezroczyste, apatyt oraz biotyt.

Macierzystym minerałem enderbitów jest również kwarc, który występuje w licznych granofirowych przerostach z plagioklazem, tworzy samodzielne wydłużone skupienia o cechach typowych dla granulitów lub też stanowi wrostki w piroksenie lub plagioklazie.

Pirokseny reprezentowane są przez odmianę rombowa i jednoskośną. Starszy jest piroksen rombowa, ksenoblastyczny, o średnicy do 0,3 mm. Piroksen ten oprócz typowych dla niego spękań jest spękany według systemu (010). Płaszczyzny tych spękań są bardzo gęste, a ponadto nagromadziły się na nich liczne produkty uwodnienia związków żelaza. Są one szczególnie obfite w środkowych częściach blastów, które w tych partiach są słabo przejrzyste.

Tabela 10

Skład mineralny gnejsów z otworu wiertniczego Sejny IG 1 na podstawie analiz planimetrycznych (w % wag.)

Składniki	Gnejsy piroksenowe (enderbity)					Gnejsy oczkowe	Gnejsy migmatyczne	Gnejsy blastomylonityczne					
	głębokość w m			średnia n = 3	zakres			głębokość w m				średnia n = 2	zakres
	812,2	817,3	828,5					561,0	797,7	675,5	676,1		
Plagioklaz	42,5	49,3	61,7	61,1	42,5–61,7	44,1	17,6	40,5	26,2	33,4	26,2–40,5		
Skaleń potasowy	8,2	3,0	3,0	4,7	3,0–8,2	4,5	34,0	13,2	23,9	18,6	13,2–23,9		
Kwarc	26,9	15,1	14,0	18,7	14,0–26,9	27,2	27,0	35,7	31,8	33,7	31,8–35,7		
Piroksen rombowy	3,8	1,2	1,5	2,2	1,2–3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Piroksen jednoskośny	13,0	17,8	4,3	11,7	4,3–17,8	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0		
Biotyt	5,1	9,9	13,0	9,3	5,1–13,0	19,1	12,4	9,7	15,3	12,5	9,7–15,3		
Muskowit	0,0	0,0	0,5	0,2	0,0–0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0		
Minerały nieprzezroczyste	0,0	3,2	1,0	1,4	0,0–3,2	4,0	0,2	0,9	1,7	1,3	0,9–1,7		
Apatyt	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,9	0,2	0,0	0,8	0,4	0,0–0,8		
Węglany	0,0	0,0	0,5	0,2	0,0–0,5	0,2	3,7	0,0	0,3	0,1	0,0–0,3		

Piroksen rombowy w większości przypadków uległ przeobrażeniu w brzeźnych partiach w piroksen jednoskośny, zachowując czasami pierwotny system spękań (010) podkreślony przez tlenki żelaza.

Mniej pospolity jest biotyt, który w partiach skały słabiej zaangażowanych we wtórne przemiany występuje w postaci drobnych blaszek w otoczeniu piroksenu jednoskośnego. W tych strefach enderbitu, które poddane były silniejszym wpływowi procesów przeobrażeń biotyt odznacza się większymi blaszkami, o długości do 0,2 mm. Minerale ten odznacza się słabym pleochroizmem w odcieniach: α — bladobrunatnawożółtawy, $\beta = \gamma$ — brunatnawy.

Pospolite w skale są drobne blasty minerałów nieprzezroczystych, idioblastyczny apatyt oraz lokalnie muskowit tworzący się w wyniku przeobrażeń biotyty. Węglany są wtórne i mogą podstawiać zarówno pirokseny i biotyt, jak i skalenie.

Odmiana biotytowych gnejsów drobnoblastyczno-oczkowych jest częściowo zwietrzała i proces ten zatarł wiele cech teksturalnych tej skały. W obecnym stanie przeobrażenia gnejs reprezentuje pojedyncze odłamki, silnie zlustrowanej skały o czarnozielonej barwie, drobnoblastycznej z pojedynczymi, nieco większymi od tła, białawymi oczkami skalenia. Jedyne kontakty spągowe z anortozytami ma charakter tektoniczny i jest zaznaczony płaszczyzną ślizgu pod kątem 60°.

Gnejsy drobnoblastyczne odznaczają się teksturą kierunkową, widoczną w uporządkowanym ułożeniu blaszek biotyty. Zgodnie z nimi są ułożone dłuższe osie plagioklazów i kwarcu. Gnejsy mają strukturę heteroblastyczną, oczkową. Specyficzna jest obecność kataklastów zalbityzowanego, zserycytowanego i zawierającego przerosty skalenia potasowego z widocznymi niekiedy śladami prążkowania polisintetycznego. Masa gnejsu drobnoblastycznego, otulająca porfiroklasty, jest wyraźnie ukierunkowana. Ma ona strukturę granolepidoblastyczną, homeoblastyczną, gdyż blasty skały nie przekraczają średnicy 0,1 mm. Są to nawzajem przerastające się blasty plagioklazów o składzie 29% An (zakres 26–33%), kwarcu i blade zabarwionego biotyty o następujących barwach pleochroicznych: α — bladeżółtawy, $\beta = \gamma$ — bladobrunatny. Kwarc, podobnie jak i biotyt, nie wykazuje deformacji postkinetycznej. Obecne są również drobne blasty mikroklinu oraz pojedyncze blasty minerałów nieprzezroczystych, apatyty, cyrkonu, allanitu i epidotu. Nieliczne są również produkty wtórnych przeobrażeń, reprezentowane przez węglany, sercyty lokalnie zrekrystalizowany w muskowit oraz produkty uwodnienia i utlenienia związków żelaza.

Biotytowe gnejsy średnioblastyczno-migmatyczne pojawiają się w partiach o miąższości pozornej 1,5–8,8 m. Gnejsy te mają barwę popielatozielonkawą, jaśniejszą i ciemniejszą, zmieniającą się w drobnych laminach o grubości do 5 cm, ułożonych pod kątem 60–70°. Pod takim kątem gnejsy stykają się z zespołami skał otaczających. Kierunki te są widoczne w ułożeniu szliru biotytowych, a w partiach skały o silniej zaznaczonej migmatyzacji — również w ułożeniu granitoidowego mobilizatu o grubości do 1 cm.

Kierunkowość skały uległa zaburzeniu w miejscu pojawienia się tekstur migmatytu dziękiego, gdzie substancje jaśniejsza i ciemniejsza przerastają się w sposób nieuporządkowany. Tekstura skały jest bezładna, struktura granolepidoblastyczna. Głównymi składnikami są: kwarc, plagioklasy, mikroklin, a lokalnie także biotyt (tab. 10). Nierównomiernie rozwinięta blasteza decyduje o strukturze heteroblastycznej, a miejscami o strukturze reakcyjnej.

Macierzystymi składnikami skały są plagioklasy i pirokseny. Plagioklasy występują w postaci dużych kataklastów o średnicy dochodzącej do 0,5 mm, ale przeważnie znacznie mniejszych. Blasty te w przeważającej części są źle zachowane, zalbityzowane i zserycytowane i zawierają liczne przerosty skalenia potasowego oraz wrostki biotyty, apatyty i minerałów nieprzezroczystych. W niektórych osobnikach dostrzega się ślady polisintetycznego prążkowania bliźniaczego. Plagioklasy o mniejszej średnicy, około 1,0 mm, są świeże, średnio zawierają 31% An (27–36%). Formy przeobrażone mają skład albitu o zawartości 57% An.

Pirokseny zachowane w reliktovej postaci są reprezentowane przez piroksen jednoskośny, z bardzo silnymi zmianami wtórnymi kalcytyzacją, chlorytyzacją i biotytyzacją.

Plagioklasy i skalenie tkwią w spajającej je masie kwarcu, wykształconego w postaci dużych blastów lub nawet poikiloblastów, pozbawionych znamion późniejszego przeobrażenia dynamicznego. Kwarc ten zawiera liczne wrostki minerałów nieprzezroczystych, apatyty, cyrkonu i biotyty.

Biotyt jest minerałem, który w czasie migmatyzacji uległ całkowitej przebudowie i odznacza się blastezą postdefomacyjną. Cechuje się on następującym pleochroizmem: α — bladeżółty, $\beta = \gamma$ — brunatnawy. Miejscami jest poprzerastany tlenkami żelaza, chlorytem i muskowitem.

Na granicy blastów plagioklazu obserwuje się pojedyncze osobniki mikroklinu o typowej dla tego minerału budowie kratkowej, bądź też jako przerosty myrmekitowe.

Ponadto spotyka się pojedyncze blasty tytanitu, minerałów nieprzezroczystych, cyrkonu i epidotu. Zaawansowanie procesów wtórnych przeobrażeń jest znaczne. Zaznacza się blastezą muskowitu, krystalizacją chlorytu oraz karbonatyzacją i serycytyzacją.

Biotytowe gnejsy blastomylonityczne występują wyłącznie w postaci przeobrażonych elementów starszych skał podłoża pochłoniętych przez leukogabro. Są to ostrokrawędziste fragmenty o średnicy do 20 cm, zbiotytyzowane na brzegach, w jasnych odcieniach barwy popielatozielonkawej.

Tekstura gnejsów blastomylonitycznych jest w zasadzie bezładna. Tylko miejscami obserwuje się lokalne skupienia substancji blastomylonitycznej o kierunkowym ułożeniu. Struktura tej skały jest blastomylonityczna. Oprócz reliktowych kataklastów plagioklazu o średnicy do 1,0 mm obserwuje się zrekrytalizowaną miazgę tektoniczną o wymiarach poszczególnych blastów do 0,03 mm. Zespoły miazgi mylonitycznej są dobrze poprzerastane i poprzetkane pojedynczymi pakietami lub ksenoblastycznymi blaszkami biotyty o bladobrunatnych barwach pleochroicznych o długości do 1,0 mm. Obecność biotyty stanowi o strukturze granolepidoblastycznej, heteroblastycznej.

Cechy heteroblastezy ma również młodszy od biotyty kwarc, którego blasty dochodzą do 3,5 mm. Blasty kwarcu są licznie utkane apatytem, cyrkonem, epidotem i minerałami nieprzezroczystymi.

Do głównych minerałów gnejsów blastomylonitycznych zaliczają się również plagioklasy (tab. 10). Występują w formie kataklastów, bądź też zrekrytalizowanej miazgi mylonitycznej. Są to postacie odkształcone dynamicznie, wykazujące polisyntetyczne prążkowania bliźniacze. Średnia zawartość An wynosi 34%, przy wahaniach 29–36%. Mniej pospolity jest wtórny albit o składzie około 9% An. Jeszcze rzadszy, niemal sporadyczny, jest skaień potasowy, reprezentowany przez drobne skupienia mikroklinu lub też przerosty antypertytowe w plagioklazie.

Produkty wtórnych przeobrażeń są w gnejsach blastomylonitycznych dość liczne. Są to: węglany, serycyt, miejscami zrekrytalizowany w muskowit oraz produkty uwodnionych i utlenionych związków żelaza.

Wacław RYKA

SKŁADNIKI SUBSTRATU

Substancje substratu występują w różnej formie. Są to fragmenty skał o wyraźnie zaznaczonych brzegach, bądź skontaminowane przez skałę w której występują, tak że zachowały się tylko w reliktovej postaci jako nieregularne skupienia minerałów maficznych. Niektóre formy są skontaminowane tylko częściowo, inne zaś otoczone reakcyjną obwódką minerałów uległych porfiroblastezie.

Substancja substratu występuje głównie w leukogabrze, w mniejszej ilości pojawia się w anortozytach, amfibolitach i hornfelsach, w których najczęściej przyjmuje formy szlirowate,

prawie całkowicie już skontaminowane w gnejsach. Barwa tych form jest zmienna, od czarnej poprzez czarnozieloną i ciemnopopielatą, do rzadkiej barwy jasnopopielatej. Nierzadko w otoczeniu tych form skupiony jest mikroklin.

Ze względu na skład mineralny (tab. 11), substancje substratu zostały podzielone na: piroksenowe, piroksenowo-magnetytowe, piroksenowo-plagioklazowe, amfibolowe oraz liczne odmiany pośrednie.

Substrat piroksenowy. Tekstura skały jest bezładna, struktura granoblastyczna, heteroblastyczna. Dominującym składnikiem skały jest piroksen jednoskośny, który nie jest jednak pierwotnym minerałem tego zespołu, lecz powstał w wyniku niezupełnego przekształcenia piroksenu rombowego. Mimo że zawartość piroksenu rombowego nie przekracza 13%, jest on najważniejszym minerałem wskaźnikowym. Jest wykształcony w postaci ksenoblastów o długości do 1,0 mm, intensywnie spękanych zgodnie z kierunkiem wydłużenia i podkreślonych obecnością uwodnionych tlenków żelaza, zwłaszcza w jądrowych partiach piroksenu, co powoduje, że są prawie nieprzejrzyste. Cechy optyczne piroksenu: pleochroizm α — bladzielonkawy do bladoniebieskawego, γ — bladoróżowawy, kąt $2V_{\gamma} = 55^{\circ}$ i $Z/\gamma = 0^{\circ}$ wskazują na hipersten–ferrohipersten. Wielkość ksenoblastów piroksenu jednoskośnego nie przekracza 0,7 mm. Oprócz normalnej łupliwości systemu słupkowego lokalnie występują obfite spęknięcia według (100) i wzbogacenie w skupienia uwodnionych produktów związków żelaza. Piroksen ten czasami jest zabarwiony bladzielonkawo i nie wykazuje pleochroizmu.

Pozostały zespół mineralny tworzy tylko tło piroksenów i gromadzi się w nielicznych wolnych przestrzeniach między tymi minerałami. Pirokseny są miejscami spojone minerałami nieprzezroczystymi i wówczas struktura przybiera charakter syderonitowy. Częściej przestrzenie te bywają wypełnione plagioklazem i kwarcem. Kwarc jest niezdeformowany i tworzy blasty o średnicy do 0,3 mm. Taką samą wielkość osiąga plagioklaz o składzie 41–47% An. Jego blasty

Tabela 11

**Skład mineralny substratu z otworu wiertniczego Sejny IG 1
na podstawie analiz planimetrycznych (w % obj.)**

Składniki	Piroksenowy			Piroksenowo- -magnetytowy	Piroksenowo- -plagioklazowy	Amfibolowy	
	głębokość w m						
	773,2	831,0	845,5	681,9	656,0	660,7	681,9
Plagioklaz	11,1	6,9	8,1	41,8	24,2	25,2	15,2
Kwarc	15,2	12,2	8,1	0,0	3,4	0,6	5,5
Piroksen rombowy	1,0	12,7	4,8	10,6	4,1	0,0	9,0
Piroksen jednoskośny	68,0	66,5	66,4	7,4	19,8	15,8	17,2
Amfibol	0,0	0,0	0,0	0,0	24,2	29,7	31,3
Biotyt	1,2	0,0	0,9	3,5	11,7	8,2	5,7
Muskowit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7
Minerały nieprzezroczyste	2,5	1,7	10,6	33,9	12,3	15,8	14,4
Apatyt	1,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,3	0,0
Węglany	0,0	0,0	0,2	2,8	0,3	4,4	0,0

nie są zdeformowane, odznaczają się niespokojnym wygaszaniem światła, czasami pospolitymi prążkowaniami polisyntetycznymi: albitowymi i peryklinowymi. Ponadto charakteryzują się one licznymi przerostami antypertytowymi typu pręcikowego i paciorkowego według nazewnictwa H.L. Allinga (1938).

Nieliczne są blasty biotyту o żywych brunatnych barwach pleochroicznych, najczęściej jest on skupiony na obrzeżeniu piroksenów. Towarzyszą mu minerały nieprzezroczyste, rzadziej zaś apatyt i zielony spinel. Zespół minerałów wtórnych jest reprezentowany przez kalcyt i syderyt, które powstały kosztem przeobrażenia plagioklaz.

Substrat piroksenowo-magnetytowy ma teksturę bezładną, a strukturę heteroblastyczną, syderonitową. Mineralami podstawowymi tego zespołu skalnego są: plagioklaz, pirokseny i minerały nieprzezroczyste, zawartość pozostałych składników nie przekracza objętości 7% (tab. 11). Dominuje plagioklaz o średnim składzie 45% An (43–50%), wykształcony w niezdeformowanych blastach wykazujących niespokojne wygaszanie światła i liczne prążkowania bliźniacze typu albitowego i peryklinowego. Plagioklaz ten w znacznie mniejszym stopniu obfituje w przerosty antypertytowe niż w skałach piroksenowych. Średnice tego skalenia są prawie dwukrotnie większe niż plagioklaz w substracie piroksenowym.

Piroksen rombowy występuje wyłącznie w postaci reliktowych blastów w obrębie dużych poikiloblastów piroksenu jednoskośnego. Formy te osiągają średnice do 3,0 mm. Pozostałe cechy piroksenów są podobne do występujących w substracie piroksenowym. Blasty plagioklaz i piroksenów są spojone masą minerałów nieprzezroczystych, które mogą osiągać długość do 6,0 mm. Zespół minerałów pobocznych i akcesorycznych jest ubogi. Jest on reprezentowany przez biotyt o brunatnawej barwie, niewielkie ilości apatyту oraz wtórne skupienia węglanów.

Substrat piroksenowo-plagioklazowy ma teksturę bezładną, a strukturę glomeroblastyczną, granonematolepidoblastyczną, porfiropoikiloblastyczną i reakcyjną.

Piroksen jednoskośny (kąt $2V_{\gamma} = 36^{\circ}$, $Z/\gamma = 36^{\circ}$) występuje w skupieniach glomeroblastycznych o wielkości do 2 mm. Najczęściej wypełnia centralne części porfiropoikiloblastycznej hornbleny. Procesy amfibolizacji piroksenu zaznaczyły się również wzdłuż spękań blastu gospodarza.

Hornblenda ma głównie kształt porfiropoikiloblastyczny, rzadziej zaś jest wykształcona w postaci drobnych blastów o dobrze zaznaczonych ściankach słupa. Amfibol ten wykazuje intensywny pleochroizm: α — bladożółty, β — bladozielony, γ — ciemno-soczysto-zielony, kąt $Z/\gamma = 17^{\circ}$. Hornblenda nie wykazuje zbliźniaczeń i odznacza się wyłącznie śladami płaszczyzn (110). Miejscami jest poprzerastana kwarcem, z którym tworzy zrosty symplektytowe. Cykl przebudowy zespołów piroksenowych rozpoczęty przez hornblendę był kontynuowany jako blasteza biotyту. Jest to minerał o ciemno-brunatno-kasztanowych barwach, zawierający liczne wrostki cyrkonu i apatyту, rozwinięty w postaci pojedynczych drobnych blaszek lub symplektytowych przerostów z kwarcem, skupionych na brzegach hornblendy. Zespołowi temu towarzyszą obfite wydzielienia minerałów nieprzezroczystych oraz apatyt.

Składniki jasne tego substratu są reprezentowane przez kwarc, plagioklaz i skałen potasowy. Najliczniejszy jest ksenoblastyczny plagioklaz o długości do 1,0 mm. Są to minerały rzadko zbliźniaczone polisyntetycznie, częściowo rozarte na brzegach i nieznacznie zdeformowane, o czym świadczą wygięcia prążków bliźniaczych. Plagioklaz odznacza się niespokojnym wygaszaniem światła, a jego skład wskazuje na zasadowy andezyn (średnia zawartość An wynosi około 40%). Na granicach tego minerału skupione są dość liczne skalenie potasowe, rozwinięte w formach myrmekitowych, które rozwijały się również na płaszczyznach spękań plagioklazów. W przeciwieństwie do plagioklazów substratu piroksenowego i piroksenowo-magnetytowego

nie obserwuje się tu przerostów antypertytowych. Kwarc jest stosunkowo nieliczny. Tworzy drobne, niezdeformowane blasty, w bardzo pospolitych przerostach z biotytem i amfibolem.

Substrat hornblendowy jest podobnie wykształcony pod względem teksturalnym i strukturalnym do skały piroksenowo-plagioklazowej. Najistotniejsze różnice między badanymi typami skał wyrażają się głównie w stosunkach objętościowych poszczególnych minerałów (tab. 11). Skała ta obfituje w hornblendę i mniejsze ilości plagioklazu o składzie około 50% An. Zawartości piroksenów, biotyty i minerałów nieprzezroczystych są zbliżone. Substrat amfibolowy reprezentuje wyższe stadium przeobrażeń skały piroksenowo-plagioklazowej i stanowi ogniwo przejściowe do amfibolitów.

Olech JUSKOWIAK, Wacław RYKA

ŻYŁY GRANITOIDOWE

Żyły granitoidowe są skałami zróżnicowanymi pod względem grubości wkładek, wykształcenia tekstury i struktury. W rdzeniu wiertniczym z otworu Sejny IG 1 stwierdzono 49 żył o grubości powyżej 10 cm. Grubość żył jest przeważnie mała 0,1–0,3 m, rzadko tylko dochodzi do 3,0 m (876,1–879,1 m). Są to skały szaroróżowawe o zmiennym natężeniu barwy. Kontakty ze skałami otaczającymi są różne. Przeważają kontakty tektoniczne, ostre, przeważnie pod kątem 20–30°, choć znane są również kontakty pod kątem 70° i poziome. Zwykle żyły z dużą niezgodnością kątową tną skały otoczenia. W ich sąsiedztwie bardzo często występują skały zmylonityzowane, związane ze strefami zluźnionymi przez ruchy różnicowe. Ruchy te kontynuowały się również po wypełnieniu szczelin granitoidami; wskazują na to produkty dezintegracji w postaci brekcji, kataklazytów i mylonitów w materiale granitoidowym.

Rzadsze są kontakty nieostre, w których skały granitoidowe skontaminowały skały otoczenia. Wyjątkowo silna kontaminacja w stropie żył obejmowała partię o grubości 20 cm (głębokość 990,2–990,4 m). Pospolite są również strefy kontaktowe na granicy żył granitoidowych i skał otoczenia, zaznaczone porfiroblastycznym wzrostem minerałów w egzokontakcie lub też biotytyzacją skał otaczających żyłę. Kierunkowość w żyłach notowana jest sporadycznie, przeważnie jest uwarunkowana uprzywilejowanym ułożeniem biotyty. Późniejsze zmiany hydrotermalne doprowadziły lokalnie do okwarcowania lub skalcytyzowania fragmentów żył granitoidowych.

Stopień krystalizacji wyrażony średnicami ziarn jest zmienny. Zwykle skały granitoidowe krzepły w warunkach niepokoju tektonicznego, czego wynikiem jest słabe uporządkowanie struktury. Rzadziej obserwuje się żyły, w których krystalizacja zachodziła spokojnie, w wyniku czego wykształciły się struktury o równych średnicach ziarn. W niektórych żyłach obserwuje się kolejność normalnej krystalizacji uwidocznionej wzrostem wielkości ziarn w środkowych częściach żyły. Czasami resztki tworzywa granitoidowego były oddzielane od środowiska macierzystego i włączane w skały otaczające. Takie przypadki zostały utrwalone przez żyły niezgodnie tnące granitoidy wcześniejszej generacji (fig. 3).

W płytkach cienkich żyły granitoidowe wykazują duże zróżnicowanie, zwłaszcza pod względem strukturalnym i składu mineralnego. Struktury ziarniste skał zmieniają się od drobno- i średnioblastycznych do grubo- i wielkoziarnistych, a wielkości ziarn w szlifach wahają się od 0,2 do 20 mm. Dla większości żył granitoidowych typowe są struktury hipidiomorfoziarniste, a dla pegmatytów struktury heteroziarniste — pegmatoidalne. Zmiany strukturalne dają się zaobserwować niekiedy w obrębie jednej żyły. Do rzadziej spotykanych należą struktury poikilitowa i cementowa — blastokataklastyczna. Ta ostatnia struktura jest charakterystyczna dla niektórych pegmatytów, które są silnie potrzaskane i mają charakter metabrekcji.

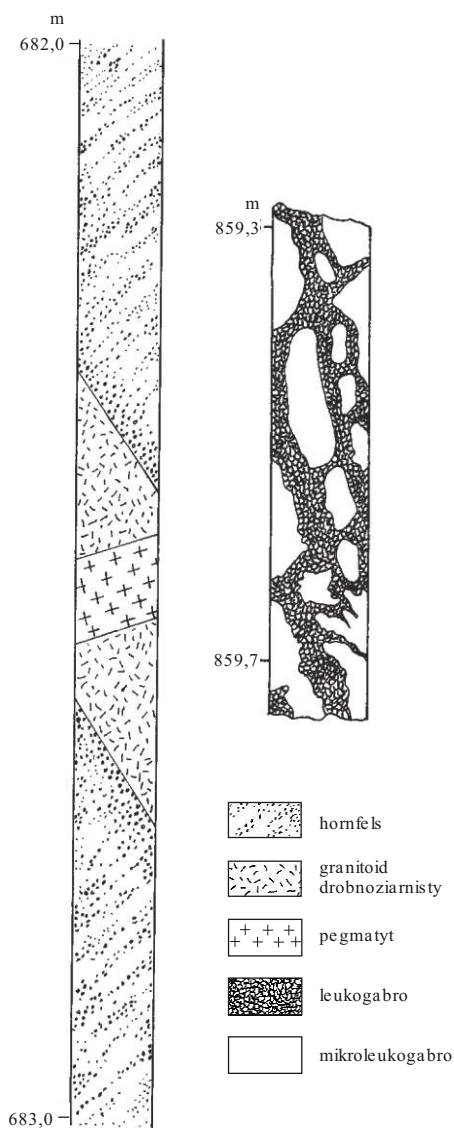


Fig. 3. Fragmenty rdzeni z otworu wiertniczego Sejny IG 1

metrów i mają zwykle dobrze wykształcone kratkowe bliźniaki albitowo-peryklinowe. Większe ksenokryształy są czasem zbliżone według prawa karlsbadzkiego. Występują w nich wrostki kwarcu, niekiedy także plagioklazów i biotytu, tworząc struktury poikilitowe. Miejscami w skaleniach pojawiają się wtórne minerały: chloryt, hydromiki i węglany.

Plagioklasy tworzą przeważnie kryształy drobniejsze od mikroklinu, ich średnice najczęściej wynoszą od 0,4 do 5 mm. Są one na ogół źle zachowane, zmętniałe w wyniku kaoli-

Głównymi składnikami opisywanych skał są minerały jasne: kwarc, mikroklin oraz plagioklaz. Jakkolwiek stosunki ilościowe między tymi minerałami ulegają dużym wahaniom, to jednak w materiale dostępnym do badań mikroskopowych kwarc i mikroklin są składnikami, które zdecydowanie przeważają nad plagioklazem. Najbardziej typowe i najliczniej reprezentowane wśród badanych żył granitoidowych są skały o składzie granitów zwyczajnych.

Minerały barwne i ciemne występują podrzędnie lub akcesorycznie. Przede wszystkim należy wymienić tu biotyt i powstały z niego chloryt. Ponadto występują: magnetyt, ilmenit, hematyt, piryt, leukoksen, muskowit, kalcyt i apatyt. W jednym szlifie dostrzeżono relikty piroksenów. W płytce cienkiej reprezentującej żyłę kwarcowo-kalcytową stwierdzono również występowanie sferolitycznych faz chalcedonowych.

Kwarc występuje w ziarnach o różnej wielkości. W granitoidach ziarna średniej wielkości mają zwykle od 0,2 do 5 mm, natomiast w pegmatoidach lub żyłach kalcytowo-kwarcowych osiągają średnicę kilkunastu milimetrów. Drobne ziarna kwarcu tworzą wrostki w skaleniach potasowych. Spotyka się też przerosty kwarcu w myrmekicie oraz strukturach pismowych. Ziarna kwarcu są zwykle izometryczne, często spękane i na ogół odznaczają się nierównym, plamistym wygaszaniem. Ziarna wydłużone i skatakazowane w formie agregatów kataklazycznych lub miazgi mylonitycznej występują w strefach bezpośrednio związanych z ruchami różnicowymi. W ziarnach kwarcu liczne są nieprzezroczyste wrostki, a ponadto idiomorficzne wrostki cyrkonu i turmalinu.

Skaleń potasowy jest reprezentowany najczęściej przez pertyt mikroklinowy, rzadziej przez czysty mikroklin. Przerosty pertytowe są różnej grubości i kształtów. Rozmiary ziarn skaleni wahają się od 0,2 do kilkunastu mili-

nizacji i serycytyzacji oraz poprzerastrane produktami wtórnymi: węglanami, chlorytem, hydrolyszczykami. W niektórych szlifach występują także świeże ziarna należące do młodszej generacji plagioklazów. W jednej próbce pegmatoidowej zaobserwowano antypertyt oligoklazowy. Plagioklasy mają przeważnie skład oligoklazu o zawartości około 20–26% An. W nielicznych żyłach o składzie granodiorytowym występują kryształy plagioklazów o słabo zaznaczającej się budowie pasowej, w których zawartość cząstki anortozytowej wynosi od 25 do 31%.

Biotyt w opisywanych skałach bywa rozmaicie wykształcony. W granitach drobno- i średnioziarnistych blaszki biotyty mają maksymalne wymiary 23 mm, natomiast w pegmatoidach blaszki centymetrowe nie należą do rzadkości. Ilość biotyty jest tutaj niewielka i wynosi najczęściej zaledwie kilka procent. Tylko w niektórych pegmatytach lub szlirach metatektycznych, a zwłaszcza w strefach kontaktowych, zawartość biotyty wyraźnie wzrasta. Dobrze zachowany biotyt ma zabarwienie brunatnobrazowe i bardzo wyraźny, typowy pleochroizm. Często jednak biotyt jest przeobrażony, źle zachowany. Ulega on przede wszystkim chlorytyzacji, która ostatecznie prowadzi do całkowitego zastąpienia biotyty przez chloryt. Z innych produktów wtórnych towarzyszących biotytowi należy wymienić minerały nieprzezroczyste, hydrolyszczyki i węglany. W niektórych pegmatytach widoczne są dwie generacje biotyty o różnym zabarwieniu i pleochroizmie, które podlegają odmiennym procesom przeobrażeniowym. W biotytach dostrzeżono też wzrostki apatyty oraz innych zmienionych już minerałów, wokół których tworzą się silne pola pleochroiczne.

Akcesorycznie występują w granitoidach rozmaite minerały nieprzezroczyste: magnetyt, hematyt, ilmenit z leukoksenem oraz piryty. W jednej z badanych próbek w magnetycie dostrzeżono przerosty zielonego spinelu.

Olech JUSKOWIAK, Wacław RYKA

WYNIKI BADAŃ CHEMICZNYCH

Do analiz chemicznych wytypowano 20 próbek skał. Analizy zostały wykonane w Głównym Laboratorium Państwowego Instytutu Geologicznego. Wyniki analiz przedstawiono w **tabeli 12**. Analizy chemiczne skał przeliczono sposobem T. Bartha i P. Niggiego.

Wyniki przeliczeń analiz chemicznych metodą T. Bartha przedstawiono w **tabeli 13**.

Według "tych przeliczeń" skały z otworu wiert. Sejny IG 1 wykazują podobieństwo chemiczne z wyjątkiem pegmatytów i substratu piroksenowego. W skałach tych zbliżone są zawartości potasu, sodu, magnezu i żelaza dwuwartościowego. Zawartość glinu jest wyraźnie większa w odmianach plagioklazowych i gwałtownie spada w odmianach piroksenowych. Ubytek ten został wyrównany wzrostem ilości krzemu i wapnia. Zawartość tytanu utrzymuje się na wyrównanym poziomie z wyjątkiem próbki leukogabra z głębokości 757,8 m (analiza 7), przy czym anomalie tę można tłumaczyć lokalnym wzbogaceniem skały w minerały zawierające tytan, skupione w zasadowym derywacie leukogabra.

Więcej "informacji o składzie skał z otworu wiert. Sejny IG 1 dostarczają wyniki" przeliczeń metodą P. Niggiego. Rezultaty przeliczeń przedstawiono w **tabeli 14**, a projekcję trójkątną parametrów QLM na **figurze 4**. Na figurze przeważająca część punktów projekcyjnych jest skupiona wzdłuż linii PF, ale niektóre próbki nie są wysyczone krzemionką. Stosunek kwarcu do minerałów skaleniowych jest mniej więcej stały (37–51%), natomiast główne zróżnicowanie próbek polega na zmienności parametru M (od 7 do 33%). Wyróżnia się **pegmatyt** praktycznie pozbawiony składników maficznych oraz substrat piro-

Tabela 12

Wyniki analiz chemicznych skał z otworu wiertniczego Sejny IG 1 (w % wag.)

Składniki	Numery analiz									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	49,60	50,30	50,48	50,78	49,84	48,02	45,80	51,19	48,22	47,00
TiO ₂	0,27	0,25	0,23	0,71	0,46	1,00	2,43	2,67	1,44	1,63
Al ₂ O ₃	20,68	23,92	20,29	20,20	22,57	18,01	13,60	13,55	17,56	16,29
Fe ₂ O ₃	1,63	0,98	0,73	3,66	2,77	7,56	8,83	7,63	4,80	5,86
FeO	3,77	1,16	4,14	4,79	1,74	5,00	8,01	7,72	7,04	8,71
MnO	0,92	0,39	0,53	0,49	0,70	0,18	0,21	0,16	0,95	0,92
MgO	6,34	3,36	6,83	5,58	3,55	5,36	4,69	3,54	6,14	7,01
CaO	10,23	12,27	9,32	6,87	10,79	9,04	9,71	7,19	7,95	7,04
Na ₂ O	3,45	4,41	3,62	3,44	4,29	3,00	2,97	2,36	3,68	3,51
K ₂ O	0,67	0,67	0,84	0,89	0,71	0,76	1,00	1,69	0,79	0,67
P ₂ O ₅	0,05	śląd	0,05	0,15	0,07	0,05	0,39	0,38	0,21	0,30
H ₂ O ⁺	0,86	0,88	1,49	1,12	1,02	0,88	0,99	0,54	0,46	0,38
H ₂ O ⁻	0,10	0,14	0,10	0,16	0,26	0,00	0,05	0,12	0,02	0,10
CO ₂	1,13	1,40	1,00	1,00	1,40	1,19	1,19	1,19	0,30	0,45
S	0,14	0,10	0,05	0,16	0,09	0,30	0,30	0,19	0,17	0,26
Razem	99,84	100,23	99,70	100,00	100,26	100,35	100,17	100,12	99,73	100,13

Składniki	Numery analiz									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SiO ₂	51,72	57,20	61,28	65,52	51,58	45,17	39,30	49,45	72,60	53,98
TiO ₂	0,71	0,60	0,53	0,19	0,60	2,55	2,15	0,60	0,19	0,87
Al ₂ O ₃	16,37	16,80	16,41	14,46	8,87	14,77	13,73	17,07	13,48	16,78
Fe ₂ O ₃	5,04	5,53	1,95	1,06	7,40	7,24	9,15	6,20	1,07	7,36
FeO	7,98	2,90	4,08	2,83	4,72	8,15	13,23	5,15	0,29	4,97
MnO	0,58	0,07	0,04	0,10	0,33	0,21	0,20	0,20	0,04	0,44
MgO	6,22	3,94	1,65	2,16	14,45	4,78	5,24	7,12	0,61	2,19
CaO	5,00	4,32	4,92	5,68	8,24	9,84	10,10	8,51	1,59	4,54
Na ₂ O	3,77	3,64	3,50	4,38	1,48	3,17	2,29	2,97	3,10	5,09
K ₂ O	1,25	2,35	3,3	1,26	0,66	0,90	0,70	0,96	6,08	2,46
P ₂ O ₅	0,06	0,09	0,14	0,05	0,20	0,43	0,09	0,08	0,10	0,39
H ₂ O ⁺	0,80	2,08	1,35	1,02	0,54	1,16	1,00	0,07	0,03	0,52
H ₂ O ⁻	0,00	0,22	0,07	0,10	0,14	0,00	0,00	0,27	0,27	0,15
CO ₂	0,65	0,71	0,71	0,90	1,19	2,14	2,14	0,71	0,71	0,40
S	0,24	0,01	0,10	0,23	0,10	0,28	1,02	0,13	0,02	0,10
Razem	100,39	100,46	100,04	99,94	100,50	100,79	100,34	99,49	100,18	100,24

1 — anortozyt, głęb. 1046,2 m; 2 — anortozyt, głęb. 1088,0 m; 3 — anortozyt gruboblastyczny, głęb. 914,5 m; 4 i 5 — anortozyt skataklastyczny, głęb. 1155,3 m; 6 i 7 — leukogabro, głęb. 757,8 m; 8 — hornfels, głęb. 703,2 m; 9 — mikroleukogabro, głęb. 792,4 m; 10 — amfibolit, głęb. 859,5 m; 11 — gnejs piroksenowy, głęb. 817,3; 12 — gnejs biotytowy drobnoblastyczny, głęb. 561,0 m; 13 — gnejs biotytowy drobnoblastyczny, głęb. 675,5 m; 14 — gnejs biotytowy oczkowy, głęb. 727,8 m; 15 — skała piroksenowo-kwarcowa, głęb. 727,8 m; 16 — skała piroksenowo-plagioklastyczna-kwarcowa, głęb. 773,2 m; 17 — skała piroksenowo-plagioklastyczna, głęb. 660,7 m; 18 — skała piroksenowo-amfibolowa, głęb. 681,9 m; 19 — pegmatyt, głęb. 587,3 m; 20 — pegmatoid, głęb. 980,4 m

Tabela 13

Wyniki przeliczeń analiz chemicznych skał z otworu wiertniczego Sejny IG 1 metodą T. Bartha

Numery analiz	Wzór chemiczny skały										
	K	Na	Ca	Mg	Fe ⁺²	Fe ⁺³	Al	Ti	Si	P	C
1	0,7	6,3	10,3	9,0	2,9	1,1	23,0	0,2	47,0	0,1	1,4
2	0,6	7,7	11,8	4,5	0,8	0,6	25,3	0,2	45,3	–	4,2
3	1,0	6,6	9,4	9,7	3,2	0,6	22,6	0,2	47,8	0,1	1,3
4	1,1	6,2	6,8	7,8	3,7	2,6	22,3	1,0	47,7	0,1	1,3
5	0,8	7,5	10,5	4,8	1,3	1,9	24,1	0,3	45,2	0,1	4,3
6	0,8	5,5	9,3	7,7	4,0	5,4	20,3	0,7	46,1	0,1	1,6
7	1,3	5,6	10,3	6,8	6,6	6,6	15,9	3,6	45,6	0,4	1,6
8	2,1	4,3	7,5	5,1	6,2	5,6	15,3	1,9	49,4	0,3	1,6
9	0,9	6,7	8,2	8,9	5,7	3,5	20,1	1,2	47,0	0,1	0,4
10	0,7	6,6	7,4	10,3	7,1	4,2	18,8	1,2	46,1	0,2	0,5
11	1,4	6,9	5,1	8,9	6,3	3,6	18,4	0,5	49,6	0,1	0,8
12	2,7	6,5	4,3	5,5	2,2	3,8	18,5	0,4	53,4	0,1	0,9
13	3,9	6,2	4,9	2,3	3,1	1,3	17,9	0,3	56,6	0,1	0,9
14	1,4	7,5	5,4	2,9	2,1	0,7	15,3	0,2	59,2	0,1	1,1
15	0,7	2,6	8,4	20,7	3,7	5,3	9,8	0,5	49,2	0,1	1,5
16	1,2	5,9	10,3	7,0	6,7	5,3	17,0	1,8	44,4	0,4	2,8
17	0,9	4,6	11,2	8,1	11,4	7,1	16,6	1,6	40,7	0,1	3,0
18	1,2	5,4	8,7	20,2	4,1	4,5	19,2	0,5	47,4	0,1	0,9
19	7,7	5,3	1,5	0,8	0,2	0,6	13,8	0,2	63,8	0,1	0,8
20	3,0	9,4	4,6	3,1	3,9	5,2	18,7	0,6	51,3	0,3	0,5

Objaśnienia przy tabeli 12

ksenowo-kwarcowy zdecydowanie wzbogacony w minerały maficzne. Główną grupę skalną z otworu wiert. Sejny IG 1 reprezentują punkty projekcyjne anortozytów, pozostające w niewielkim rozproszeniu w porównaniu do innych odmian skalnych, co wskazuje na ich ścisły związek genetyczny.

Tabela 14

Wyniki przeliczeń analiz chemicznych skał z otworu wiertniczego Sejny IG 1 metodą P. Niggiego

Parametry	Numery analiz									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kp	2,0	1,9	3,0	3,4	2,3	2,4	3,8	6,3	2,7	2,0
Nc	18,3	22,7	19,2	18,5	22,3	16,4	16,4	12,9	19,4	19,0
Cal	23,4	22,4	21,9	15,9	18,1	20,6	13,2	13,5	18,2	16,7
Cs	1,1	–	0,7	–	–	0,8	5,4	1,4	2,0	1,0
Sp	–	2,7	–	6,4	5,3	–	–	–	–	–
Fa	4,5	1,2	4,9	4,2	1,3	1,9	5,1	5,2	6,8	8,4
Fs	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fo	13,1	5,3	14,1	8,4	4,4	11,4	9,9	7,7	12,9	14,8
Q	32,8	34,4	32,5	35,9	34,6	34,4	30,8	38,6	30,8	29,3
Ru	0,2	0,2	0,2	0,5	0,3	0,7	1,7	1,9	1,0	1,1
Cp	0,3	–	0,3	0,3	0,3	0,3	0,9	0,9	0,3	0,6
Cc	2,7	8,3	2,5	2,6	8,4	3,1	3,2	3,2	0,8	1,0
Mt	1,6	0,9	0,7	3,9	2,7	8,0	9,6	8,4	5,1	6,1
Q	34,6	39,2	28,4	41,9	41,9	39,7	37,7	46,2	33,9	32,9
L	45,8	53,4	38,4	43,5	51,2	44,3	38,6	37,4	42,9	40,9
M	19,6	7,4	33,2	14,6	6,9	16,0	23,7	16,4	23,2	26,2

Parametry	Numery analiz									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Kp	4,4	8,2	11,9	4,4	2,0	3,4	2,3	3,4	21,5	8,8
Nc	20,2	19,8	19,2	23,4	7,7	17,2	13,2	15,8	16,8	27,8
Cal	12,2	9,9	11,8	10,0	9,5	14,4	15,9	18,6	1,7	9,6
Cs	–	–	–	1,5	4,9	2,9	3,4	1,9	–	0,5
Sp	2,5	4,3	0,2	–	–	–	–	–	1,2	–
Fa	7,3	0,7	3,8	2,8	1,9	6,1	11,5	2,9	–	2,4
Fs	–	–	–	–	–	–	–	–	0,3	–
Fo	11,8	6,3	3,4	4,6	20,2	10,3	11,5	15,0	0,7	4,6
Q	33,9	42,5	45,3	49,5	32,4	29,9	24,7	33,3	54,8	36,2
Ru	0,5	0,4	0,3	0,2	0,4	1,8	1,5	0,4	0,2	0,5
Cp	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,8	0,3	0,3	0,8	0,8
Cc	1,6	1,8	1,8	2,3	3,0	5,5	5,7	1,8	1,8	1,0
Mt	5,3	5,8	2,0	1,0	7,7	7,7	10,0	6,6	0,7	7,8
Q	38,1	48,9	47,7	51,5	36,9	36,9	31,2	37,0	57,2	40,6
L	40,7	43,2	44,8	39,2	21,6	40,8	37,4	41,3	41,7	51,1
M	21,2	7,9	7,5	9,3	41,5	22,3	31,4	21,7	1,1	8,3

Objaśnienia przy tabeli 12

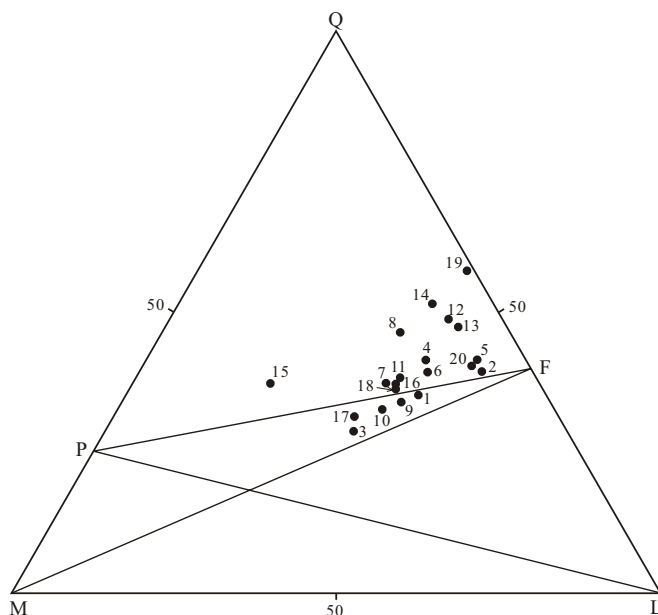


Fig. 4. Projekcja QLM według P. Niggiego dla skał z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Numery analiz wg tabeli 12

Marta JUSKOWIAK⁶

WYNIKI BADAŃ PETROGRAFICZNYCH I CHEMICZNYCH SKAŁ ŻYŁOWYCH TYPU LAMPROFIRÓW

W otworze wiert. Sejny IG 1 występuje kilkanaście drobnych, ciemno zabarwionych dajek skał drobnokrystalicznych o widocznej makroskopowo strukturze porfirowej. Pozorna miąższość poszczególnych żył jest zmienna, maksymalnie wynosi około 220 cm. Miąższości żył i głębokości ich występowania zestawiono w tabeli 15. Żyły te występują tylko w górnym odcinku rdzenia kryształniku, do głębokości 610 m.

Badania mikroskopowe wykazały, że są to skały bezskaleniowe o strukturze hipokrystaliczno-porfirowej z mikrolitowym lub hialoofitowym tłem skalnym, w którym obok izotropowej, bezbarwnej substancji występuje także biotyt i piroksen. Skład mineralny tych skał przedstawia tabela 16. Brak skaleni, obecność oliwinu oraz struktura skały wykazuje podobieństwo do limburgitów, lecz inne cechy, jak np. wysoka zawartość biotytu (do 35% obj.) oraz jasnego tła (39–50%) świadczą o ich przynależności do grupy lamprofirów piroksenowo-biotytowych.

⁶ Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Tabela 15

Występowanie żył typu lamprofirów w otworze wiertniczym Sejny IG 1

Głębokość w m	Miąższość w cm	Uwagi
569,75	1	fragment żyłki w strefie mylonitycznej; upad 40°
573,2	1	żyła w strefie skatakłazowanej z porwakami skały otaczającej
575,1–575,2	10	upad dajki około 70°
575,55–575,65	10	upad dajki około 80°
575,75	3	przebieg żyłki nieregularny
576,1–577,5	140	upad około 80°
579,6–581,8	220	kontakty żyły ostre, lecz pokruszone
582,3–582,6	30	kontakty żyły nieregularne, strome
583,3–584,1	80	upad około 80°, żyła w strefie skatakłazowanej
598,8–599,7	90	płaszczyzny kontaktowe pod kątem 80–85°
600,1–600,2	10	kontakty pod kątem 80°
600,2–600,5	1	przebieg nieregularny
600,5–600,7	20	żyła o przebiegu stromym w strefie skatakłazowanej, pod kątem 80°
605,1–607,2	220	kontakty żyły ostre
609,1–609,4	1	skała żyłowa w strefie skatakłazowanej

Tabela 16

Skład mineralny skał żyłowych typu lamprofirów z otworu wiertniczego Sejny IG 1 (w % obj.)

Składniki	Głębokość w m						
	573,2	575,15	575,6	576,9	581,3	583,7	598,9
Pseudomorfozy po prakryształach (oliwin)	4,7	11,9	15,9	7,8	14,3	12,3	12,4
Biotyt	35,0	27,1	27,1	33,0	17,8	19,9	15,9
Piroksen	–	–	18,6	14,2	24,8	12,9	23,7
Minerały nieprzezroczyste (leukoksen)	15,0	11,9	4,8	10,1	5,9	8,1	3,0
Tło izotropowe, niskodwójłonne i produkty przeobrażeń (węglany, sercytyt, chloryty) i apatyt	45,3	49,1	33,6	34,9	37,2	46,8	45,1

W skałach tych występują znaczne ilości, prawdopodobnie nie zawsze wtórnych węglanów, obok licznych innych wtórnych minerałów: sercytytu, chlorytu, talku, antygorytu, chryzotyłu i leukokseny, co utrudnia rozpoznanie pierwotnych minerałów bezbarwnych.

Własności optyczne piroksenów i występujących niekiedy amfiboli świadczą o ich sodowym charakterze, co wskazuje na alkaliczny charakter tych skał. Mimo znacznego zróżnicowania

w zawartości różnych minerałów żyły te reprezentują jeden typ skały. Ilustruje to wykres sporządzony na podstawie analiz planimetrycznych (fig. 5). Udział składników ciemnych wynosi tu około 50–60%, przy czym w żyłach z większych głębokości maleje nieznacznie udział biotytu na korzyść piroksenów. Strukturalne zróżnicowanie ilustrują wykresy pomiarów wielkości głównych składników (fig. 6).

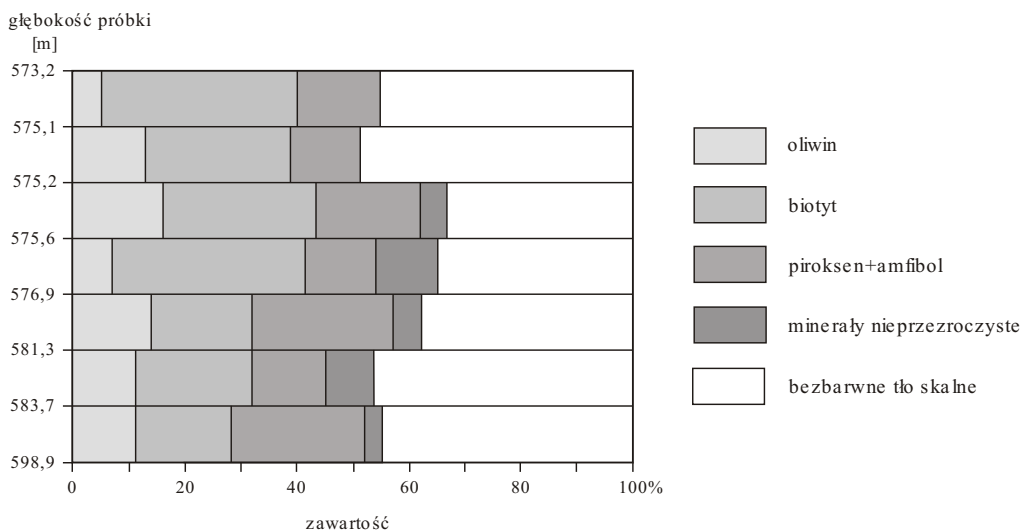


Fig. 5. Skład mineralny skał żyłowych — lamprofirów na podstawie analiz planimetrycznych z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Prakryształy są reprezentowane wyłącznie przez pseudomorfozy pooliwinowe w ilości 5–16% (tab. 16). Osiągają one zazwyczaj wielkość 1 mm, w żyłach o większej miąższości — do 4 mm (fig. 6). Wypełnia je zgodnie z pierwotną orientacją krystalograficzną bladezielony minerał blaszkowy, optycznie ujemny, o bardzo małym kącie osi optycznych (około 6–8°) i dość znacznej dwójłomności ($\Delta = 0,015$). Płaszczyzna łupliwości minerału jest zgodna ze ścianą (100) oliwinu, a płaszczyzna osi optycznych jest równoległa do ściany (010) oliwinu. Współczynniki załamania światła są bliskie współczynnikom załamania światła balsamu kanadyjskiego. Właściwości te różnią się od właściwości pospolitych produktów przeobrażenia oliwinu, takich jak: idyngsyty, minerały serpentynowe czy chloryty. Mniej jednorodne, niskodwójłomne wypełnienia tworzą w pseudomorfozach również minerały serpentynowe. Ponadto spotyka się tu agregatowe, brunatne skupienia prawdopodobnie nontronitu, a także węglany i wydzielenia rudne.

Biotyt oraz piroksen stanowią główne składniki tła skalnego. Biotyt występuje w postaci krótkich słupków i tabliczek sześciobocznych, których wielkość waha się w granicach 0,015–0,25 mm (fig. 5). Wykazuje pleochroizm w odcieniach rdzawych, charakterystyczny dla odmian wzbogaconych w Ti, przy czym partie zewnętrzne są ciemniejsze. Jego zawartość waha się w granicach 15–35% (tab. 16).

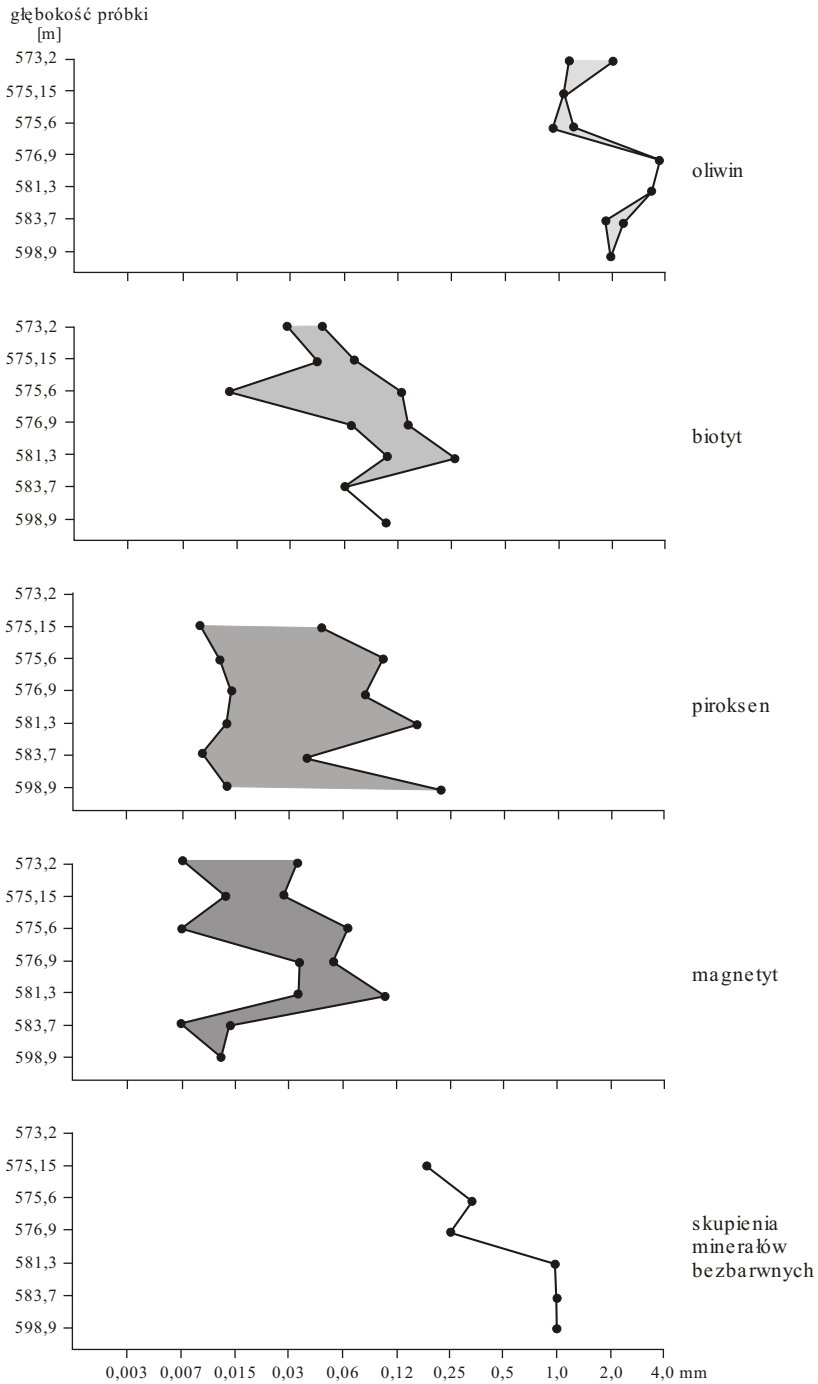


Fig. 6. Zmienność wielkości składników mineralnych skał żyłowych — lamprofirów z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Piroksen tworzy cienkie pręciki o długości 0,05–0,25 mm, co nadaje tłu skalnemu charakter struktury tinguitowej. Wykształcenie mikrolityczne nie pozwala na dokładniejsze ustalenie cech optycznych. Zmienny kąt wygaszania Z/γ wzrastający od 50° do prawie 90° (fig. 7) i widoczne niekiedy zielone zabarwienie zakończeń pręcików przy wzrastającej dwójłomności pozwalają sądzić, że reprezentowany jest tu szereg: augit zwyczajny–augit egirynowy–egiryn.

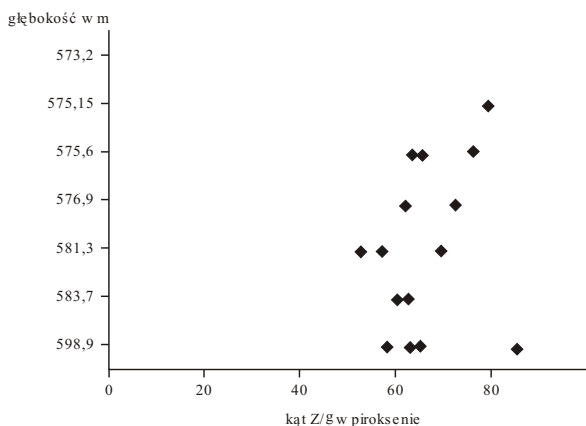


Fig. 7. Zmienność wielkości kąta Z/γ w piroksenach lamprofirów z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Amfibol zaobserwowany sporadycznie w niektórych próbkach odznacza się również wykształceniem mikrolitycznym, pleochroizmem w barwach szarofioletowych, bardzo niską dwójłomnością i orientacją optyczną charakterystyczną dla amfiboli sodowych (kąt $Z/\alpha = 20^\circ$).

Minerały określone w tabeli 16 jako nieprzezroczyste, reprezentowane są przede wszystkim przez skupienia leukoksenu, ziarniste wydzielenia przypominające tytanit i perowskit oraz minerały rudne. Ich wielkość na ogół nie przekracza 0,06 mm.

Jasne tło, stanowiące 35–50% objętości zazwyczaj jest nierównomiernie rozłożone w skale. Tworzy je przede wszystkim izotropowy lub niskodwójłomny analcyt oraz kalcyt. Ponadto występują bardzo liczne drobnohuszczkowe produkty wtórnych przeobrażeń, a także bardzo obfity igielkowy apatyt. Typowymi minerałami wtórnymi są również agregatowo wykształcone chloryty oraz talk.

Wykonano dwie pełne analizy chemiczne z próbek reprezentujących skały nieprzeobrażone, ze środkowych partii dajek (tab. 17), a następnie przeliczono je sposobem P. Niggliego, T. Bartha i A. Zawiriackiego. Wartości liczbowe przeliczeń zestawiono w tabelach 18–20. Skład chemiczny badanych skał żyłowych jest bardzo podobny. Na projekcji QLM (fig. 8) punkty projekcyjne analiz rzutują się poniżej linii wysycenia skał krzemionką w pobliżu linii FM, w grupie skał o pośredniej zawartości składników jasnych i ciemnych.

Tabela 17
Wyniki analiz chemicznych skał żyłowych typu lamprofirów
z otworu wiertniczego Sejny IG 1 (w % wag.)

Składniki	Głębokość w m	
	581,3	598,9
SiO ₂	38,23	37,90
TiO ₂	2,61	2,45
Al ₂ O ₃	9,70	9,79
Fe ₂ O ₃	5,64	3,90
FeO	6,94	7,22
MnO	0,21	0,19
MgO	11,34	9,95
CaO	11,54	11,93
Na ₂ O	2,19	2,86
K ₂ O	1,95	2,69
P ₂ O ₅	1,40	1,56
H ₂ O ⁺	4,22	4,16
H ₂ O ⁻	1,10	0,30
CO ₂	2,57	4,67
S	0,02	0,03
SO ₃	0,06	0,09

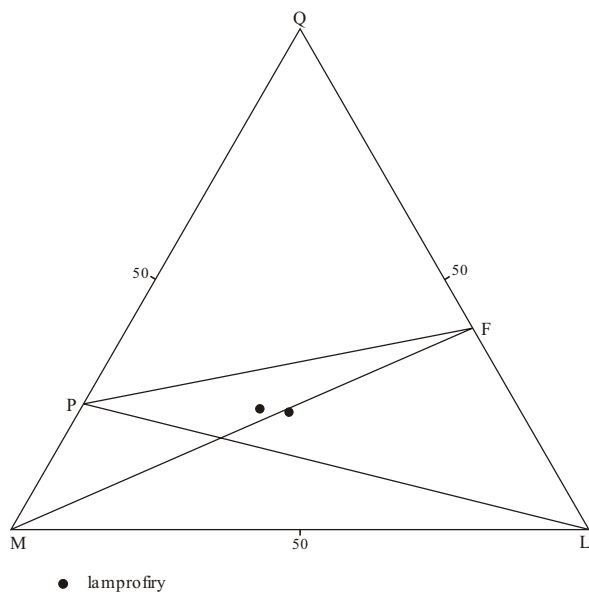


Fig. 8. Projekcja QLM według P. Niggiego dla lamprofirów z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Tabela 18

Wyniki przeliczeń analiz chemicznych skał żyłowych typu lamprofirów z otworu wiertniczego Sejny IG 1 według metody P. Niggiego

Minerały i parametry	Głębokość w m	
	581,3	598,9
Ru	1,9	1,8
Cp	2,9	3,2
Cc	6,8	12,1
Mt	6,1	4,1
Kp	7,4	10,0
Ne	12,3	15,8
Cal	6,9	3,6
Cs	7,0	4,6
Fa	5,6	6,8
Fc	24,9	21,4
Q	18,2	16,6
Q*	23,9	22,7
L*	33,0	38,2
M*	43,1	39,1

* dotyczy trójkąta klasyfikacyjnego QLM

Obliczone sposobem T. Bartha (tab. 19) wartości jonowe Ca, Fe²⁺, Al, Ti, P i OH są niemal identyczne w obydwu próbkach. Również stosunek Mg/ΣFe+Mg jest zbliżony w obydwu próbkach i wynosi: 62,8% dla próbki z głębokości 581,3 m oraz 62,1% dla próbki z głębokości 598,9 m. Wyniki te świadczą, że obie żyły pochodzą z tego samego źródła magmowego i w tym samym stopniu uległy uwodnieniu. Większe zróżnicowanie zaznacza się tylko w zawartości K, Na, Mg, Fe⁺³ i C, co jest związane z segregacją grawitacyjną składników mineralnych w zbiorniku magmowym. Zawartość CO² w badanych skałach jest raczej pierwotna, gdyż nie jest z nią związana hydratacja, a ponadto obserwowany pod mikroskopem kalcyt wypełniający pustki miarolityczne ma charakter składnika krystalizującego w ostatniej fazie pomagmowej.

Według metody A. Zawarickiego badane skały żyłowe należą do klasy skał nienasyconych krzemianką (Q <15), grupy skał alkalicznych (7 <a/c>2) i podgrupy skał melanokratycznych (25 45) (tab. 20). Z projekcji A. Zawarickiego (fig. 9) wynika, że badane skały żyłowe przy ogólnym składzie chemicznym zbliżonym do limburgitów, wykazują jednak wyższą zawartość krzemianów alkalicznych oraz odmienny stosunek K/Na. Analiza składu chemicznego i mineralnego izotropowego tła skalnego, w powiązaniu wyników chemicznych skał z ustalonym planimetrycznie składem mineralnym wykazała, że jest reprezentowane przez substancję o składzie albitu–nefelinu.

Tabela 19

Wyniki przeliczeń analiz chemicznych skał żyłowych typu lamprofirów z otworu wiertniczego Sejny IG 1 metodą T. Bartha

Głębokość w m	K	Na	Ca	Mg	Fe ⁺²	Fe ⁺³	Al	Ti	Si	P	C	S	O	OH
581,3	2,4	4,0	11,9	16,4	5,7	4,0	11,0	1,9	36,7	1,2	3,3	–	133,0	27,0
598,9	3,3	5,2	12,1	14,1	5,9	2,7	10,9	1,8	35,8	1,2	6,0	–	133,8	26,2

Tabela 20

Parametry skał żyłowych z otworu wiertniczego Sejny IG 1 według A. Zawarickiego

Głębokość w m	a	c	b	s	f'	m'	c'	n	Q	t	Q	$\frac{a}{c}$
581,3	7,8	2,7	43,0	46,5	27,3	45,8	26,9	62,5	11,3	4,9	-25,3	2,9
598,9	10,5	1,5	41,5	46,5	25,5	42,1	32,4	61,3	8,1	4,7	-29,5	7,0

Należy przypuszczać, że magma z której tworzyły się skały żyłowe z otworu wiert. Sejny IG 1 była pierwotnie nasycona parą wodną. Powodowało to krystalizację biotyту i przeobrażenie się oliwinu, a ponadto zmniejszając lepkość magmy, spowodowało powstanie formy charakterystycznej dla tych skał. Obecność węglanów w skale jest prawdopodobnie pierwotna, gdyż nie towarzyszy im wtórna hydratacja skał żyłowych.

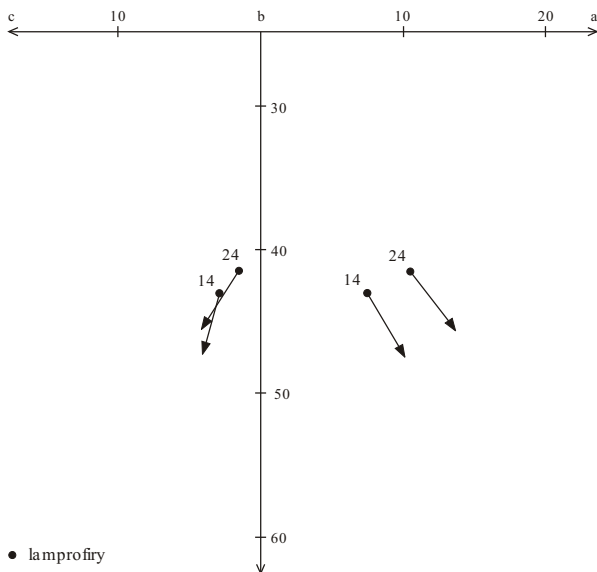


Fig. 9. Projekcja według A. Zawarickiego dla lamprofirów z otworu wiertniczego Sejny IG 1

WYNIKI BADAŃ KRUSZCOWYCH

Minerały kruszcowe w skałach z otworu wiertniczego Sejny IG 1 występują akcesorycznie i są reprezentowane przez pierwotne tlenki i siarczki: magnetyt, ilmenit, pirotyn i chalkopiryt oraz wtórne: hematyt, martyt, rutyl i piryt. Minerały te są obecne we wszystkich opisywanych skałach, co wskazuje na ich genetyczną jedność. Drobne różnice w budowie wewnętrznej są związane z przemianami, którym podlegały te skały w trakcie powstawania. Spis próbek, w których badano minerały kruszcowe zestawiono w **tabeli 21**, a w **tabeli 22** przedstawiono skład minerałów kruszcowych w różnych rodzajach skał.

W **leukogabrach** ksenomorficznie wykształcone minerały kruszcowe tworzą skupienia wraz z minerałami maficznymi. Maksymalna zawartość kruszców dochodzi do 10% objętościowych skały, sporadycznie do 16% w piroksenowych nagromadzeniach. Stosunek zawartości ilmenitu do magnetytu średnio wynosi 1:2,7. Magnetyt wykazuje nieliczne produkty odmieszania. Są to drobne soczewki spinelowe oraz pojedyncze lamelki ilmenitowe. Ilmenit zawsze zawiera drobne lub większe soczewki odmieszanego hematytu. Czasem towarzyszą im wąskie lamelki magnetytowe, rzadziej spinelowe. Odmieszania hematytowe zanikają wokół lamelek magnetytowych oraz w strefach graniczących z magnetytem wykształconym jako oddzielne ziarna. Pirotyn jest siarczkiem pierwotnym i zawiera liczne odmieszania pentlandytu oraz wrostki chalkopiryty. Może tworzyć szlirowate kilkuprocentowe wzbogacenia.

W **mikroleukogabrach** obraz minerałów kruszcowych jest bardzo podobny jak w leukogabrach, jedynie średnice ziarn są mniejsze — rzędu 0,1 mm. W niektórych próbkach w ilmenitach brak soczewek hematytowych, a ilmenit tworzy zrosty z magnetytem.

W **anortozytach** minerałów rudnych jest niewiele. Magnetyt w większości przypadków jest pozbawiony produktów odmieszania. Ilmenit jest wykształcony podobnie jak w leukogabrach. Obserwuje się również wtórne utlenianie minerałów. Pirotyn został prawie całkowicie zastąpiony przez piryt. Ilmenit przeobraził się w agregaty rutylo-hematytowe, bądź jest zastępowany przez leukoksen, natomiast magnetyt ulega martytyzacji.

W **gnejsach** minerały kruszcowe są reprezentowane przez magnetyt, ilmenit i pirotyn. Charakterystyczny jest w nich zanik odmieszania w tlenkach, szczególnie dobrze widoczny w strefach wzbogaceń rudnych w substancji substratu.

W minerałach rudnych **hornfelsów** następuje uporządkowanie faz. W zrostach kryształów magnetytu i ilmenitu brak jest odmieszania, natomiast obserwuje się je w samodzielnych ziarnach.

W **amfibolitach** tlenki i siarczki są wykształcone podobnie jak w leukogabrach.

Minerały kruszcowe w **pegmatytach** występują sporadycznie. Na głębokości 977,9 m stwierdzono ich nagromadzenie o średnicy 3 cm oraz drobne kryształy o wielkości 0,5 mm. Małe kryształy magnetytu uległy prawie całkowitej martytyzacji, zaś obecne w nich lamelki ilmenitowe — leukoksenizacji. Lamelki magnetytowe zawierają liczne wąskie soczewki spineli ułożone skośnie do kierunku wydłużenia lamelek gospodarza oraz długie, złożone lamelki ilmenitowo-spinelowe. Ilmenit składa się z licznych zrostów lamelek magnetytu i ilmenitu. Miejscami lamelki ilmenitowe w zrostach są utlenione do agregatów rutylo-hematytowych. Na granicach lamelek i w szczelinach w magnetycie pojawia się martyt.

⁷ Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Tabela 21

Spis próbek skał pobranych do badań kruszczowych z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Lp.	Głębokość w m	Nazwa skały
1	568,4	leukogabro
2	577,3	mikroleukogabro
3	577,3	lamprofir
4	599,5	lamprofir
5	601,5	leukogabro
6	609,7	hornfels/lamprofir
7	610,0	hornfels
8	615,5	leukogabro
9	618,5	leukogabro
10	631,1	leukogabro
11	632,2	leukogabro
12	635,0	leukogabro
13	639,9	leukogabro
14	656,1	leukogabro
15	657,5	leukogabro
16	659,8	leukogabro
17	665,6	leukogabro
18	667,0	leukogabro
19	668,5	leukogabro
20	674,6	leukogabro
21	678,0	leukogabro
22	680,0	leukogabro
23	694,0	leukogabro
24	702,0	hornfels
25	706,5	mikroleukogabro
26	707,5	leukogabro
27	713,5	leukogabro
28	737,1	mikroleukogabro
29	741,4	leukogabro
30	747,0	leukogabro
31	755,4	mikroleukogabro
32	766,3	leukogabro

Lp.	Głębokość w m	Nazwa skały
33	768,3	leukogabro
34	792,5	mikroleukogabro
35	802,6	gnejs
36	812,0	gnejs
37	824,7	amfibolit
38	826,1	skała piroksenowa
39	832,0	skała piroksenowa
40	837,1	gnejs/leukogabro
41	843,9	leukogabro
42	845,0	skała piroksenowa
43	852,5	leukogabro
44	859,6	leukogabro
45	861,7	leukogabro
46	895,0	leukogabro/anortozyt
47	903,2	leukogabro
48	913,0	anortozyt
49	913,5	anortozyt
50	918,2	szlira siarczkowa
51	921,3	leukogabro
52	941,0	anortozyt
53	948,2	amfibolit
54	977,9	pegmatyt
55	1003,0	leukogabro
56	1007,2	leukogabro
57	1035,3	leukogabro
58	1043,1	anortozyt
59	1043,4	mikroleukogabro
60	1111,9	anortozyt
61	1114,9	anortozyt
62	1145,4	leukogabro, anortozyt
63	1149,0	anortozyt

Tabela 22

Skład minerałów kruszcowych w otworze wiertniczym Sejny IG 1 (w % obj.)

Głębokość w m	Nazwa skały	Nierudne	Pirokseny	Magnetyt	Ilmenit	Pirotyn	Piryt	Ilmenit: magnetyt
635,0	leukogabro	58,1	35,3	3,5	1,1	1,9	–	1:3,2
659,8	leukogabro	62,1	27,8	7,0	2,5	0,6	–	1:2,8
713,5	leukogabro	31,4	52,5	9,4	4,1	1,2	1,3	1:2,3
747,0	leukogabro	78,7	15,9	3,3	1,8	0,3	–	1:1,9
861,7	leukogabro	80,0	11,2	6,8	1,8	–	0,3	1:3,8
1043,1	leukogabro	75,6	18,3	4,0	1,8	0,2	–	1:2,3
577,3	mikroleukogabro	77,2	15,8	4,2	2,5	śl.	0,2	1:1,7
706,5	mikroleukogabro	80,0	12,3	4,0	3,6	0,2	–	1:1,1
737,1	mikroleukogabro	77,7	18,2	3,0	0,8	0,3	–	1:3,5
755,4	mikroleukogabro	76,7	19,5	2,7	0,9	0,2	–	1:3,0
1043,4	mikroleukogabro	78,6	17,9	2,5	0,9	–	0,2	1:2,8
824,7	amfibolit	13,2	76,2	5,5	1,1	4,0	–	1:5,2
845,0	skała piroksenowa	4,0	73,2	17,2	4,4	1,1	–	1:3,9

Lamprofiry zawierają bardzo małą ilość minerałów kruszcowych. Siarczki są reprezentowane przez chalkopiryty, a tlenki przez magnetyt lub tytanomagnetyt z często zaciemnionymi środkami (świadczącymi o zmiennych warunkach krystalizacji).

Dla wszystkich opisywanych rodzajów skał z otworu wiert. Sejny IG 1 charakterystyczną jest obecność tlenków żelaza i tytanu w postaci lametek ułożonych zgodnie z łupliwością w piroksenach. Forma lametek i powszechność ich występowania świadczą o tym, że powstały one na drodze odmieszania z roztworu stałego piroksenu. Większość lametek ma grubość rzędu 1 mm, zaś długość około sto razy większą. Na ogół są one ułożone w jednej płaszczyźnie, choć obserwuje się kryształy z dwoma systemami lametek. W specyficznych przekrojach, na zgładach polerowanych, pirokseny z lamelkami wykazują charakterystyczną migotliwość. Są to lamelki magnetytowe, często zrosnięte z jeszcze drobniejszymi lamelkami oraz lamelki hemo-ilmenitowe lub czysto ilmenitowe.

WYNIKI BADAŃ GEOCHEMICZNYCH

Celem badań było określenie charakteru geochemicznego skał i związku między pierwiastkami śladowymi a żelazem, manganem i tytanem.

Anortozyty stanowią obok leukogabr grupę skał najliczniej reprezentowaną w badaniach geochemicznych. Zawartości badanych pierwiastków w anortozytach przedstawiono w **tabelach 23–26**. Wyróżnione na podstawie badań petrograficznych anortozyty: drobno- i średnioblastyczne typu normalnego, gruboblastyczne i skataklastowane nie wykazują istotnych różnic w charakterze geochemicznym. Zawartość żelaza dwuwartościowego utrzymuje się w przedziale od 1,20 do 6,50%, przy średniej ilości 3,60% dla wszystkich typów anortozytów (**tab. 24**). Żelazo trójwartościowe występuje w przeciętnej zawartości 1,70% Fe_2O_3 i waha się w przedziale 0,40–2,60%. Stosunek $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ wynosi w anortozytach 0,47. Tytan występuje w średniej ilości 2000 ppm, przy czym najwyższe w grupie anortozytów zawartości tytanu stwierdzono w anortozytach gruboblastycznych, a najniższe w anortozytach skataklastowanych (**tab. 26**).

W **tabeli 26** przedstawiono średnie zawartości pierwiastków w różnych typach anortozytów. Podwyższone średnie zawartości Ti, Ni, Co, V, Cr i Sc — pierwiastków wchodzących w strukturę wczesnokrystalicznych krzemianów — zaobserwowano w anortozytach gruboblastycznych. Jednakże wzajemne stosunki pierwiastków: Ni i Co, Ni i V, Ni i Cr, Ni i Sc, Co i Sc, Co i V oraz Ba i Sr nie wykazują istotnego zróżnicowania.

Zróżnicowanie petrograficzne **leukogabra** pod względem struktury na mikroleukogabra i leukogabra nie znajduje odzwierciedlenia w charakterze geochemicznym tych skał. Zawartości badanych pierwiastków oraz ich przeciętne koncentracje przedstawiono w **tabelach 23, 24, 26 i 27**.

Leukogabra w porównaniu z anortozytami zawierają dwa razy więcej żelaza dwuwartościowego, średnia zawartość FeO wynosi 6,90% (**tab. 24**). Zróżnicowanie FeO, Fe_2O_3 i Ti w różnych typach skał z otworu wiert. Sejny IG 1 przedstawiono na **figurze 10**. Leukogabra wykazują dwukrotnie więcej tytanu i wanadu oraz nieznaczne wzbogacenie w mangan, kobalt i nikiel przy obniżonej średniej zawartości baru i strontu.

Amfibolity nie wykazują zdecydowanych różnic w charakterze geochemicznym (**tab. 24, 28, 29**). Tytan występuje tu w ilości powyżej 10 100 ppm. Najwyższe zawartości tytanu związane są z amfibolitami powstałymi w wyniku oddziaływania zasadowych skał żyłowych na skały otaczające. Należy przypuszczać, że były one wybitnie tytanowe oraz wzbogacone w skand. Wanad w większości skał wykazuje dodatnią korelację z tytanem, natomiast w przypadku amfibolitów wzrostowi zawartości tytanu w skale towarzyszy ubytek wanadu.

Najwyższe zawartości tytanu występują w amfibolitach tkwiących w masie anortozytów. Skały te wyróżniają się ponadto zwiększoną ilością kobaltu (110 ppm), wanadu (500–820 ppm) i chromu (540 ppm).

W **hornfelsach** średnie zawartości żelaza wynoszą: 7,50% FeO i 4,70% Fe_2O_3 (**tab. 23, 24**). Średnia koncentracja Ti wynosi 9100 ppm przy dużej dyspersji wyników w zakresie od 2800 do 13 800 ppm (**tab. 29, 30**). W hornfelsach o podwyższonej zawartości tytanu stwierdzono zmniejszenie zawartości niklu, a także chromu oraz wzrost koncentracji baru. Zależności między zawartością tytanu i wanadu nie zaobserwowano (**tab. 30**).

⁸ Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Tabela 23

**Zawartość żelaza (w % wag.) w różnych odmianach skał prekambryjskich
z otworu wiertniczego Sejny IG 1**

Lp.	Głębokość w m	Nazwa skały	Fe ₂ O ₃	FeO	Fe całk.
			w % wagowych		
1	566,5	leukogabro	2,32	0,87	2,45
2	570,7	leukogabro	6,00	0,92	5,30
3	579,3	amfibolit	7,08	5,28	9,31
4	583,1	anortozyt	5,53	1,32	5,24
5	586,8	leukogabro	3,22	1,72	4,74
6	592,35	leukogabro	5,53	2,15	5,80
7	597,2	gnejs biotytowy	2,75	0,84	2,67
8	600,9	gnejs biotytowy	4,76	1,72	4,96
9	604,3	anortozyt	2,32	2,86	3,90
10	614,7	leukogabro	5,53	4,58	7,48
11	622,9	leukogabro	6,18	1,40	5,80
12	626,0	leukogabro	4,76	0,72	5,63
13	638,3	leukogabro	9,14	6,44	11,55
14	647,0	leukogabro	7,88	3,15	8,42
15	651,6	leukogabro	7,72	3,43	8,42
16	656,0	skała piroksenowa	7,72	6,72	10,66
17	660,7	skała piroksenowa	12,87	7,72	15,46
18	665,7	leukogabro	6,72	3,43	8,37
19	671,2	leukogabro	671,2	6,44	1,36
20	676,1	gnejs biotytowy	3,09	1,72	3,63
21	681,9	skała piroksenowa	10,30	5,43	12,44
22	694,0	leukogabro	7,72	3,86	8,76
23	695,5	hornfels	7,08	6,15	9,76
24	706,1	skała piroksenowa	10,32	3,15	10,27
25	717,7	leukogabro	6,57	0,47	5,41
26	727,8	skała piroksenowa	8,24	2,56	8,81
27	736,6	amfibolit	9,14	4,29	10,10
28	741,5	leukogabro	7,21	3,72	8,20
29	757,8	leukogabro	7,98	6,29	10,55
30	766,7	leukogabro	7,46	4,00	8,70
31	771,6	hornfels	7,85	3,29	8,42
32	773,2	skała piroksenowa	13,26	2,29	11,94

Tabela 23 cd.

Lp.	Głębokość w m	Nazwa skały	Fe ₂ O ₃	FeO	Fe całk.
			w % wagowych		
33	782,0	leukogabro	6,43	3,58	7,48
34	792,4	amfibolity	7,33	3,47	8,09
35	794,8	gnejs biotytowy	4,76	0,72	4,18
36	803,4	gnejs piroksenowy	9,78	1,32	8,54
37	806,9	gnejs biotytowy	4,38	1,00	4,07
38	809,9	amfibolit	8,24	4,00	9,21
39	810,6	gnejs piroksenowy	4,25	0,44	3,63
40	812,2	gnejs biotytowy	5,66	0,36	4,63
41	817,3	gnejs piroksenowy	7,59	5,29	9,65
42	826,5	gnejs piroksenowy	11,45	1,72	10,10
43	831,0	skała piroksenowa	13,90	2,57	12,56
44	837,3	leukogabro	9,00	0,80	7,53
45	838,7	gnejs piroksenowy	9,52	2,00	8,76
46	845,5	skała piroksenowa	13,38	6,44	14,90
47	849,5	amfibolit	8,62	4,29	9,65
48	856,8	leukogabro	8,75	5,15	10,32
49	859,4 - 859,55	amfibolit	8,75	5,29	10,43
50	864,7	anortozyt	6,31	2,29	6,42
51	870,6	anortozyt	6,43	1,86	6,30
52	879,5	amfibolit	6,69	5,86	9,32
53	884,0	leukogabro	8,62	1,57	7,81
54	889,0	leukogabro	5,40	2,86	6,14
55	891,9	amfibolit	8,62	4,72	10,42
56	896,9	leukogabro	6,82	2,00	6,70
57	907,7	anortozyt	4,37	1,14	4,19
58	921,5	leukogabro	8,62	4,43	9,77
59	941,0	anortozyt	4,25	1,36	4,30
60	957,0	anortozyt	4,38	2,57	5,25
61	973,3	anortozyt	6,57	4,29	8,09
62	987,5	anortozyt	4,38	1,11	4,19
63	996,0	anortozyt	3,09	0,87	3,01
64	1002,1	anortozyt	3,86	2,29	4,58
65	1006,8	leukogabro	6,57	1,20	5,97
66	1015,5	anortozyt	3,22	2,43	4,19

Tabela 23 cd.

Lp.	Głębokość w m	Nazwa skały	Fe ₂ O ₃	FeO	Fe całk.
			w % wagowych		
67	1021,4	anortozyt	3,01	0,64	2,79
68	1024,4	anortozyt	4,76	1,20	4,58
69	1034,8	leukogabro	6,18	6,15	9,21
70	1037,1	anortozyt	6,18	3,58	7,25
71	1040,5	anortozyt	6,05	2,00	6,14
72	1057,3	anortozyt	2,19	0,80	2,23
73	1065,4	anortozyt	2,32	2,29	3,43
74	1069,6	anortozyt	2,96	1,86	3,62
75	1081,8	anortozyt	2,96	1,57	3,35
76	1088,0	anortozyt	2,22	2,29	2,51
77	1103,2	anortozyt	2,19	2,15	3,12
78	1114,7	anortozyt	5,79	0,40	4,74
79	1117,0	anortozyt	1,93	0,96	2,18
80	1127,6	anortozyt	1,72	1,72	2,57
81	1138,4	anortozyt	2,83	1,11	2,96
82	1148,8	anortozyt	6,31	1,57	6,03
83	1159,5	anortozyt	1,67	1,86	2,57
84	1159,5	anortozyt	2,19	1,19	2,57
85	1163,5	anortozyt	1,54	1,11	1,95
86	1168,7	anortozyt	1,42	1,27	1,95

Tabela 24

**Średnie zawartości żelaza w skałach prekambryjskich
z otworu wiertniczego Sejny IG 1**

Rodzaj skały	Liczba próbek (n)	FeO	Fe ₂ O ₃	Fe całk.
		w % wagowych		
Anortozyty	31	3,60	1,70	4,10
Leukogabra	25	6,90	2,90	7,20
Amfibolity	8	5,90	4,90	9,70
Hornfelsy	4	7,50	4,70	9,10
Skały piroksenowe	8	11,25	4,60	12,10
Gnejsy piroksenowe	5	8,30	2,15	8,10
Gnejsy biotytowe	6	4,20	1,00	4,00

Tabela 25

Zawartość pierwiastków (w ppm) w anortozytach z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Głębokość w m	Ti	Mn	Ni	Co	V	Cr	Sc	Ba	Sr
577,3	5100	710	190	60	250	190	90	340	700
583,1	2100	840	230	90	190	720	70	440	900
590,6	1000	390	190	60	120	500	60	90	540
597,2	2400	390	90	60	220	170	90	300	680
604,3	1000	540	230	130	220	560	40	300	1200
864,7	3700	1700	320	90	340	160	40	240	340
874,2	2100	1500	240	110	120	580	30	140	290
887,5	1600	1200	340	90	110	940	10	90	360
892,9	2400	1600	140	90	280	580	30	260	400
907,7	1200	1000	180	60	110	1500	10	120	340
929,5	1600	1000	170	40	90	160	10	160	600
941,0	1500	1160	150	80	110	580	40	170	800
946,0	1700	760	120	20	110	250	20	190	560
957,0	1700	1100	220	30	90	460	20	150	420
961,2	2100	850	170	20	80	370	10	150	420
964,7	1700	1100	130	30	80	330	20	120	496
967,8	1800	1200	140	40	80	400	20	150	500
973,3	4800	2100	220	30	220	130	20	260	540
982,8	1600	960	70	20	70	220	10	130	600
996,0	1300	560	50	20	70	190	20	480	600
1002,1	2700	900	250	20	160	190	20	440	620
1010,9	1200	1200	210	40	130	170	40	350	640
1015,5	2500	1400	140	40	220	110	50	440	620
1024,4	1700	1400	220	50	60	290	10	270	580
1029,5	1800	1100	140	40	90	270	10	290	620
1037,1	4800	1100	180	70	360	200	30	600	560
1040,5	3100	2100	60	80	150	380	20	410	560
1042,7	140	1300	20	100	120	510	40	280	700
1057,3	1200	740	50	30	80	320	10	270	720
1061,2	1000	500	80	30	40	300	10	200	660
1065,4	2500	540	110	20	50	60	15	300	700
1069,6	1800	700	70	30	70	370	10	320	720
1081,8	1800	740	230	50	60	363	20	220	680
1084,0	2000	740	200	40	60	400	20	230	660

Tabela 25 cd.

Głębokość w m	Ti	Mn	Ni	Co	V	Cr	Sc	Ba	Sr
1088,0	1500	1200	220	60	100	450	20	210	700
1093,4	1000	500	30	20	40	290	15	200	700
1098,4	1600	580	40	20	50	290	15	310	700
1103,2	1800	580	40	20	60	530	10	280	720
1108,5	1400	300	30	20	50	130	15	300	780
1114,7	1200	1100	280	80	60	500	20	120	580
1117,0	1200	900	80	20	190	240	30	500	720
1118,0	1100	700	210	50	110	780	20	210	740
1121,5	1400	1100	220	30	120	650	10	170	640
1127,6	3100	360	50	10	110	120	16	460	780
1130,8	1700	390	30	10	60	120	18	530	780
1134,5	1100	1000	120	20	90	310	10	200	660
1145,1	5500	1800	180	50	200	90	10	400	200
1148,8	2100	2000	260	50	130	280	10	300	660
1150,5	1400	760	60	10	50	170	10	140	1100
1155,3	1500	520	30	10	60	120	10	160	1100
1159,5	1000	760	30	10	60	260	1	120	1100
1163,5	1400	250	30	10	60	90	5	140	1200
1166,3	6900	3000	310	100	400	700	30	70	300

Tabela 26

Średnie zawartości pierwiastków (w ppm) w anortozytach i leukogabrach z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Rodzaj skały	Liczba odcinków rdzenia	Ti	Mn	Ni	Co	V	Cr	Sc	Ba	Sr
Anortozyty typu normalnego	21	1600	990	130	45	150	330	26	270	670
Anortozyty gruboblastyczne	18	2800	1300	200	60	170	400	30	230	530
Anortozyty skataklastowane	14	1490	1470	90	23	80	290	13	250	820
Anortozyty (razem)	53	2000	1000	140	40	120	340	20	250	660
Leukogabra	54	5000	1600	160	60	280	320	30	240	490

Tabela 27

Zawartość pierwiastków (w ppm) w leukogabrach z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Głębokość w m	Ti	Mn	Ni	Co	V	Cr	Sc	Ba	Sr
566,5	4900	190	70	20	210	130	20	250	500
568,4	2700	1100	250	130	150	440	10	110	470
570,7	1600	1000	300	110	170	560	130	100	500
586,8	2200	500	200	120	170	360	130	140	580
587,75	1400	410	250	110	200	460	110	80	900
592,35	2600	760	200	110	360	360	70	80	500
601,25	3200	940	260	130	440	500	120	200	900
614,7	6800	1300	130	60	300	370	20	90	520
622,9	2600	1000	200	80	150	780	20	140	700
624,6	2100	1000	380	80	200	900	20	90	300
626,0	1600	540	220	70	200	600	20	150	360
630,0	3000	840	110	70	210	340	10	170	400
635,6	5500	1100	130	70	200	210	10	140	370
638,3	1700	1200	70	60	400	250	7	150	370
643,5	7200	600	100	80	360	480	10	220	660
647,0	7200	1100	170	70	310	560	10	190	370
651,6	6300	840	70	60	420	520	10	170	480
665,7	5500	1400	120	50	430	300	10	100	480
671,2	2800	1200	80	40	160	190	10	230	900
674,7	2800	1100	200	50	220	190	10	150	600
680,3	2200	200	32	60	460	260	30	190	360
689,0	3600	1800	150	20	200	160	20	230	820
694,0	5900	1800	170	40	310	350	20	270	700
701,0	10 500	1700	40	30	370	80	30	60	720
706,1	6600	3100	270	60	430	220	30	760	330
708,1	10 500	3400	80	60	430	220	30	390	800
713,0	12 000	2100	50	50	470	130	30	240	320
717,7	1900	1100	150	40	120	270	30	180	390
794,8	9800	2200	80	40	280	150	30	220	320
734,7	4400	1600	60	30	220	180	20	320	500
737,8	12 600	1700	50	30	280	70	20	240	600
741,5	5500	2000	50	30	230	170	20	350	900
747,6	5900	1900	60	50	360	130	20	320	560
753,2	3000	1100	100	20	120	160	10	360	680

Tabela 27 cd.

Głębokość w m	Ti	Mn	Ni	Co	V	Cr	Sc	Ba	Sr
757,8	6600	1900	60	50	360	30	20	320	560
763,0	22 800	2700	220	60	560	8	30	200	320
766,7	9100	2400	70	40	280	150	50	360	300
768,3	7100	2300	160	40	280	150	50	720	560
780,5	9800	1600	160	50	490	220	70	320	280
782,0	8700	1200	120	40	330	190	30	300	360
787,0	8700	1700	150	40	340	300	60	280	420
835,0	1800	2600	200	60	190	700	30	280	240
837,3	2000	2000	170	50	260	160	20	120	280
843,8	7100	2500	150	60	230	900	20	290	300
853,0	15 500	1700	350	120	70	360	20	280	480
884,0	2700	2500	360	120	250	820	40	150	300
889,0	2500	1500	180	60	140	400	40	210	250
896,9	4000	1600	140	70	320	580	20	190	330
901,2	1400	900	180	50	110	820	10	90	270
921,5	9100	3200	340	80	310	650	30	160	250
1006,8	2100	2200	330	60	140	180	50	400	660
1034,8	6900	2300	180	60	400	150	30	700	420
1042,7	6500	2300	290	110	390	340	40	410	610

Tabela 28

Zawartość pierwiastków (w ppm) w amfibolach z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Głębokość w m	Ti	Mn	Ni	Co	V	Cr	Sc	Ba	Sr
606,6	17 000	3900	260	240	100	110	200	170	660
736,6	11 300	1700	50	30	280	170	20	240	600
792,4	10 100	2100	120	40	330	160	40	360	500
809,9	10 800	1800	110	40	470	120	30	110	760
845,0	10 800	3200	90	60	320	820	20	310	400
849,5	13 500	2400	100	50	290	120	30	350	480
859,4	13 500	3000	130	80	360	120	50	400	400
879,5	11 000	2500	160	90	440	190	40	330	300
891,9	10 100	3300	180	110	820	370	20	180	360
912,0	10 100	3000	140	110	500	540	40	260	450

Śród wszystkich skał występujących w otworze wiert. Sejny IG 1 **skały piroksenowe** zawierają najwyższe koncentracje żelaza. Średnia zawartość tego pierwiastka wynosi dla żelaza dwuwartościowego 11,25% a dla trójwartościowego 4,60% (tab. 24). Stosunek Fe^{3+}/Fe^{2+} jest w skałach piroksenowych taki sam, jak w anortozytach i leukogabrach. Stosunek niklu do żelaza dwuwartościowego oraz chromu do żelaza trójwartościowego jest podobny jak w leukogabrach. Największe zróżnicowanie w skałach piroksenowych wykazuje zawartość tytanu i skandu (tab. 31). Skały piroksenowo-plagioklazowe występujące w obrębie leukogranitów wykazują najwyższe

Tabela 29

Średnie zawartości pierwiastków (w ppm) w skałach prekambryjskich metamorficznych z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Nazwa skały	Liczba wyników (n)	Ti	Mn	Ni	Co	V	Cr	Sc	Ba	Sr
Amfibolity	10	11 900	2500	140	90	360	280	60	370	520
Hornfelsy	5	9100	1500	106	40	370	100	24	520	470
Skały piroksenowe	8	7300	2950	250	60	320	400	40	170	220
Gnejsy biotytowe	9	1800	630	90	25	220	200	12	460	380
Gnejsy piroksenowe	8	2600	2300	150	60	350	500	18	420	245

Tabela 30

Zawartość pierwiastków (w ppm) w hornfelsach z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Głębokość w m	Ti	Mn	Ni	Co	V	Cr	Sc	Ba	Sr
611,0	9500	1100	120	80	450	130	20	90	300
682,9	2800	1100	170	30	300	240	30	130	600
965,5	12 000	1600	70	30	350	70	30	180	680
703,2	13 800	2100	50	30	400	30	20	1900	420
771,6	7600	1600	120	40	330	40	20	290	360

Tabela 31

Średnie zawartości pierwiastków (w ppm) w skałach piroksenowych z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Rodzaj skał	Ti	Mn	Ni	Co	V	Cr	Sc	Ba	Sr
Skały piroksenowo-plagioklazowe	13 300	1800	240	85	470	380	9	165	350
Skały piroksenowo-amfibolowe	11 000	3000	140	70	300	310	40	130	390
Skały piroksenowe	4200	3400	240	50	260	420	44	220	150

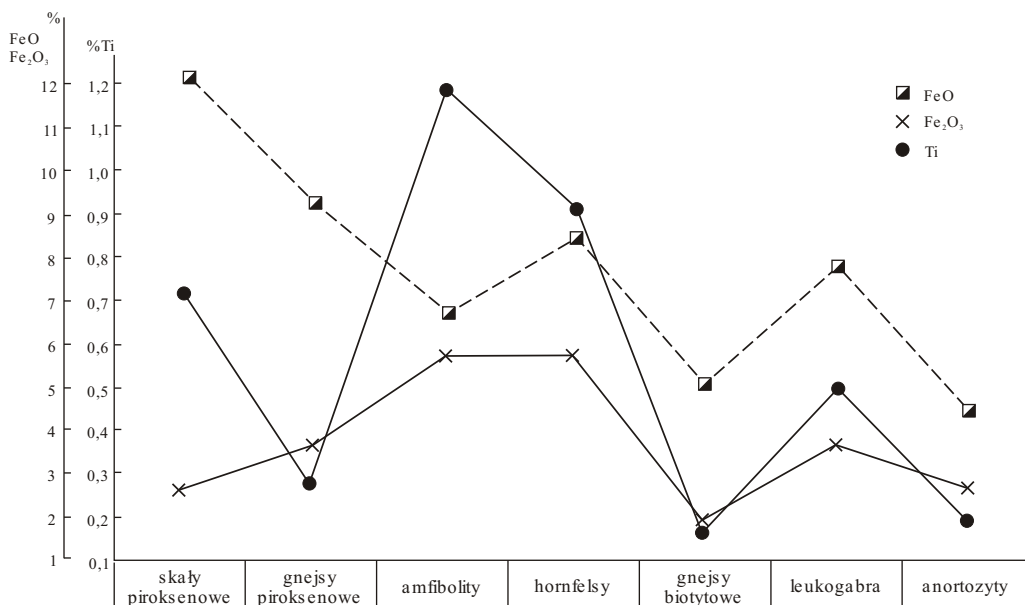


Fig. 10. Wykres średnich zawartości żelaza i tytanu w skałach z otworu wiertniczego Sejny IG 1

zawartości tytanu, kobaltu, wanadu, strontu oraz najmniejsze średnie ilości manganu i skandu. W skałach piroksenowych (tab. 31) stwierdzono natomiast najniższe zawartości tytanu, wanadu, strontu, a najwyższe manganu, chromu i skandu. Rozmieszczenie badanych pierwiastków w obrębie grupy skał piroksenowych reprezentujących substancje substratu wskazuje na zróżnicowane pochodzenie piroksenów. Zawartości pierwiastków śladowych w skałach piroksenowo-amfibolowych są zbliżone do ich wartości średnich w amfibolitach.

We wszystkich odmianach **gnejsów** zawartości badanych pierwiastków (Ti, Mn, Ni, Co, V, Cr, Sc, Ba, Sr), jak również zależności między Fe^{3+}/Fe^{2+} , $Ni\ 1000/Fe^{2+}$, $Co\ 1000/Fe^{2+}$, $Cr\ 1000/Fe^{3+}$, $Cr\ 1000/Fe^{2+}$, Ni/Co , Ni/Cr , Co i Ni/Sc są zbliżone.

Gnejsy piroksenowe wykazują najwyższe obok skał piroksenowych zawartości żelaza. Zawartości tego pierwiastka zestawiono w tabeli 23, a jego średnie przedstawiono w tabeli 24. Stosunek żelaza dwuwartościowego do żelaza trójwartościowego jest najniższy w porównaniu z innymi skałami. Wśród gnejsów piroksenowych próbka z głębokości 817,3 m (tab. 32) wyróżnia się dziesięciokrotnym wzbogaceniem w wanad i skand oraz znacznym podkoncentrowaniem tytanu i zmniejszoną ilością chromu. Gnejsy te, podobnie jak hornfelsy, wykazują wzrost zawartości baru, w związku z wzrostem ilości minerałów jasnych. W gnejsach biotytowych średnia zawartość żelaza całkowitego wynosi 4% (tab. 24), a stosunek $Fe^{3+}/Fe^{2+} = 0,24$. Koncentracje pozostałych pierwiastków (tab. 33), a zwłaszcza manganu, kobaltu i skandu są znacznie obniżone w stosunku do średnich wyliczonych dla wszystkich skał prekambryjskich z otworu wiert. Sejny IG 1.

Tabela 32

**Zawartość pierwiastków (w ppm) w gnejsach piroksenowych
z otworu wiertniczego Sejny IG 1**

Głębokość w m	Ti	Mn	Ni	Co	V	Cr	Sc	Ba	Sr
803,4	3000	1700	170	40	340	480	20	250	140
810,6	2600	1100	580	30	240	800	10	1300	340
815,2	1000	1600	270	40	540	900	10	270	250
817,3	5100	3400	260	130	2000	80	170	580	240
824,2	2500	3500	180	50	170	400	10	250	200
826,5	1900	3300	160	40	260	580	40	270	300
828,5	3000	1500	150	30	250	620	30	270	300
838,7	1700	2300	160	50	240	800	10	150	220

Tabela 33

**Zawartość pierwiastków (w ppm) w gnejsach biotytowych
z otworu wiertniczego Sejny IG 1**

Głębokość w m	Ti	Mn	Ni	Co	V	Cr	Sc	Ba	Sr
577,3	1200	710	90	60	250	190	10	340	700
597,2	2600	390	90	60	220	70	9	300	680
600,9	1900	710	90	60	250	190	10	340	700
658,6	2600	340	30	30	110	30	3	280	160
676,1	3600	340	20	10	160	30	10	370	200
794,8	820	700	150	20	170	300	20	520	290
797,7	1000	720	150	20	180	350	10	800	120
806,9	2100	800	30	10	210	400	10	240	130
815,2	960	940	130	30	150	490	30	960	470

TENDENCJE GEOCHEMICZNE PIERWIASTKÓW

Zawartość **niklu** wynosi od 16 ppm w gnejsach biotytowych do 600 ppm w gnejsach piroksenowych, przy czym rozkład zawartości tego pierwiastka w poszczególnych odmianach skalnych jest jednomodalny (fig. 11). Z krzywych rozkładu zawartości niklu w skałach z otworu wiert. Sejny IG 1 wynika, że dominanta mieści się w klasie 100–160 ppm dla anortozytów, leukogabr, amfibolitów, hornfelsów i gnejsów biotytowych, natomiast w skałach piroksenowych i gnejsach piroksenowych jest przesunięta w stronę wartości wyższych (160–250 ppm).

Ni

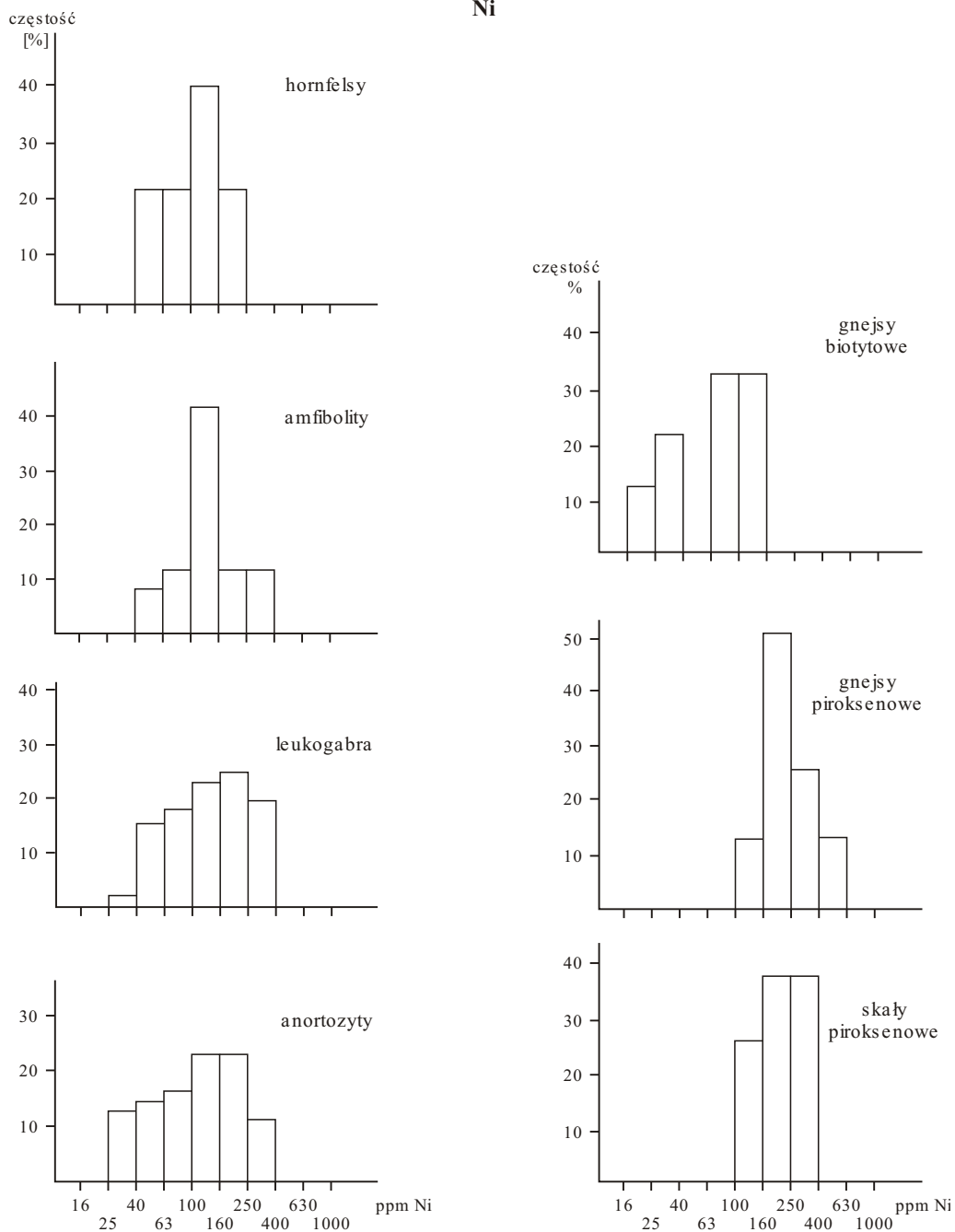


Fig. 11. Histogramy rozkładu niklu w skałach z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Chrom w skałach z otworu wiert. Sejny IG 1 również" charakteryzuje się "rozkładem jedno-modalnym. Asymetryczność rozkładu chromu w skałach piroksenowych i gnejsach może być wynikiem zbyt małej liczby wyników. W gnejsach biotytowych w rozkładzie chromu, jeszcze wyraźniej aniżeli w przypadku niklu zaznaczają się dwa moduły, oddzielone od siebie odstępem dwóch klas. Zarówno w gnejsach piroksenowych, jak i skałach piroksenowych, 50% wyników jest zgrupowanych w jednej klasie, a rozkłady mają charakter asymetryczny (fig. 12).

Kobalt wykazuje nieco odmienny rozkład od poprzednio opisanych pierwiastków (fig. 13). W anortozytach w rozkładzie kobaltu zaznaczają się dwa moduły, w przedziale 16–25 ppm i 40–63 ppm Co. Podobnie dwumodalny jest rozkład kobaltu w amfibolitach. Dominanty obu zarysowujących się modułów są rozdzielone od siebie odstępem jednej klasy, a bezwzględne wartości dominanty obu modułów w zbiorowości amfibolitów są przesunięte o jeden przedział klasowy w kierunku wyższych zawartości kobaltu.

Ponad 50% **wanadu** występuje w obrębie jednej klasy. Świadczy to o niewielkiej dyspersji tego pierwiastka zarówno w amfibolitach, jak i skałach piroksenowych i gnejsach (fig. 14).

Na podstawie histogramów przedstawionych na figurze 15 stwierdzono, że w większości badanych grup skalnych występuje jednomodalny rozkład **skandiu**. Tylko w anortozytach i amfibolitach zarysowuje się wielomodalny charakter krzywej częstości.

W rozkładzie **manganu** w poszczególnych typach skalnych brak jest wyraźnego zróżnicowania (fig. 16). Większość krzywych częstości ma charakter jednomodalny.

Tytan charakteryzuje się niewielką dyspersją w obrębie poszczególnych zbiorowości. Przeważa wielomodalny charakter krzywej częstości, przy czym dominanty w hornfelsach, amfibolitach i skałach piroksenowych występują w tej samej klasie (fig. 17). Przebieg krzywej częstości dla całej zbiorowości "skał" prekambryjskich z otworu wiert. Sejny IG 1 przejawia wielomodalny charakter z wartościami ekstremalnymi wyróżniającymi poszczególne grupy.

Bar i stront występują w jednej populacji, wykazując jednak dużą dyspersję. Wartości ekstremalne dla rozkładu baru (fig. 18) i strontu (fig. 19) we wszystkich typach skał na ogół się pokrywają. Jednakowe rozproszenie tych pierwiastków w badanych skałach oraz brak wyraźnego podkoncentrowania któregośkolwiek z nich świadczy o dużej kontaminacji skał w obrębie leukogabr i anortozytów.

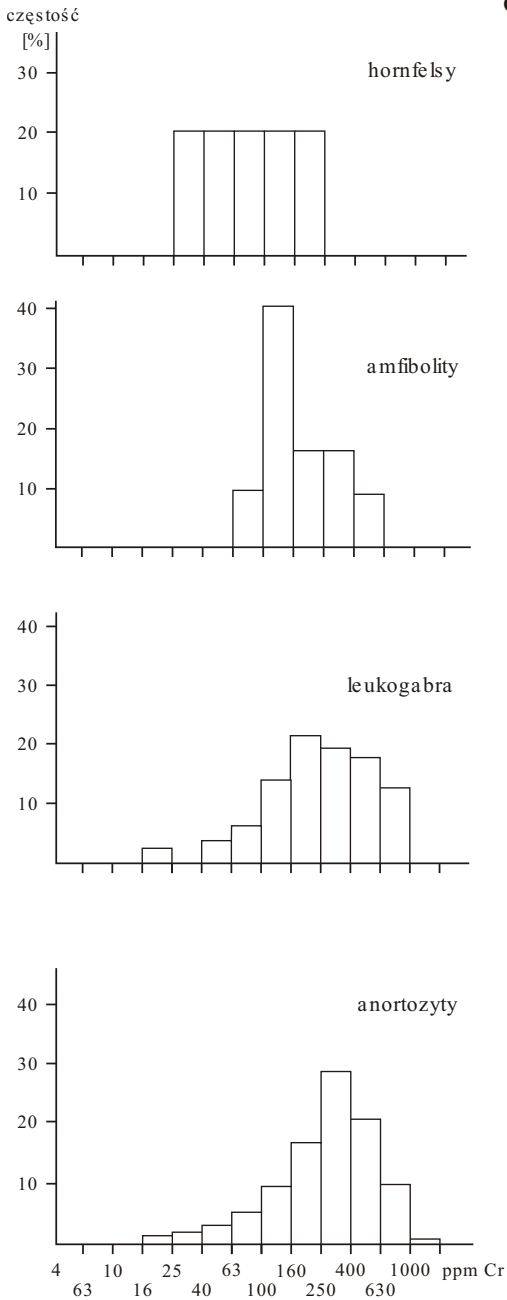
PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ GEOCHEMICZNYCH

Przeprowadzone badania geochemiczne dostarczyły szeregu interesujących spostrzeżeń:

1. Zaobserwowano ogólnie podwyższoną względem średnich zawartości pierwiastków w skałach zasadowych koncentrację pierwiastków grupy żelaza: Ni, Co, V, Cr, Mn i Sc.

2. Stwierdzono znaczne zróżnicowanie zawartości tytanu, którego najwyższe koncentracje związane są z amfibolitami i skałami piroksenowymi, zaś najniższe są charakterystyczne dla gnejsów biotytowych i hornfelsów. Amfibolity wykazują jednak istotne wahania w zawartościach tytanu. Amfibolity, powstałe na skutek oddziaływania zasadowych skał żyłowych na skały otaczające, są wyraźnie wzbogacone w ten pierwiastek. Odwrotnie jak w pozostałych skałach, zanika dodatnia korelacja wanadu i tytanu, przy jednoczesnym wzroście zawartości skandiu.

3. Z wyjątkiem amfibolitów, we wszystkich skałach prekambryjskich występuje dodatnia korelacja wanadu i tytanu. Średnio we wszystkich badanych skałach wanad określony na poziomie 300–400 ppm przekracza przeciętne zawartości tego pierwiastka charakterystyczne dla skał zasadowych typu bazaltów i gabr (Winogradow, 1962).



Cr

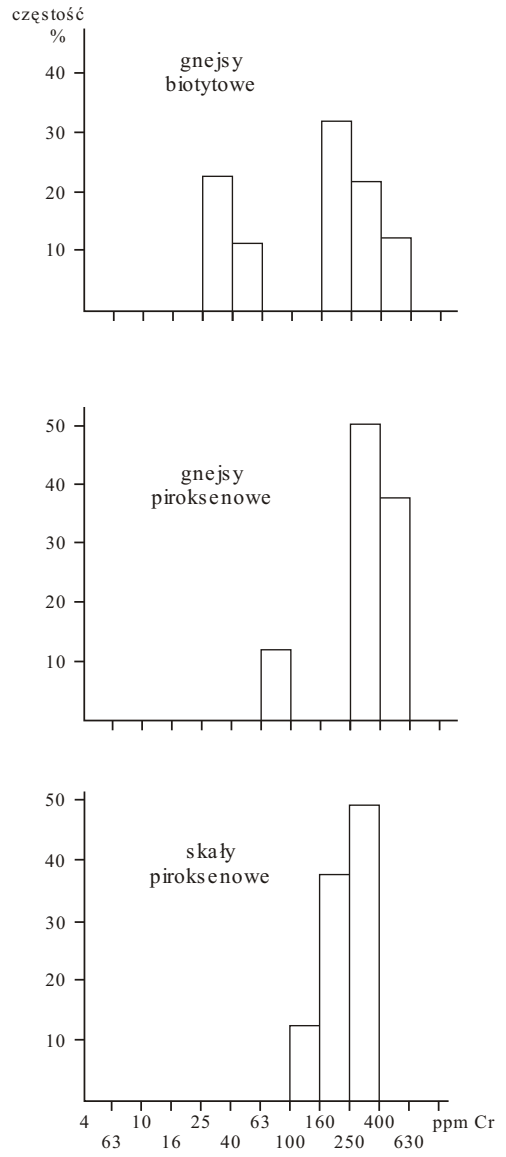
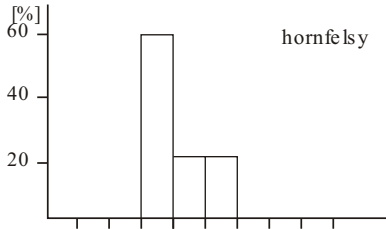
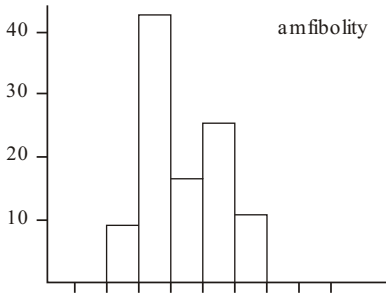


Fig. 12. Histogramy rozkładu chromu w skałach z otworu wiertniczego Sejny IG 1

częstość



Co



częstość

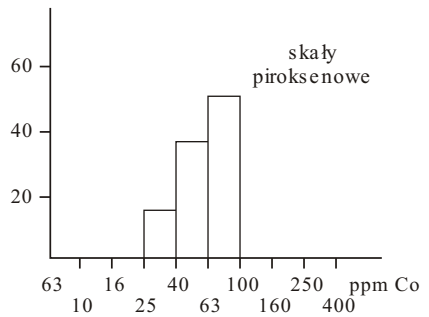
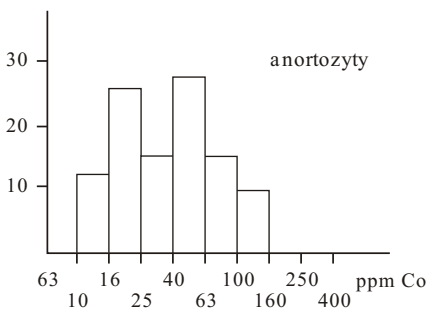
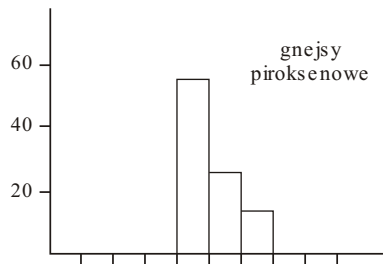
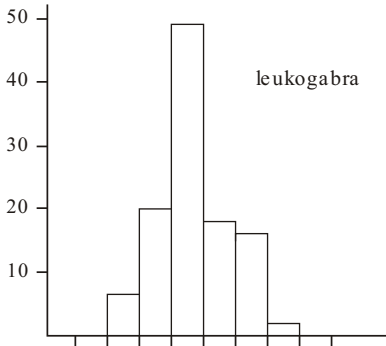
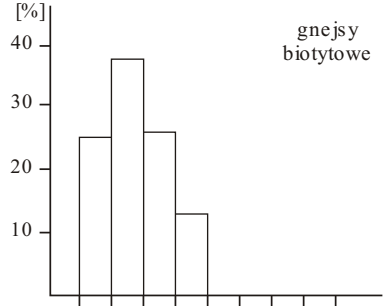


Fig. 13. Histogramy rozkładu kobaltu w skałach z otworu wiertniczego Sejny IG 1

V

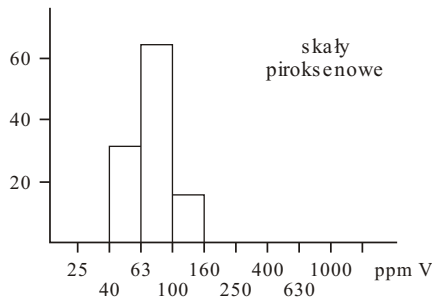
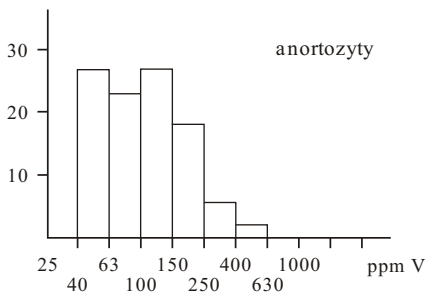
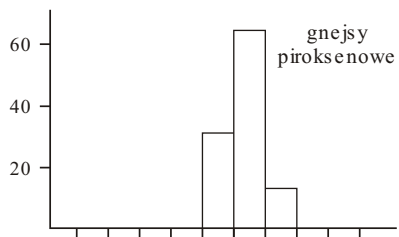
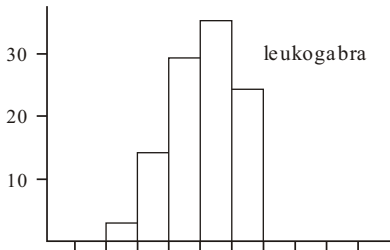
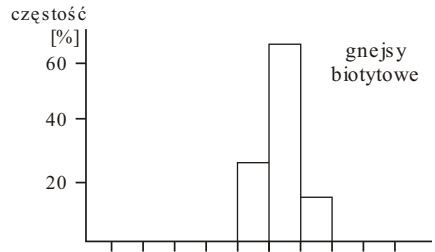
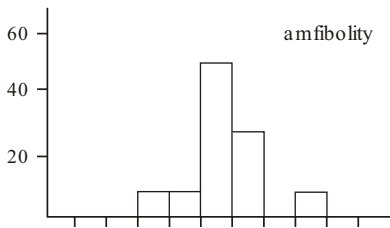
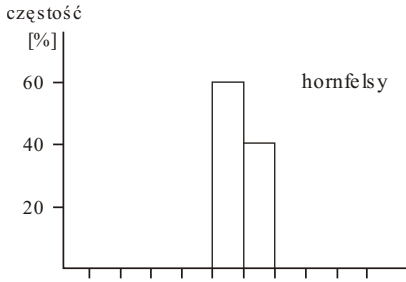


Fig. 14. Histogramy rozkładu wanadu w skalach z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Sc

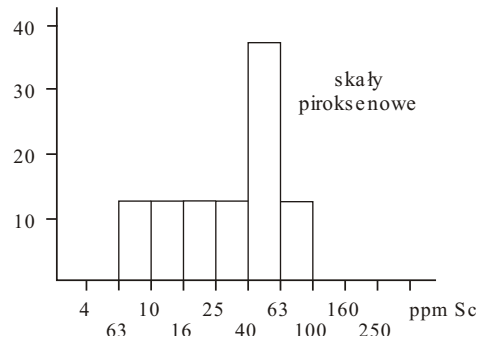
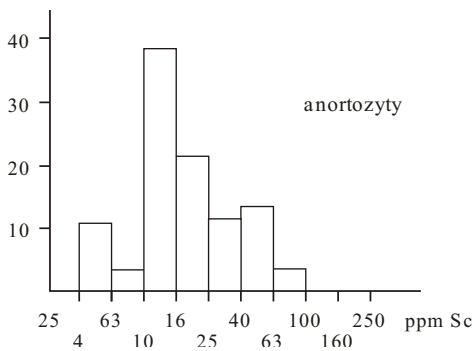
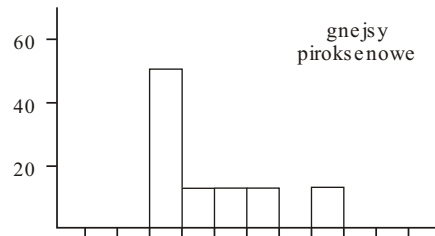
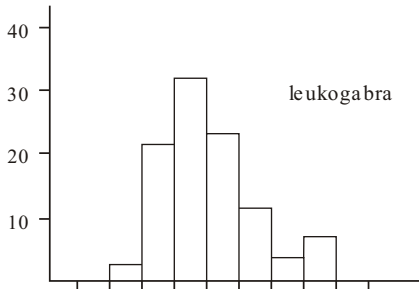
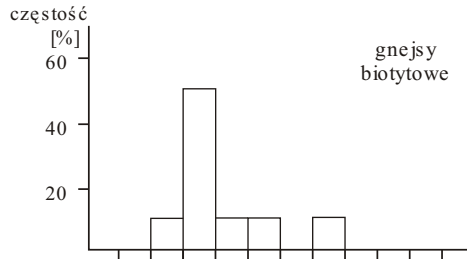
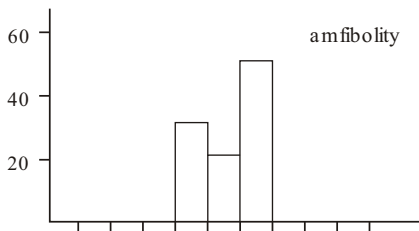
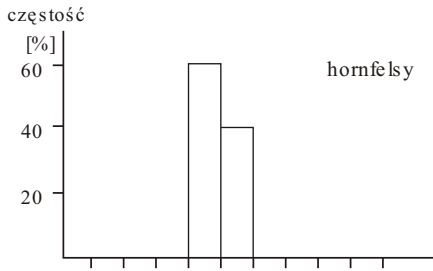


Fig. 15. Histogramy rozkładu skandiu w skałach z otworu wiertniczego Sejny IG 1

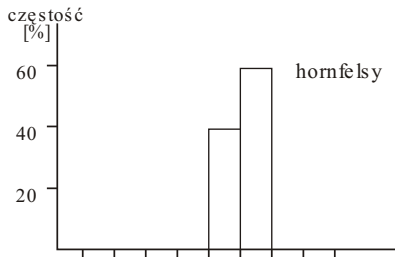
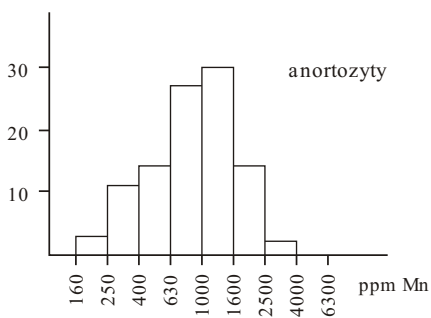
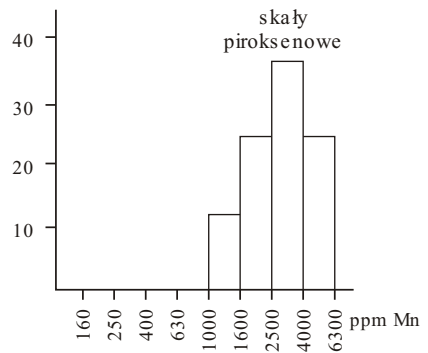
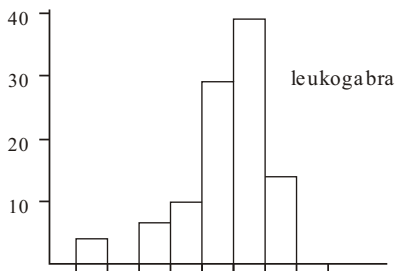
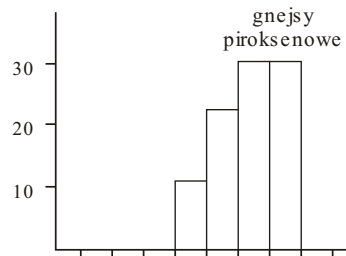
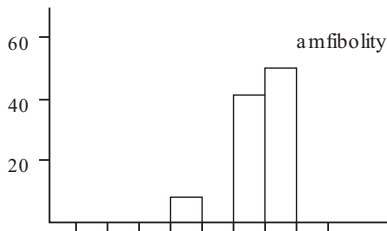
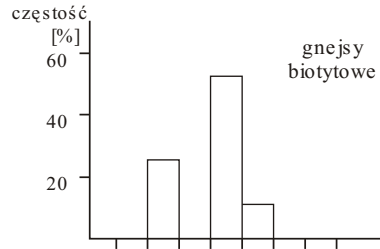
**Mn**

Fig. 16. Histogramy rozkładu manganu w skałach z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Ti

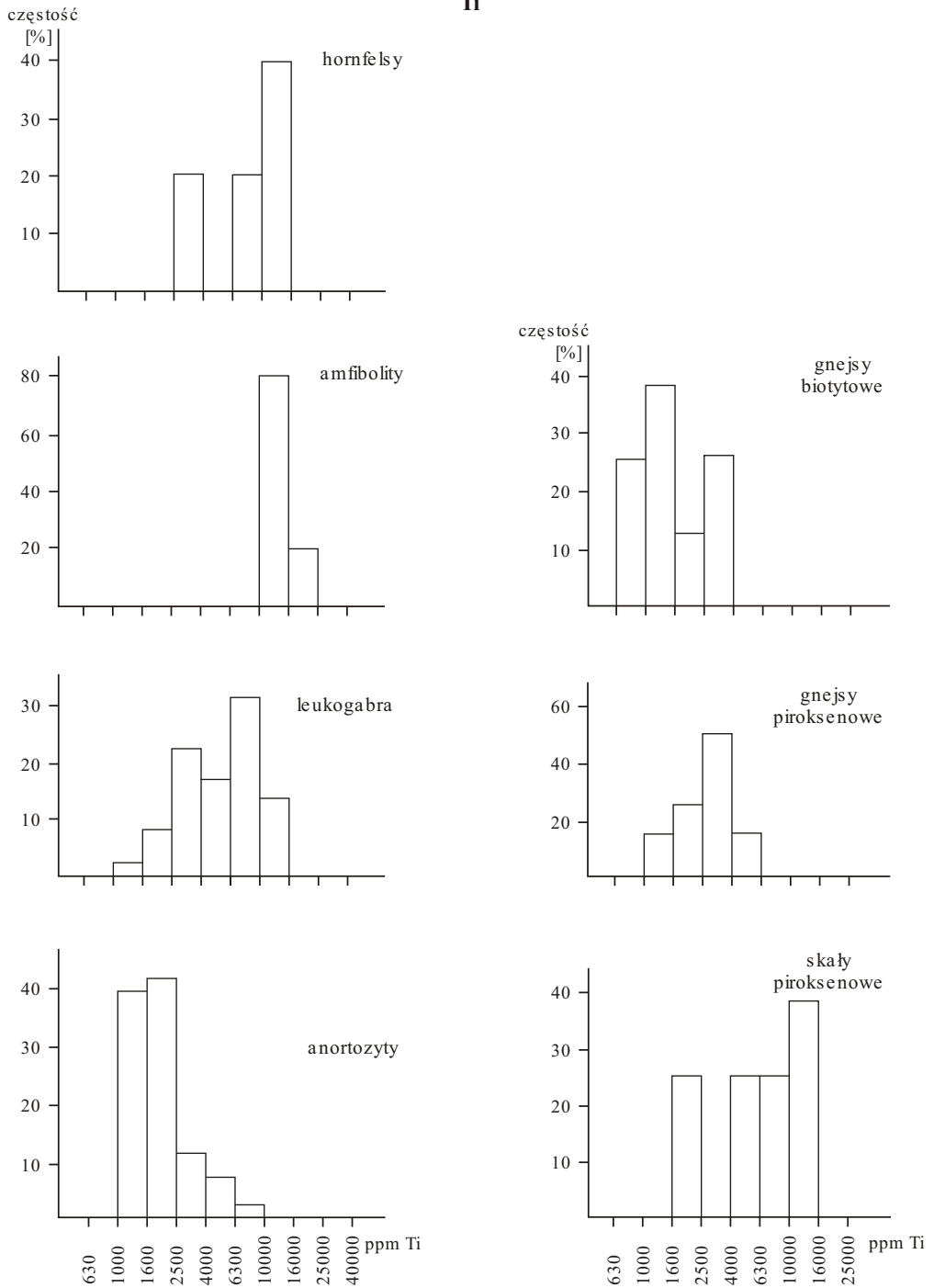


Fig. 17. Histogramy rozkładu tytanu w skałach z otworu wiertniczego Sejny IG 1

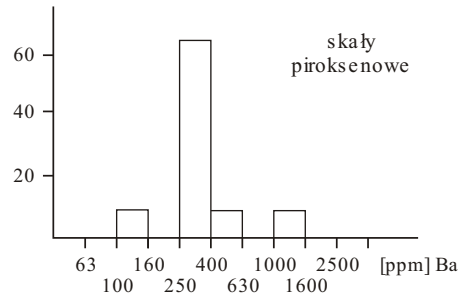
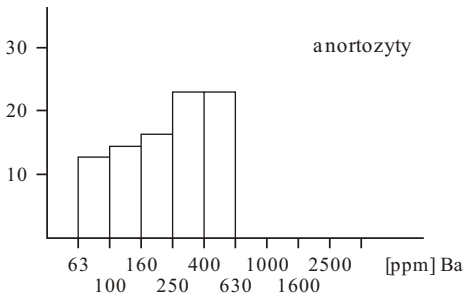
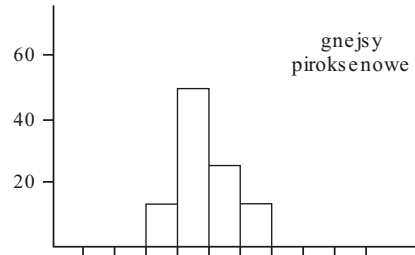
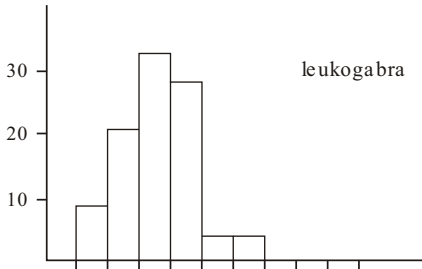
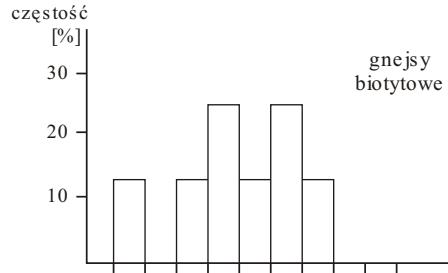
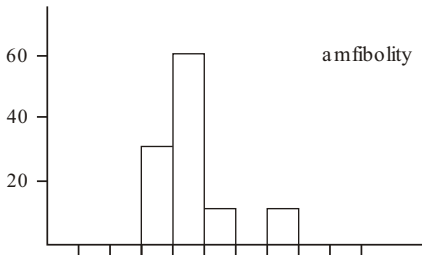
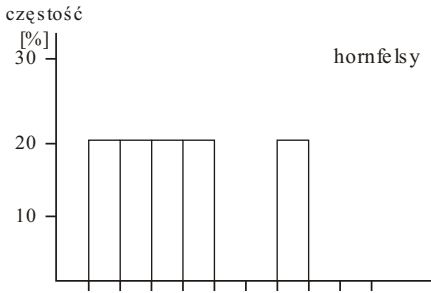
Ba

Fig. 18. Histogramy rozkładu baru w skałach z otworu wiertniczego Sejny IG 1

Sr

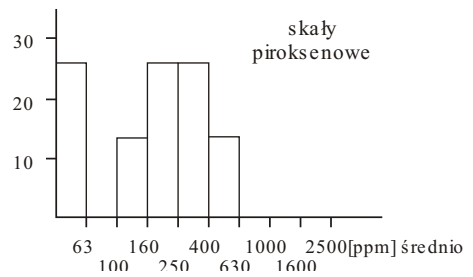
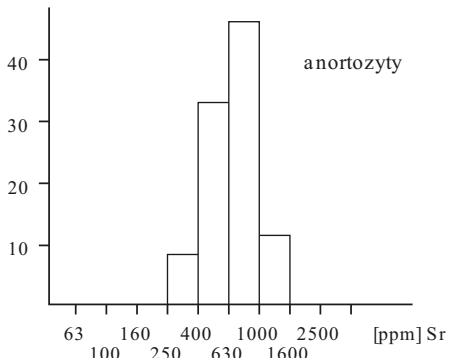
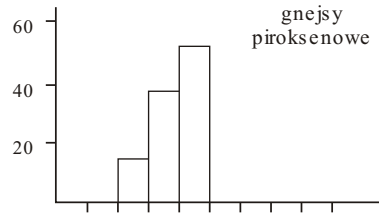
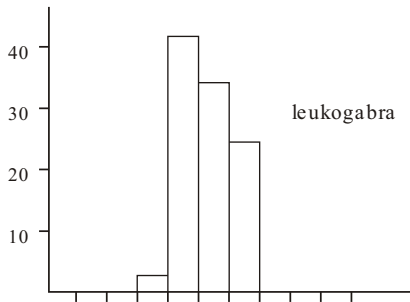
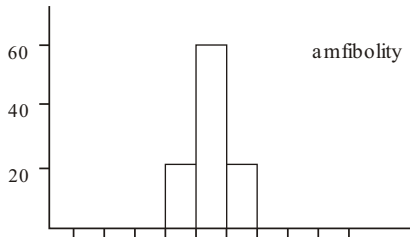
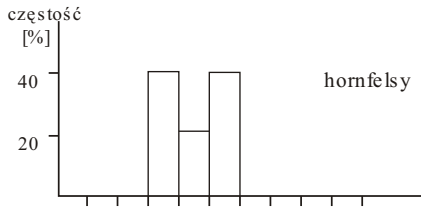


Fig. 19. Histogramy rozkładu strontu w skałach z otworu wiertniczego Sejny IG 1

4. Geochemiczne kulminacje Ni, Co i Cr stwierdzono w skałach piroksenowych, amfibolich i gnejsach piroksenowych (enderbitach). Pomimo podwyższonych koncentracji tych pierwiastków w badanych skałach, stosunek zawartości między nimi pozostaje stały i odpowiada odpowiednim stosunkom w leukogabrze i anortozytach. Zależności Ni/Fe²⁺, Co/Fe²⁺, Cr/Fe²⁺, Cr/Fe³⁺ oraz Cr/Ni, Ni/Co wskazują na wzajemne powiązanie tych skał.

5. Z analizy zależności Fe³⁺/Fe²⁺ wynika, że anortozyty, leukogabra i skały piroksenowe kształtowały się w zbliżonych warunkach potencjału oksydacyjno-redukcyjnego. Wartość stosunku Fe³⁺/Fe²⁺ w wymienionych skałach wynosi 0,4. Dla amfibolitów stosunek Fe³⁺/Fe²⁺ = 0,8, a dla hornfelsów — 0,6. Gnejsy biotytowe i piroksenowe wyróżniają się najniższą wartością stosunku Fe³⁺/Fe²⁺ = 0,2.

6. W skałach piroksenowych tworzących szlirowate formy w anortozytach i leukogabrach zaobserwowano zróżnicowanie szeregu pierwiastków (Ni, Cr, Mn i Ti) umożliwiające wydzielenie trzech typów. Pierwszy, o najwyższych koncentracjach niklu, chromu i manganu a najniższych tytanu (0,4% Ti), odpowiada skałom zbudowanym głównie z piroksenu i występującym w obrębie leukogabr. Drugą grupę stanowią skały o najwyższych koncentracjach tytanu (1,3% Ti) oraz najniższych manganu i skandu. Są to skały piroksenowo-plagioklazowe, występujące w towarzystwie amfibolitów. Trzecia grupa reprezentuje skały o średnich zawartościach tytanu i manganu, a najniższych ilościach niklu, chromu i baru. W budowie tych skał obok piroksenu uczestniczą również amfibole.

7. Skały prekambryjskie stanowią przypuszczalnie produkty przeobrażenia skał zasadowych, a różne zawartości pierwiastków śladowych z grupy żelaza oraz grupy tytanu i żelaza są wynikiem zmiennej ilości minerałów maficznych oraz zróżnicowania charakteru piroksenów.

WYNIKI BADAŃ SKAŁ PODŁOŻA KRystalicznego Z OTWORU WIERTNICZEGO SEJNY IG 2

Anna DZIEDZIC⁹, Barbara ŻACZKIEWICZ⁹

WYNIKI BADAŃ PETROGRAFICZNYCH

Skały fundamentu krystalicznego zostały nawiercone na głębokości 546,8 m, a zgłębianie otworu zakończono na głębokości 1940,0 m. Po przewierceniu 1393,2 m krystaliniku z wydobytego rdzenia (1378,7 m) pobrano 295 próbek do badań petrograficznych i geochemicznych (tab. 34).

Skały krystaliczne z otworu wiert. Sejny IG 2 są dość monotonne. Dominującą odmianą są gabroidy reprezentowane przez leukonoryty i noryty oraz leukogabronoryty i gabronoryty. W podrzędnej ilości stwierdzono występowanie anortozytów, hornfelsów i gnejsów. Znaczący jest też udział charnockitów oraz granitoidów i związanych z nimi stref skał skontaminowanych (fig. 20). W stropowym odcinku rdzenia, na przestrzeni 3,9 m, skały są silnie przeobrażone hipergenicznie. Przeobrażenia typu hydrotermalnego rozwinęły się w strefach złuznień i spękań tektonicznych, przy czym najliczniej występują w spagowym odcinku rdzenia. Udział wyróżnionych skał w otworze wiertniczym przedstawia tabela 35.

⁹ Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Tabela 34

Spis próbek skal z otworu wiertniczego Sejny IG 2

Numer próbki	Głębokość w m	Nazwa skały	Rodzaj* badań
1	546,8	gabronoryt przeobrażony	P
2	551,5	anortozyt	P, G
3	556,5	gabronoryt przeobrażony	P
4	557,4	gabronoryt	P
5	563,0	gabronoryt skarbonatyzowany	P
6	565,5	granitoid	P
7	567,0	pegmatyt	P
8	569,2	noryt piroksenowo-hornblendowy	P
9	571,0	noryt	P
10	576,8	noryt	P
11	582,4	noryt/pegmatyt	P, G
12	582,6	pegmatyt	P, G
13	583,8	gabronoryt skarbonatyzowany	P
14	583,9	pegmatyt	P
15	590,5	gabronoryt przeobrażony	P
16	595,5	pegmatyt	P
17	601,7	gabronoryt	P
18	605,4	gabronoryt	P
19	612,4	gabronoryt	P, G
20	616,7	gabronoryt	P
21	623,2	gabronoryt przeobrażony	P
22	630,3	gabronoryt	P
23	634,4	gabronoryt	P
24	639,1	gabronoryt	P, G, A
25	643,5	gabronoryt przeobrażony	P
26	647,2	granitoid	P
27	651,4	granitoid pegmatoidalny	P
28	658,9	leukonoryt	P
29	663,1	leukonoryt	P
30	670,6	leukonoryt piroksenowo-hornblendowy	P, G, A
31	673,2	granitoid	P
32	675,2	granitoid	P, G, A
33	675,9	granitoid	P
34	676,6	granitoid	P
35	684,6	gabronoryt	P
36	691,7	leukonoryt	P
37	700,2	leukonoryt	P
38	706,4	leukonoryt	P
39	713,2	leukonoryt	P, G
40	719,6	leukonoryt	P
41	727,3	leukonoryt	P
42	732,2	leukonoryt	P
43	738,1	leukonoryt	P
44	743,2	leukonoryt/mikrogranit	P
45	750,7	leukonoryt	P

*P — badania petrograficzne, G — badania geochemiczne, A — badania chemiczne

Tabela 34 cd.

Numer próbki	Głębokość w m	Nazwa skały	Rodzaj badań
46	754,8	leukonoryt	P, G
47	760,8	leukonoryt	P
48	766,5	leukonoryt	P, G
49	774,5	leukonoryt	P
50	778,2	pegmatyt skarbonatyzowany	P
51	785,6	gabronoryt skarbonatyzowany	P
52	786,2	gabronoryt	P, G
53	789,9	gabronoryt	P
54	794,8	gabronoryt	P
55	799,7	leukogabronoryt	P
56	803,7	leukogabronoryt	P
57	810,7	gabronoryt	P
58	814,5	gabronoryt/charnockit	P
59	818,8	gabronoryt	P
60	822,2	gabronoryt	P
61	828,1	gabronoryt	P, G
62	833,2	leukonoryt	P, G
63	839,8	leukonoryt	P
64	846,3	leukonoryt	P, G, A
65	853,8	leukonoryt	P
66	866,8	gabronoryt	P
67	872,25	pegmatyt	P
68	873,7	leukogabro hornblendowe	P
69	877,0	pegmatyt	P
70	884,2	gabronoryt	P, G
71	889,0	pegmatyt	P
72	892,5	gabronoryt	P
73	899,8	gabronoryt	P
74	900,8	skała piroksenowa	P, G, A
75	915,7	noryt	P
76	920,8	noryt	P, G, A
77	925,7	noryt	P
78	933,5	noryt	P
79	939,5	noryt	P
80	947,1	leukonoryt	P, G, A
81	955,8	pegmatyt	P
82	960,5	gabronoryt/charnockit	P
83	970,1	gabronoryt	P
84	977,5	gabronoryt	P
85	983,8	gabronoryt	P
86	997,8	gabronoryt	P
87	1003,4	gabronoryt	P
88	1010,2	gabronoryt	P, G, A
89	1013,5	gabronoryt	P
90	1017,8	charnockit	P, G, A
91	1024,4	gabronoryt/charnockit	P
92	1033,0	gabronoryt	P, G

Tabela 34 cd.

Numer próbki	Głębokość w m	Nazwa skały	Rodzaj badań
93	1044,8	gabronoryt skataklazowany	P, G
94	1049,8	gabronoryt	P
95	1051,2	gabronoryt	P
96	1054,6	gabronoryt	P
97	1059,6	gabronoryt	P, G
98	1064,5	leukonoryt zgnejsowany	P
99	1066,5	leukonoryt zgnejsowany	P
100	1068,8	leukonoryt zgnejsowany	P, G
101	1071,7	gabronoryt przeobrażony	P
102	1074,4	anortozyt	P
103	1078,8	granit	P
104	1080,6	granit	P
105	1089,6	granodioryt	P
106	1090,7	granodioryt	P, G, A
107	1092,7	granit	P
108	1094,7	monzodioryt kwarcowy	P
109	1122,1	granit	P
110	1135,4	granit	P
111	1156,6	granit	P
112	1166,9	granit	P, G, A
113	1197,1	leukogabronoryt piroksenowo-hornblendowy	P
114	1215,6	gabronoryt	P
115	1219,8	pegmatyt	P
116	1223,8	leukonoryt	P, G, A
117	1225,8	anortozyt	P
118	1232,5	anortozyt	P, G, A
119	1233,4	anortozyt	P
120	1237,8	gabronoryt	P
121	1240,3	gabronoryt przeobrażony	P
122	1241,0	leukogabronoryt	P
123	1243,0	leukogabronoryt	P
124	1244,7	gabronoryt/anortozyt	P
125	1248,6	gabronoryt	P
126	1254,0	leukogabronoryt	P
127	1262,0	noryt rudny gruboblastyczny	P, G, A
128	1263,3	noryt rudny gruboblastyczny	P
129	1263,8	noryt rudny gruboblastyczny	P
130	1269,9	noryt rudny drobnoblastyczny	P
131	1272,4	noryt skataklazowany	P, G, A
132	1276,5	noryt rudny drobnoblastyczny	P
133	1278,0	noryt rudny gruboblastyczny	P, G, A
134	1284,8	gabronoryt	P
135	1298,5	gabronoryt	P
136	1301,4	granit	P
137	1303,3	noryt piroksenowo-hornblendowy	P, G, A
138	1304,1	noryt	P, G
139	1325,0	noryt	P
140	1328,4	noryt	P, G, A

Tabela 34 cd.

Numer próbki	Głębokość w m	Nazwa skały	Rodzaj badań
141	1329,6	noryt	P
142	1337,1	gabronoryt	P
143	1339,7	gabronoryt skontaminowany	P
144	1346,2	noryt	P
145	1348,2	noryt	P
146	1355,8	gnejs drobnoblastyczny	P, G
147	1356,8	pegmatyt zbrekcjowany	P
148	1357,5	pegmatyt	P
149	1358,4	pegmatyt	P
150	1360,0	pegmatyt	P
151	1360,3	pegmatyt biotytowy	P
152	1363,0	gabronoryt	P
153	1380,2	gabronoryt	P
154	1385,7	pegmatyt	P
155	1389,6	leukogabronoryt	P, G
156	1392,4	gabronoryt	P
157	1402,4	gabronoryt	P
158	1413,6	gabronoryt	P, G, A
159	1430,0	leukonoryt	P
160	1434,2	leukonoryt	P
161	1436,2	pegmatyt	P
162	1438,8	pegmatyt	P
163	1447,1	gabronoryt	P
164	1455,4	gabronoryt zmetasomatyzowany	P
165	1468,2	gabronoryt zmetasomatyzowany	P
166	1479,5	gabronoryt	P
167	1482,5	charnockit	P, G, A
168	1483,0	leukogabronoryt zmylonityzowany	P
169	1483,4	gabronoryt	P
170	1484,7	leukonoryt	P, G
171	1490,3	leukonoryt zmylonityzowany	P
172	1494,7	leukonoryt	P, G
173	1502,4	leukonoryt	P
174	1505,4	leukonoryt	P
175	1511,5	leukonoryt zbiotytyzowany	P
176	1514,2	leukonoryt	P, G
177	1518,0	hornfels	P
178	1520,2	charnockit	P
179	1521,2	charnockit	P
180	1524,7	leukonoryt	P
181	1526,8	leukonoryt	P, G
182	1528,2	leukonoryt	P
183	1529,9	hornfels	P
184	1530,8	leukonoryt	P, G
185	1531,9	charnockit	P, G
186	1533,9	anortozyt	P, G
187	1536,8	anortozyt	P

Tabela 34 cd.

Numer próbki	Głębokość w m	Nazwa skały	Rodzaj badań
188	1537,9	hornfels	P
189	1538,7	granit	P
190	1539,9	leukonoryt	P
191	1540,5	hornfels	P
192	1542,3	hornfels	P
193	1544,0	hornfels	P, G
194	1545,2	syenit kwarcowy	P
195	1546,3	pegmatyt	P
196	1547,3	pegmatyt	P, G, A
197	1548,2	hornfels	P
198	1549,9	gabronoryt	P
199	1550,9	leukonoryt piroksenowo-hornblendowy	P
200	1553,1	leukonoryt	P, G
201	1554,7	leukonoryt	P
202	1557,5	granitoid	P
203	1557,5	granitoid	P
204	1560,3	gabronoryt przeobrażony hydrotermalnie	P
205	1563,2	granitoid	P
206	1566,1	anortozyt	P
207	1568,0	leukonoryt	P, G, A
208	1570,8	noryt	P
209	1573,4	leukonoryt	P, G
210	1576,3	leukonoryt piroksenowo-hornblendowy	P
211	1579,1	leukonoryt	P
212	1580,0	charnockit	P, G
213	1581,6	gabro hornblendowe	P
214	1583,4	noryt	P
215	1585,2	mikrogabro	P
216	1586,0	leukonoryt	P
217	1590,5	leukonoryt	P
218	1593,1	hornfels	P
219	1599,2	hornfels	P
220	1601,2	leukonoryt	P, G
221	1602,2	leukonoryt piroksenowo-hornblendowy	P
222	1607,0	leukonoryt	P
223	1608,9	charnockit	P
224	1610,0	leukonoryt skontaminowany	P
225	1613,9	leukonoryt	P
226	1620,0	leukonoryt piroksenowo-hornblendowy	P
227	1621,0	charnockit	P, G
228	1624,4	charnockit	P
229	1629,8	charnockit	P, G
230	1632,0	charnockit	P
231	1634,0	anortozyt skataklazowany	P
232	1637,6	anortozyt	P
233	1640,2	granitoid/charnockit	P
234	1645,7	charnockit/noryt	P

Tabela 34 cd.

Numer próbki	Głębokość w m	Nazwa skały	Rodzaj badań
235	1646,5	leukonoryt	P
236	1651,1	gabronoryt	P
237	1655,2	leukogabro piroksenowo-hornblendowe	P
238	1656,2	granodioryt zgnejsowany	P
239	1659,4	leukonoryt	P, G
240	1660,2	leukonoryt piroksenowo-hornblendowe	P
241	1662,8	gabro hornblendowe	P
242	1663,9	granit	P
243	1668,8	pegmatyt	P
244	1672,3	granodioryt	P
245	1675,0	noryt piroksenowo-hornblendowy	P, G
246	1683,1	noryt	P, G
247	1688,4	noryt	P
248	1691,7	leukonoryt skataklazowany	P
249	1697,3	charnockit	P, G
250	1704,2	charnockit	P
251	1706,6	charnockit	P
252	1712,7	noryt	P
253	1720,7	pegmatyt	P
254	1722,8	noryt	P, G
256	1730,7	noryt	P
257	1736,5	noryt	P, G
258	1738,3	leukonoryt piroksenowo-hornblendowy	P
259	1744,3	leukonoryt piroksenowo-hornblendowy	P
260	1752,6	leukonoryt piroksenowo-hornblendowy	P
261	1756,9	anortozyt	P
262	1759,0	anortozyt	P
263	1778,5	gabronoryt	P
264	1785,0	gabronoryt	P
265	1795,4	gnejs	P, G
266	1797,2	gnejs	P
267	1806,9	charnockit	P
268	1820,6	charnockit	P
269	1832,0	charnockit	P
270	1840,0	charnockit	P
271	1842,2	charnockit	P
272	1850,9	charnockit	P, G
273	1851,4	charnockit	P
274	1852,0	charnockit	P
275	1853,0	charnockit	P
276	1859,0	charnockit	P
277	1869,2	charnockit	P
278	1871,2	charnockit	P
279	1872,2	charnockit	P
280	1877,9	charnockit	P
281	1880,9	charnockit/noryt	P
282	1883,4	charnockit	P
283	1888,0	granitoid	P
284	1897,6	granitoid	P

Tabela 34 cd.

Numer próbki	Głębokość w m	Nazwa skały	Rodzaj badań
285	1902,2	gabronoryt	P
286	1906,8	charnockit	P
287	1908,3	pegmatyt	P
288	1909,2	gnejs	P
289	1915,4	charnockit	P
290	1916,4	charnockit	P
291	1921,1	granit	P
292	1922,5	gnejs piroksenowo-biotytowy	P
293	1923,5	gnejs kwarcowo-skaleniowo-biotytowy	P
294	1926,6	gnejs oczkowy	P
295	1928,0	gnejs hiperstenowy	P
296	1934,2	leukonoryt piroksenowo-hornblendowy	P
297	1937,2	mikrogabronoryt	P

Tabela 35

**Mięszczość i udział skał krystalicznych
w otworze wiertniczym Sejny IG 2**

Rodzaj skał	Mięszczość w m	Udział w %
Leukonoryty	473,8	34,5
Noryty	311,3	22,7
Leukogabronoryty	92,8	6,8
Gabronoryty	110,3	8,0
Anortozyty	28,7	2,1
Hornfelsy	15,6	1,1
Gnejsy	14,2	1,0
Charnockity	100,2	7,3
Granitoidy	168,4	12,3
Pegmatyty	34,0	2,5
Skały przeobrażone hydrotermalnie	20,0	1,5
Zwierzelina	3,9	0,2

GABROIDY

Są to skały barwy ciemnoszarej, miejscami jasnoszarej, a w strefach skontaminowanych szaroróżowej. Struktura skały jest heteroziarnista. Przeważają odmiany średnio- i gruboziarniste z porfiroblastycznie wykształconym skaleniem. Odmiany drobnoziarniste występują lokalnie, tworząc liczne szliry i enklawy, rzadziej obejmując większe odcinki rdzenia. Tekstura skały zasadniczo jest beładna i masywna. Zdarzają się partie słabo ukierunkowane ze szlirami i skupie-

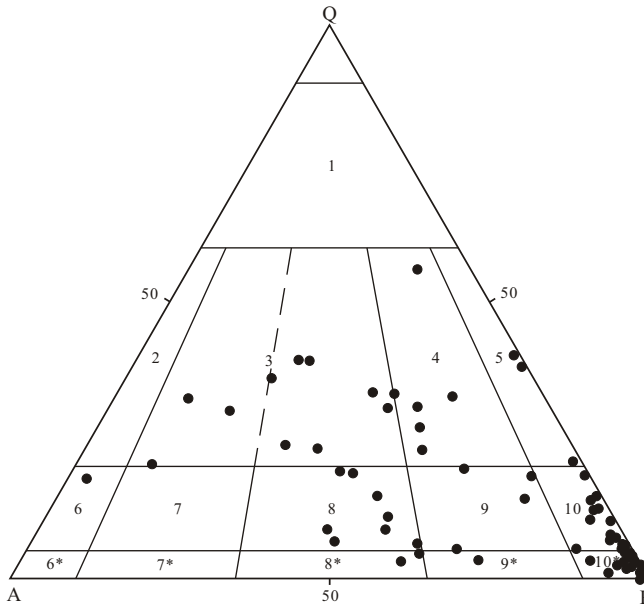


Fig. 20. Trójkąt klasyfikacyjny QAP dla skał z otworu wiertniczego Sejny IG 2

Pola klasyfikacyjne: 3 — granit, 4 — granodioryt, 5 — fonalit, 6 — sjenit alkaliczny, 8 — monzonit, 9 — monzogabro, 10 — gabro; punkty projekcyjne — analizy planimetryczne skał

niami minerałów ciemnych. W niektórych fragmentach obserwuje się rytmiczne przewarstwienia skał leuko- i melanokratycznych. Obserwacje megaskopowe, potwierdzone badaniami mikroskopowymi, ujawniły brak ostrych kontaktów. Przeważnie są one rozmyte, wskazujące na łagodne przejścia do poszczególnych odmian. Jedynie enklawy i szliry drobnoziarnistego norytu są oddzielone od skał otaczających otoczką biotyту.

W stropie 3,9 m odcinek rdzenia stanowią skały przeobrażone hipergenicznie. Są one silnie spękane, często rozkruszone i wtórnie scementowane. Plagioklasy uległy tu karbonatyzacji i kaolinizacji, minerały ciemne — chlorytacji i karbonatyzacji, zaś minerały nieprzezroczyste zostały utlenione i zhydratyzowane.

Pod mikroskopem gabroidy mają typową strukturę gabrową o hipautomorficznym wykształceniu ziarn, średnioziarnistą, rzadziej grubo- lub drobnoziarnistą.

Skład mineralny gabroidów jest dość stały i ulega niewielkim wahaniom. Skały są zbudowane głównie z plagioklazu i piroksenu, przy czym plagioklaz jest składnikiem dominującym. Podrzędnie występuje amfibol, biotyt i kwarc. Ponadto, w ilościach akcesorycznych, stwierdzono występowanie skalenia potasowego, muskowitu, chlorytu, sercyту, apatytu, cyrkonu, węglanów, chalcedonu oraz minerałów nieprzezroczystych.

Na podstawie analiz planimetrycznych (tab. 36) według klasyfikacji IUGS (Ryka, 1987) wydzielono następujące rodzaje skał:

- leukonoryty i noryty,
- leukogabronoryty i gabronoryty,
- gabra hornblendowe.

Skład mineralny gabroidów z otworu wiertniczego Sejny IG 2 na podstawie analiz planimetrycznych (w % obj.)

Głębokość w m	Kwarc	Plagioklaz	Skaleń potasowy	Ortopiroksen	Klinopiroksen	Amfibol	Biotyt	Muskowit	Minerały nieprzezroczyste	Apatyt	Cyrkon	Epidot	Serycyt	Węglany	Chloryty	Pseudomorfozy po piroksenach
568,2	1,0	41,7	–	34,1	11,1	5,6	5,1	0,4	0,8	–	–	–	0,1	0,1	–	–
616,7	3,0	72,1	1,1	13,2	1,1	–	4,1	0,8	0,6	0,5	–	–	1,7	1,5	0,3	–
670,6	1,8	71,2	0,2	11,4	1,7	6,8	3,7	–	2,0	0,4	–	–	0,5	0,1	0,2	–
719,6	1,7	75,0	1,4	12,4	3,5	0,4	2,4	0,2	0,7	0,2	–	–	0,6	1,2	0,3	–
833,2	0,6	74,3	0,4	15,1	3,8	0,2	1,7	0,1	1,1	–	–	–	0,8	1,6	0,3	–
925,7	0,2	55,4	–	42,0	0,6	ślad.	1,4	–	0,4	–	–	–	–	ślad.	–	–
947,1	1,9	72,1	0,3	16,6	0,5	0,5	3,5	0,3	0,3	–	–	–	1,0	2,2	0,8	–
1241,0	1,3	66,5	0,1	20,1	6,0	0,2	4,2	0,2	0,2	0,1	–	–	0,6	0,4	0,1	–
1253,9	0,1	65,0	–	18,8	6,9	0,1	2,6	–	4,5	–	–	–	0,8	0,4	0,8	–
1284,8	0,1	52,2	0,1	37,8	5,3	ślad.	2,8	–	1,0	–	–	–	0,4	0,2	0,1	–
1389,7	1,1	61,6	0,2	21,0	5,6	0,8	3,5	0,3	1,7	–	ślad.	–	0,2	3,7	0,3	–
1430,0	3,0	68,2	0,1	12,5	0,8	2,6	3,6	0,9	0,9	ślad.	–	–	2,2	4,7	0,5	–
1474,7	2,0	74,8	0,8	9,5	1,8	0,1	2,2	1,2	0,4	0,1	–	–	2,1	3,9	1,1	–
1533,9	4,8	75,9	1,0	2,7	1,8	2,8	4,6	1,1	0,9	–	ślad.	–	1,2	2,3	0,9	–
1539,9	2,9	73,5	0,6	11,5	–	3,9	3,9	0,5	1,3	0,2	–	–	0,6	0,5	0,3	0,3
1543,9	6,5	32,3	5,4	–	–	38,1	11,1	–	6,0	0,6	–	–	–	–	–	–
1550,9	6,4	59,5	0,7	5,2	–	20,9	1,4	0,2	4,4	0,4	–	–	0,7	0,5	–	–
1570,8	6,4	37,8	0,9	33,6	0,8	1,4	9,9	–	7,8	0,8	–	–	–	0,6	–	–
1586,0	6,4	49,8	1,8	16,6	3,0	–	6,4	–	16,0	–	–	–	–	–	–	–

Tabela 36 cd.

Głębokość w m	Kwarc	Plagioklaz	Skaleń potasowy	Ortopiroksen	Klinopiroksen	Amfibol	Biotyt	Muskowit	Minerały nieprzezroczyste	Apatyt	Cyrkon	Epidot	Serycyt	Węglany	Chloryty	Pseudo-morfozy po piroksenach
1601,2	3,1	78,6	0,3	13,2	–	0,5	2,7	0,2	0,6	–	–	–	0,8	–	–	–
1602,2	4,2	60,7	0,2	11,0	0,1	8,3	11,1	0,5	1,0	0,5	–	–	–	2,4	–	–
1620,0	7,9	64,5	0,3	15,5	0,2	4,4	3,2	–	2,6	0,6	–	0,2	–	0,6	–	–
1633,9	6,3	73,1	1,4	6,3	0,2	2,3	3,1	0,2	1,5	–	–	–	–	4,0	–	–
1646,5	11,4	64,5	0,7	16,2	0,4	1,2	3,8	–	1,3	0,3	–	–	–	0,2	–	–
1655,2	4,5	65,2	0,5	14,8	–	7,1	6,6	–	0,3	–	–	–	–	0,8	0,2	–
1660,2	6,4	69,1	0,9	12,0	–	6,2	4,1	–	0,7	0,1	–	–	–	0,5	–	–
1662,8	2,2	49,6	3,7	1,6	0,3	26,2	7,3	0,2	2,5	–	–	–	0,4	0,4	5,6	–
1675,0	2,5	53,9	0,3	24,9	–	8,4	8,5	0,2	0,8	0,3	–	–	–	0,2	–	–
1688,3	11,7	45,1	5,3	23,1	1,3	–	8,1	–	4,9	0,2	–	–	–	0,3	–	–
1691,7	2,5	67,6	0,7	18,4	0,3	1,6	7,8	–	–	0,8	–	–	–	0,3	–	–
1712,7	7,7	54,0	1,6	28,8	0,1	0,8	6,4	–	0,2	0,1	–	0,1	–	0,2	–	–
1738,3	2,4	66,4	0,3	21,8	–	5,8	1,8	0,2	1,0	–	–	–	–	0,3	–	–
1934,2	1,3	60,2	3,5	20,1	–	8,9	2,8	–	0,8	0,6	–	–	0,4	0,4	–	1,0
Skład średni n = 33	3,8	62,2	1,1	17,0	1,7	5,0	4,7	0,2	2,1	<0,1	–	<0,1	0,5	1,1	0,4	0,1
Zakres	0,1–11,7	32,3–78,6	0,0–5,4	0,0–42,0	0,0–11,1	0,0–38,1	1,4–11,1	0,0–1,2	0,0–16,0	0,0–0,8	śląd.	0,0–0,2	0,0–2,2	0,0–4,7	0,0–5,6	0,0–1,6

Zdecydowanie przeważają leukonoryty. Nieliczne partie skał na podstawie analizy planimetrycznej zostały sklasyfikowane jako anortozyty (tab. 36; fig. 21, 22).

Plagioklaz występuje średnio w ilości 62,2% (tab. 36). Jest wykształcony w postaci hipautomorficznych, dużych (do 4 mm), tabliczkowych ziarn z licznymi polisyntetycznymi zbliżnieniami albitowymi i peryklinowymi. Nieliczne osobniki odznaczają się koncentryczną inwersyjną budową pasową. Plagioklaz ma skład labradoru o zawartości 50–64% An, miejscami ulega serycytucji i karbonatyzacji. Na obrzeżach ziarn plagioklazu obserwuje się niekiedy skałen potasowy z muskowitem. Niektóre ziarna mają mikrolityczne wrostki kwarcu i minerałów nieprzezroczystych.

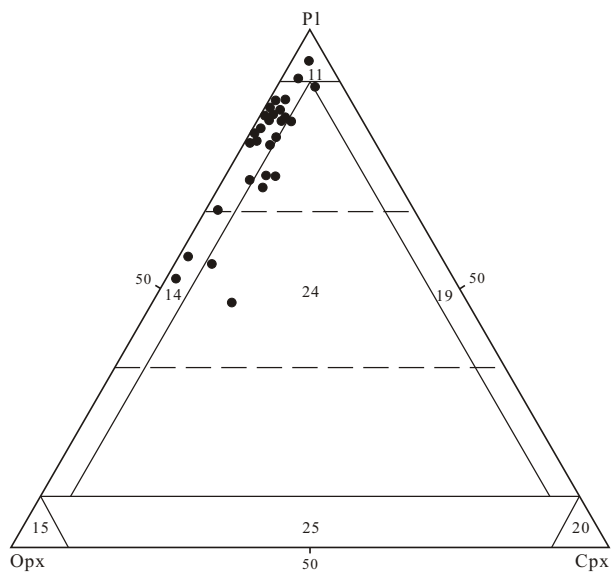
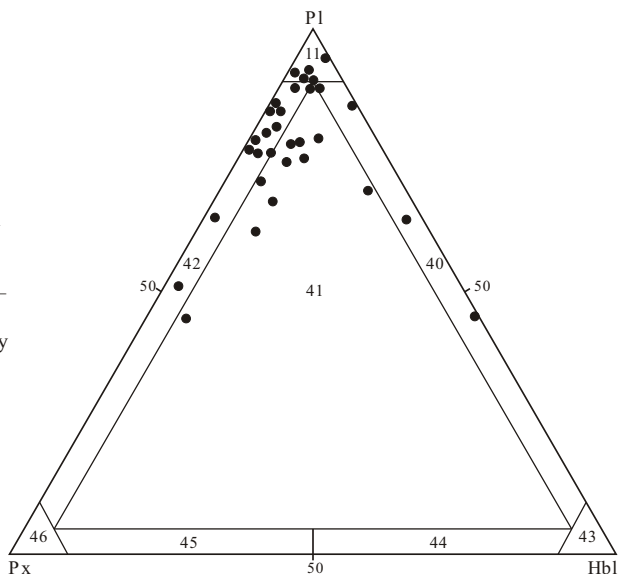


Fig. 21. Projekcja trójkątna PL–Opx–Cpx dla skał typu gabroidów z otworu Sejny wiert. IG 2

Pola klasyfikacyjne: 11 — anortozyt, 14 — gabro, 24 — gabronoryt; punkty projekcyjne — analizy planimetryczne skał

Fig. 22. Projekcja trójkątna PL–Px–Hbl dla skał typu gabroidów z otworu wiertniczego Sejny IG 2

Pola klasyfikacyjne: 11 — anortozyty, 40 — gabro hornblendowe, 41 — gabronoryty, 42 — noryty; punkty projekcyjne — analizy planimetryczne skał



Piroksen jest reprezentowany głównie przez odmianę rombowa oraz w mniejszych ilościach jednoskośną. Wzajemne stosunki obu piroksenów są zmienne, co decyduje o tym, że skała określana jest jako noryt, gabronoryt lub gabro. Ksenomorficzne ziarna piroksenów osiągają średnicę do 3 mm. Ortopiroksen reprezentowany przez hipersten odznacza się słabym pleochroizmem w barwach: α — różowawy, β — różowawobrunatny, γ — blado-szaro-zielonkawy i kątem $2V_{\alpha} = 60\text{--}70^{\circ}$. Charakterystyczna jest dość niska dwójłomność i łupliwość według ściany (010), wzdłuż której obserwuje się nagromadzenia wodorotlenków i tlenków żelaza, jak również lamelki piroksenów jednoskośnych, powstałych prawdopodobnie w wyniku odmieszania. Piroksen rombowy na ogół jest źle zachowany. Ulegał biotytyzacji, amfibolityzacji i chlorytyzacji, a także karbonatyzacji. Miejscami spotykane są pseudomorfozy łuszczykowo-węglanowe po hiperstenu, którym towarzyszą niekiedy znaczne ilości minerałów nieprzezroczystych.

Klinopiroksen (augit zwyczajny i diopsydowy) rozwinął się po piroksenie rombowym, czasem zachowując nawet jego formę.

Amfibol występuje w ilościach od 0 do 38,1% (tab. 36). W niektórych partiach jest on dominującym minerałem ciemnym. Często tworzy obwódki wokół piroksenu, a niekiedy pseudomorfozy po nim. Jest to zwykle hornblenda zwyczajna o kącie $Z/\gamma = 11\text{--}20^{\circ}$, $2V/\alpha = 58\text{--}72^{\circ}$ i o wyraźnym pleochroizmie w barwach: α — żółtozielony, $\beta = \gamma$ — ciemnozielony.

Biotyt występuje w skale powszechnie, średnio w ilości 4,7%. Mineral ten odznacza się silnym pleochroizmem: α — blado-brunatno-żółty, $\beta = \gamma$ — brunatny. Występuje w formie dużych samodzielnych blaszek lub tworzy obwódki wokół piroksenów. Obserwuje się go również w asocjacji z kwarcem i minerałami nieprzezroczystymi.

Kwarc najczęściej wypełnia przestrzenie między ziarnami lub tworzy wrostki w innych minerałach.

Minerały nieprzezroczyste, głównie magnetyt i ilmenit, są wykształcone ksenomorficznie, zwykle przerastają się z minerałami ciemnymi. Zawartość minerałów nieprzezroczystych dochodzi do 16%.

W gabroidach zaobserwowano procesy kataklazy zaznaczające się deformacjami niektórych minerałów: wygięciami prążków bliźniaczych w plagioklazach oraz wygięciami blaszek biotyty.

Gabronoryty mają strukturę średnioziarnistą. Głównym składnikiem jest ortopiroksen–hipersten. Tworzy on ksenomorficzne ziarna, niekiedy o zaokrąglonych kształtach, osiągające średnicę 2 mm. Charakteryzuje się słabym pleochroizmem w barwach: α — różowawy, γ — blado-szaro-zielonkawy oraz kątem osi optycznych $2V = 63^{\circ}$. W obrębie jego ziarn obserwuje się bardzo liczne skupienia uwodnionych związków żelaza. Często brak jest zupełnie klinopiroksenów, natomiast zauważa się niewielkie (około 0,8%) ilości hornblendy zwyczajnej powstałej kosztem ortopiroksenu.

Plagioklaz jest drugim co do ilości minerałem w skale i wypełnia przestrzenie między piroksenami. Charakteryzuje się on typowymi dla tego minerału polisyntetycznymi zbliżnieniami według prawa albitowego i peryklinowego. Plagioklaz ma skład labradoru o zawartości 51–60% An. Ponadto stwierdzono sporadyczne występowanie biotyty, muskowitu, kwarcu oraz minerałów nieprzezroczystych.

W gabronorytach obserwuje się liczne szliry ukierunkowane pod kątem 80° . Na głębokości 899,5–901,3 m stwierdzono szlirę plagioklazowo-piroksenową, zawierającą: 36% plagioklazu i 60% ortopiroksenu.

Gabroidy przeobrażone reprezentują skały zmienione pod wpływem procesów hydrotermalno-metasomatycznych, kataklazy i mylonityzacji, z zachowanymi jeszcze cechami skał pierwotnych. Grupa ta jest bardzo zróżnicowana pod względem stopnia wtórnych przeobrażeń. Skały mają podobny skład mineralny do wyżej opisanych gabroidów, lecz odznaczają się zwiększonym udziałem minerałów wtórnych, zwłaszcza: kwarcu, biotyty, muskowitu, węglanów oraz łuszczykowo-węglanowych pseudomorfoz po piroksenach (tab. 37).

Tabela 37

Skład mineralny gabroidów przeobrażonych na podstawie analiz planimetrycznych (w % obj.) z otworu wiertniczego Sejny IG 2

Składniki	Głębokość w m											
	551,5	873,7	1074,4	1192,1	1526,8	1530,8	1554,7	1566,1	1576,3	1756,3	Średnia	Zakres
Kwarc	26,9	3,4	30,9	13,8	3,2	2,0	2,1	6,5	1,5	14,9	10,5	1,5–30,9
Plagioklaz	42,4	66,2	44,4	56,7	70,9	61,9	66,0	77,5	78,4	53,6	61,8	42,4–78,4
Skaleń potasowy	–	–	–	–	1,3	1,9	2,1	1,5	0,8	0,7	0,8	0,0–2,1
Ortopiroksen	–	–	–	3,2	10,3	9,9	13,6	5,9	4,7	2,6	5,0	0,0–13,8
Klinopiroksen	–	–	–	3,5	0,7	–	0,2	–	–	–	0,4	0,0–3,5
Amfibol	2,5	11,4	3,8	8,3	0,9	10,4	2,2	1,0	4,7	4,0	4,9	0,0–11,4
Biotyt	8,8	13,8	14,9	8,2	7,6	4,2	5,9	4,0	7,4	9,8	8,5	4,0–14,9
Muskowit	4,0	0,2	0,3	0,1	1,0	0,4	–	–	0,5	–	0,7	0,0–4,0
Minerały nieprzezroczyste	5,3	1,2	2,8	5,4	0,6	1,2	1,7	0,6	0,2	1,2	2,0	0,2–5,3
Apatyt	0,4	–	0,4	0,6	–	0,3	0,7	–	–	–	0,2	0,0–0,7
Serycyt	0,7	0,5	0,6	–	–	0,3	–	0,8	–	0,4	0,3	0,0–0,8
Węglany	6,7	3,0	1,0	0,2	1,6	1,8	2,1	0,8	1,5	6,5	2,5	0,2–6,7
Chloryty	2,3	0,3	0,9	–	0,8	0,2	0,9	0,1	0,3	0,5	0,6	0,0–2,3
Pseudomorfozy po piroksenach	–	–	–	–	1,1	5,5	2,5	1,3	–	5,8	1,6	0,0–5,8

Są to skały średnio- i gruboziarniste o teksturze bezładnej. Kataklaza widoczna jest w postaci rozkruszonych minerałów, wygięcia lamelek bliźniaczych w plagioklazach i deformacji minerałów barwnych.

Plagioklaz stanowiący średnio 61,8% obj. (tab. 37), ma skład andezynu–labradoru o zawartości 36–60% An. Spotyka się również niewielkie ilości skalenia potasowego. Plagioklaz ulega kaolinizacji i serycytyzacji. Obserwuje się zwiększony udział muskowitu oraz skupienia muskowitowo-chlorytowo-węglanowe.

Piroksen występuje w mniejszych ilościach, więcej jest po-piroksenowych pseudomorfoz węglanowych z chlorytem i biotytem. W niewielkich ilościach występuje też amfibol o cechach hornblendy zwyczajnej. Proces amfibolizacji piroksenu jest związany z wydzielaniem się nieprzezroczystych związków żelaza i kwarcu. W niektórych miejscach skały są wzbogacone w skałen potasowy, kwarc, minerały nieprzezroczyste, a także automorficzny apatyt. Liczne spękania są scementowane węglanami, barytem i zeolitami.

HORNFELSY

Zaliczone do tej grupy skały nie są hornfelsami *sensu stricto*, lecz skałami o strukturze hornfelsowej i składzie mineralnym zbliżonym do norytu i gabra (tab. 38). Skały te odznaczają się heteroblastycznym wykształceniem składników. Największe blasty plagioklazów osiągają średnicę 1–2 mm, a wielkość pozostałych minerałów: piroksenów, amfiboli i kwarcu nie przekracza średnicy 0,6 mm. Miejscami obserwuje się strukturę glomeroblastyczną, zaznaczoną skupieniami ziarn plagioklazów, piroksenów, amfiboli i minerałów nieprzezroczystych.

Plagioklaz średnio stanowi około 48% obj. skały (tab. 38). Ksenoblasty zwykle charakteryzują się polisyntetycznymi zbliżnieniami i mają skład andezynu o zawartości 35–49% An,

Tabela 38

**Skład mineralny hornfelsów z otworu wiertniczego Sejny IG 2
na podstawie analiz planimetrycznych (w % obj.)**

Składniki	Głębokość w m					Średnie	Zakres
	1517,8	1529,9	1537,9	1540,5	1544,0		
Kwarc	2,5	11,6	2,8	3,7	9,8	6,1	2,5–11,6
Plagioklaz	60,4	44,7	48,0	55,6	29,0	47,7	29,0–60,4
Skałen potasowy	1,3	2,9	3,8	5,8	9,1	4,6	1,3–9,1
Amfibol	1,6	5,5	–	0,3	35,6	8,6	0,0–35,6
Ortopiroksen	20,8	11,4	32,0	19,7	–	16,8	0,0–32,0
Klinopiroksen	2,8	4,5	2,8	2,6	–	2,5	0,0–4,5
Biotyt	7,4	5,1	5,8	2,7	11,5	6,5	2,7–11,5
Muskowit	–	–	–	0,2	–	0,01	0,0–0,2
Minerały nieprzezroczyste	0,8	11,5	4,6	5,8	5,0	5,5	0,8–11,5
Apatyt	0,6	–	0,2	–	–	0,1	0,0–0,6
Serycyt	0,4	–	–	0,5	–	0,1	0,0–0,5
Węglany	1,4	1,2	–	3,1	–	1,1	0,0–3,1
Chloryty	–	1,6	–	–	–	0,3	0,0–1,6

średnio 42% An. W plagioklazach niekiedy występują wrostki kwarcu, piroksenów, minerałów nieprzezroczystych. Obok plagioklazu obecny jest skaień potasowy. Jego udział w skale dochodzi do 9%, zwykle jest go znacznie mniej. Jest to ortoklaz, wykształcony w postaci drobnych blastów (około 0,5 mm). Miejscami obserwuje się przejawy serycytyzacji skaleni. Kwarc jest stałym składnikiem, jego zawartość dochodzi do 12%. Występuje w postaci bardzo drobnych, ksenomorficznych blastów. Wśród minerałów ciemnych dominuje piroksen rombony — hipersten. Odznacza się ksenomorficznym wykształceniem ziarn o średnicy 0,21 mm. Jest prawie bezbarwny oraz charakteryzuje się kątem $2V_{\alpha} = 58-60^{\circ}$ i typową lupliwością według ściany (010). Zgodnie z tą płaszczyzną grupują się minerały nieprzezroczyste i uwodnione tlenki żelaza.

Niewielki procent skały stanowią klinopirokseny. Są one produktem częściowego przeobrażenia hiperstenu, o czym świadczy zachowany system spękań wraz z wydzielonymi minerałami nieprzezroczystymi.

Liczniej występuje ksenoblastyczna hornblenda zwyczajna o średnicy ziarn 0,21 mm. Wykazuje ona pleochroizm w barwach: α — bladeżółtawy, $\beta = \gamma$ — ciemnozielony, kąt osi optycznych $2V_{\alpha} = 61^{\circ}$, a kąt $Z/\gamma = 11^{\circ}$. Hornblenda powstaje kosztem piroksenu, niekiedy wypierając go niemal całkowicie.

Biotyt stowarzyszony jest z minerałami ciemnymi. Występuje w postaci drobnych blaszek o typowym pleochroizmie. Akcesorycznie występuje apatyt oraz minerały nieprzezroczyste, których zawartość dochodzi do 11,5% obj. Niekiedy skała jest schlorytyzowana i skarbonatyzowana.

CHARNOCKITY

Charnockity mają barwę szaroniebieską, związaną z lokalnymi, gniazdowymi lub laminowanymi nagromadzeniami ziarn niebieskozielonkawego kwarcu i skalenia. Struktura skały jest granoblastyczna, tekstura bezładna, czasem słabo laminowana. Miejscami skała zawiera cienkie smugi mylonitu, którego rekrystalizacja mogła spowodować zmiany teksturalne.

Badania płytek cienkich potwierdziły, że są to skały o strukturze heteroblastycznej, czasami porfiroblastycznej. Blasty skalenia osiągają średnicę 3 mm i tkwią w drobnoblastycznym tle skalnym, zbudowanym ze skaleni, kwarcu i piroksenów. Składniki tła są ściśle ze sobą zespolone, wzajemnie się przerastając.

Charnockity są zbudowane głównie z antypertytu, hiperstenu i kwarcu. Ponadto występuje biotyt, plagioklaz i skaień potasowy. Procentowe zawartości poszczególnych składników zestawiono w tabeli 39. Minerałami akcesorycznymi są: apatyt, epidot, czasem muskowitz, cyrkon oraz minerały nieprzezroczyste. W niektórych partiach skały obserwuje się węglany, serycyt i chloryt.

Skalenie reprezentowane są głównie przez plagioklaz, który występuje w postaci tabliczkowych ziarn o średnicy do 3 mm oraz drobniejszych, ksenomorficznych, o średnicy około 0,3 mm, które wspólnie z kwarcem i piroksenami wypełniają przestrzeń między porfiroblastami. Zawartość plagioklazu wynosi średnio 37,7% obj. (tab. 39). Ma on skład andezynu o zawartości 35% An (przy wahaniach 30,5–40,5% An) i zwykle jest zbliżony według prawa albitowego i peryklinowego. Powszechne jest występowanie przerostów antypertytu i mezopertytu; ich udział w skale dochodzi do 50%.

Skaień potasowy występuje ponadto w postaci drobnych, samodzielnych, ksenomorficznych ziarn wielkości około 0,2 mm. Na granicy plagioklazów i skaleni potasowych obserwuje się myrmekit.

W skaleniach występują często mikrolityczne wrostki minerałów nieprzezroczystych, apatytu oraz kwarcu. Obserwuje się również granofirowe przerosty kwarcu. Plagioklasy i skalenie potasowe zostały dotknięte procesem serycytyzacji.

Tabela 39

Skład mineralny charnockitów na podstawie analiz planimetrycznych (w % obj.) z otworu wiertniczego Sejny IG 2

Składniki	Głębokość w m																	Średnie	Zakres
	1017,8	1608,9	1629,8	1631,9	1646,5	1704,2	1806,9	1820,6	1840,0	1842,2	1853,0	1871,2	1877,9	1880,8	1883,4	1906,8	1915,5		
Kwarc	4,3	2,4	3,3	3,0	18,7	14,7	4,6	20,1	13,5	7,0	8,4	15,8	15,5	2,6	22,5	8,3	30,4	11,14	2,4–30,4
Plagioklaz	63,3	45,3	42,8	33,2	33,5	32,7	46,9	12,9	42,5	33,4	39,3	33,8	34,1	49,2	14,0	47,6	35,6	37,7	12,9–63,6
Skaleń potasowy	15,8	15,8	17,1	18,1	14,6	14,5	25,8	2,9	29,3	34,5	26,6	31,1	28,4	30,7	37,3	32,3	23,4	23,4	2,9–37,3
Ortopiroksen	10,3	17,2	25,5	28,5	16,9	21,3	15,1	38,3	2,7	7,1	10,2	7,1	11,1	2,6	5,6	4,0	2,0	14,0	2,0–38,3
Klinopiroksen	–	2,4	1,8	2,3	0,2	2,9	–	11,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,2	0,0–11,4
Amfibol	0,1	–	–	–	–	–	–	0,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	<0,1	0,0–0,4
Biotyt	1,3	2,1	2,8	5,9	7,7	–	3,4	12,6	4,7	9,2	8,9	9,2	6,4	10,0	12,5	4,5	4,8	6,2	0,0–12,6
Muskowit	–	–	0,4	–	–	0,2	–	–	0,5	–	–	–	–	–	0,6	–	–	0,1	0,0–0,6
Minerały nieprzezroczyste	2,3	13,5	5,0	8,2	6,1	11,9	0,6	0,9	2,0	2,4	3,2	2,4	4,0	1,5	1,7	0,4	0,6	3,9	0,4–13,5
Apatyt	0,1	1,3	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,5	0,7	0,6	0,4	0,6	0,5	0,2	2,3	0,7	0,4	0,6	0,1–2,3
Cyrkon	–	–	–	–	–	–	–	–	0,2	–	–	–	–	–	–	–	–	<0,1	0,0–0,2
Epidot	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,2	–	–	0,2	<0,2	0,0–0,2
Serycyt	–	–	0,5	–	0,2	–	–	–	0,2	–	1,0	–	–	2,5	3,5	1,3	2,4	0,6	0,0–3,5
Węglany	2,2	–	–	0,1	1,3	–	2,5	–	3,6	–	1,7	–	–	0,3	–	–	–	0,7	0,0–3,6
Chloryt	–	–	–	–	–	1,0	0,3	–	0,1	–	0,3	–	–	0,2	–	0,9	0,2	0,1	0,0–1,0

Piroksen jest reprezentowany przez hipersten wykształcony w postaci drobnych ksenoblastów o średnicy około 0,6 mm, sporadycznie przez blasty osiągające średnicę 2 mm. Wykazuje on bardzo słaby pleochroizm w barwach: α — żółtaworóżowy, różowawy, β — bladozielonkawy oraz kąt osi optycznych $2V_{\alpha} = 60-64^{\circ}$. Mineral ten zawiera liczne drobne wydzielenia minerałów nieprzezroczystych. Miejscami hipersten otoczony jest drobnymi ziarenkami bezbarwnego augitu zwyczajnego o średnicy nie większej niż 0,2 mm. Hornblenda, która jest produktem amfibolityzacji piroksenów, jest rzadko spotykana, jej zawartość nie przekracza 0,4% obj. skały. Biotyt jest częstym składnikiem charnockitów, średnio jego zawartość wynosi 6%. Zwykle występuje w otoczeniu piroksenów, jako drobne blaszki o długości 0,2–0,4 mm w asocjacji z apatytem i minerałami nieprzezroczystymi. Biotyt odznacza się pleochroizmem w barwach: α — blado-brunatno-żółtawy, $\beta = \gamma$ — brunatny. Obserwuje się w nim pola pleochroiczne wytworzone przez drobne wrostki monacytu i cyrkonu. Apatyt występuje akcesorycznie. Tworzy on oprócz wrostków samodzielne ziarna, czasem wykształcone automorficznie.

Znaczącą rolę odgrywają minerały nieprzezroczyste reprezentowane przez magnetyt i ilmenit. Są one rozproszone w całej skale w postaci ksenomorficznych ziarn przerastających inne minerały.

Miejscami charnockity uległy kataklazie, co objawia się zdeformowaniem i rozkruszeniem niektórych minerałów. Zdyslokowanie sprzyjało wtórnym przeobrażeniom: chloryzacji, karbonatyzacji i serycytyzacji.

Według międzynarodowej klasyfikacji IUGS (Ryka, 1979) opisywane skały należą do charnockitów właściwych, charnoenderbitów, magnerytów, hiperstenowo-kwarcowych monzodiorytów i hiperstenowych monzonitów (fig. 23).

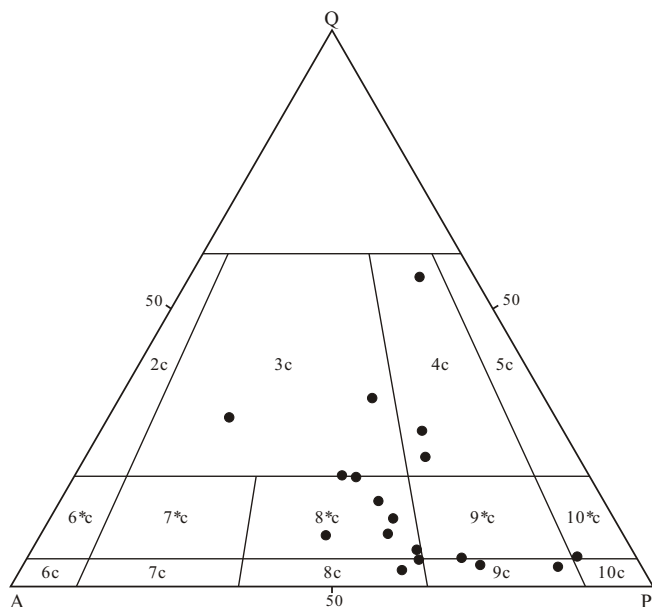


Fig. 23. Trójkąt klasyfikacyjny QAP dla charnockitów z otworu wiert. Sejny IG 2

Pola klasyfikacyjne: 3c — charnockit, 4c — charnoenderbit, 8c — hiperstenowy monzonit, 9c — hiperstenowy monzodioryt, 10c — hiperstenowy dioryt; punkty projekcyjne — analizy planimetryczne skał

GNEJSY

Gnejsy są reprezentowane przez następujące odmiany: piroksenową i pieroksenowo-biotytową, kwarcowo-skaleniową oraz biotytowy gnejs oczkowy. Gnejsy w profilu wiercenia stwierdzono w dwóch miejscach. Na głębokości 1795,0–1976,0 m, między norytem i charnockitem występuje gnejs piroksenowo-biotytowy. Na głębokości 1921,0–1929,0 m gnejsy są zróżnicowane: w stropie przy kontakcie z charnockitem występuje gnejs piroksenowo-biotytowy, w części środkowej gnejs kwarcowo-skaleniowy przechodzący w biotytowy gnejs oczkowy, natomiast w spągu z mikrogabronorytem graniczy gnejs piroksenowy.

Gnejsy piroksenowe i piroksenowo-biotytowe mają strukturę drobnoblastyczną, granolepidoblastyczną. Zbudowane są z plagioklazu, skalenia potasowego, piroksenu, kwarcu oraz biotyту (tab. 40).

Tabela 40

Skład mineralny gnejsów na podstawie analizy planimetrycznej (w % obj.) z otworu wiertniczego Sejny IG 2

Składniki	Gnejs			
	piroksenowo-biotytowy	piroksenowy	kwarcowo-skaleniowy	biotytowo-oczkowy
	głębokość w m			
	1922,5	1928,0	1923,5	1923,8
Kwarc	11,8	13,0	33,2	28,1
Plagioklaz	29,4	28,4	9,9	29,4
Skaleń potasowy	13,7	18,8	43,2	19,0
Ortopiroksen	11,3	21,0	–	–
Klinopiroksen	6,9	2,6	–	–
Biotyt	16,7	6,8	9,1	22,1
Muskowit	0,2	–	0,2	0,3
Minerały nieprzezroczyste	8,2	9,4	1,3	0,3
Apatyt	0,3	–	3,0	0,1
Minacyt	–	–	0,1	–
Serycyt	1,5	–	–	0,7

Akcesorycznie występuje: muskowit, apatyt, serycyt. Znaczącym składnikiem są także minerały nieprzezroczyste.

Skalenie reprezentowane są przez plagioklaz i skaleń potasowy. Plagioklaz (andezyn 30–38% An) zbliżniaczony, tworzy ziarna często o wydłużonych formach ułożonych zgodnie z ukierunkowaniem o średnicy od 0,2 do 0,8 mm. Skaleń potasowy wykształcony jest w postaci ksenomorficznych ziarn o średnicy 0,2–0,5 mm. Wykazuje on cechy ortokolazu. Skalenie miejscami uległy serycytyzacji.

Kwarc występuje w ilości około 12%. Tworzy drobne ksenomorficzne blasty o średnicy rzędu 0,2 mm, wypełniające przestrzenie między skaleniami i piroksenami. Spotyka się go również w postaci wrostków w innych minerałach.

Piroksen jest równomiernie rozmieszczony i stanowi około 17% obj. skały. Tworzy bardzo drobne ksenomorficzne ziarna o średnicy 0,1–0,2 mm. Jest reprezentowany głównie przez odmianę rombowa — hipersten, ale spotyka się również klinopiroksen. Brunatne blaszki biotyту o długości 11,6 mm są ułożone równolegle do kierunku wydłużenia, co nadaje skale teksturę kierunkową. W całej skale rozsiane są minerały nieprzezroczyste. Akcesorycznie występuje apatyt.

Gnejsy kwarcowo-skaleniowe charakteryzują się teksturą ukierunkowaną, strukturą heteroblastyczną, czasem porfiroblastyczną, gdzie w drobnoblastycznej masie skaleniowej tkwią ksenoblasty skaleni o średnicy 12,4 mm. Gnejsy zbudowane są głównie z mikroklinu i kwarcu, w mniejszych ilościach występują plagioklaz i biotyt (tab. 40). Biotyt miejscami nadaje skale strukturę granolepidoblastyczną.

Mikroklin wykształcony jest w postaci drobnych blastów o średnicy rzędu 0,2 mm, bądź tworzy duże porfiroblasty. Charakteryzuje się typową kratką bliźniaczą.

Plagioklaz ma skład oligoklazu o zawartości 25–30% An, podobnie jak mikroklin, tworzy blasty o zróżnicowanych wymiarach. W dużych porfiroblastach plagioklazu występują czasem odmieszania antypertytowe. Charakterystyczną cechą jest występowanie polisyntetycznych prążków bliźniaczych. W skaleniach zaznacza się proces serycytyzacji.

Ksenoblastyczny kwarc wypełnia przestrzenie między skaleniami. Niekiedy zawiera wrostki innych minerałów, głównie związków żelaza.

Biotyt jest jedynym minerałem barwnym. Tworzy drobne blaszki o długości 0,1–0,2 mm i wykazuje charakterystyczny brunatny pleochroizm. Miejscami jest poprzerastany tlenkami żelaza i chlorytu. Dość dużo jest apatyту w postaci hipautomorficznych słupków o wymiarach od 0,1–0,3 mm. Akcesorycznie występuje monacyt, muskowit i minerały nieprzezroczyste.

Gnejsy biotytowo-oczkowe wyróżniają się teksturą kierunkową oraz strukturą heteroblastyczną, oczkową. Porfiroblasty o średnicy 24 mm są zbudowane z plagioklazu, niekiedy ze skaleni potasowego. Skały te składają się głównie ze skaleni, kwarcu i biotyту (tab. 40). W ilościach akcesorycznych występują: apatyt, muskowit, minerały nieprzezroczyste i serycyt. Plagioklaz o składzie oligoklaz–andezyn (26–31% An) tworzy ziarna o średnicy 0,24 mm. Skaleń potasowy jest ortoklazem i występuje w postaci ksenomorficznych blastów o średnicy 0,2–3 mm. Skalenie są niekiedy zserycytyzowane i zawierają muskowit. Ksenomorficzne ziarna kwarcu osiągają średnicę 0,2–2,5 mm i wykazują faliste wygaszanie światła.

Biotyt stanowi około 20% obj. skały (tab. 40). Tworzy blaszki o długości 0,4–1 mm, które ułożone kierunkowo otulają oczka skaleni. Biotyt charakteryzuje się pleochroizmem o zabarwieniu: α — blado-żółtawo-brunatny, $\beta = \gamma$ = brunatny, czasem wykazuje zabarwienie zielone. Niekiedy zawiera wrostki minerałów nieprzezroczystych, kwarcu i apatyту. Pozycję klasyfikacyjną gnejsów na podstawie analiz planimetrycznych przedstawiono na figurze 24.

GRANITOIDY I PEGMATYTY

Stanowią grupę skał zmienną zarówno pod względem sposobu występowania, jak i wykształcenia strukturalnego. Obok licznych, drobnych żył o grubości od kilku centymetrów do kilku metrów, tnących skałę pod kątami 30 i 70°, tworzą również zwarty kompleks na głębokości 1078,0–1195,3 m. Obok gruboziarnistych granitów, często pegmatoidalnych, występują odmiany średnio- i drobnoziarniste. Wiele żył ma cechy strukturalne mikrogranitów. Tekstura przeważnie jest bezładna, niekiedy w partiach zmylonityzowanych słabo ukierunkowana.

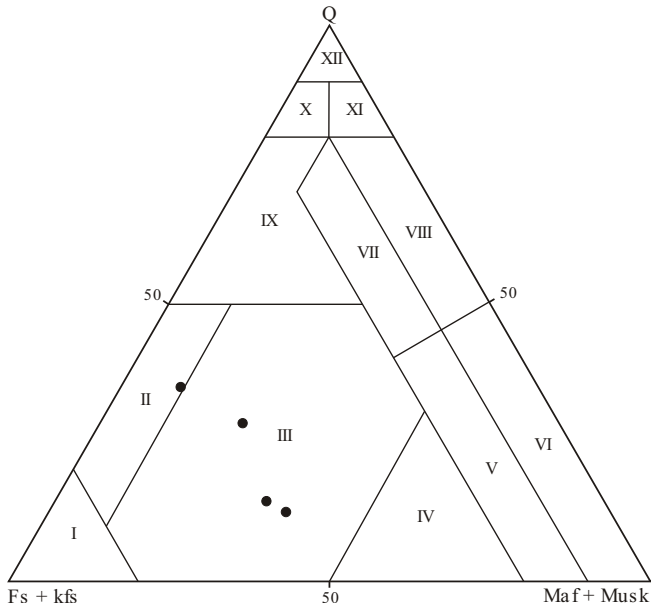


Fig. 24. Projekcja trójkątna: kwarc-skalenie-minerały maficzne według H.G. Winklera dla gnejsów z otworu wiertniczego Sejny IG 2

Pola projekcyjne: II — skały kwarcowo-skaleniove, III — gnejsy; punkty projekcyjne — analizy planimetryczne skał

Mikroskopowo granitoidy wykazują duże zróżnicowanie pod względem strukturalnym. Mają strukturę od drobno- do gruboziarnistej, pegmatoidalnej, czasem heteroziarnistą oraz poikilitową. Minerale w granitoidach są wykształcone w postaci ziarn hipautomorficznych. Tekstura jest bezładna, masywna, miejscami na kontaktach z innymi skałami obserwuje się ukierunkowane nagromadzenia biotytu. Niekiedy spotyka się oznaki kataklazy.

W skale dominują minerale jasne: plagioklaz i skałen potasowy. Kwarc i biotyt występują w zmiennych ilościach. Akcesorycznie obecne są: muskowitz, apatyt, cyrkon i minerale nieprzezroczyste. Sporadycznie spotyka się hipersten i hornblendę (tab. 41). Minerale wtórne są reprezentowane przez: węglany, chloryt, epidot, serycyt, uwodnione tlenki żelaza; wyjątkowo spotyka się chalcedon. W trójkącie klasyfikacyjnym QAP granitoidy te występują w polach granitów, granodiorytów i kwarcowych alkaliczno-skalenioowych sjenitów (fig. 25).

Zawartość plagioklazów stanowi średnio 28,1% (tab. 41). Średnice ziarn plagioklazu wynoszą od 0,2 mm do kilku milimetrów. Tworzy on hipautomorficzne kryształy o tabliczkowych kształtach. Plagioklaz ma skład oligoklazu i andezynu o zawartości anortytu 26–38%. Pospolicie występują zbliżnienia według prawa albitowego i peryklinowego. Czasami spotyka się niezbyt wyraźną budowę pasową.

Zawartość skałenia potasowego waha się w granicach od 10 do 70% obj. Mineral ten reprezentowany jest przez ortoklaz i mikroklin. Zazwyczaj tworzy duże hipautomorficzne lub ksenomorficzne ziarna o średnicy do kilku milimetrów. Mikroklin wykazuje charakterystyczną kratkę bliźniaczą. Rzadziej występują bliźniaki według prawa karlsbadzkiego. Występuje też mikropertyt mikroklinowy. Na kontaktach skałeni spotyka się przerosty myrmekitowe. Zmiany wtórne obejmują

Tabela 41

Skład mineralny granitoidów z otworu wiertniczego Sejny IG 2 na podstawie analiz planimetrycznych (w % obj.)

Składniki	Głębokość w m											Średnia	Zakres
	1078,8	1089,7	1094,7	1157,7	1511,4	1524,7	1545,2	1656,2	1663,9	1672,3	1921,1		
Kwarc	28,6	16,8	13,3	26,8	20,7	30,9	16,5	24,5	18,4	24,1	30,3	22,8	13,3–30,9
Plagioklaz	37,3	50,5	57,5	37,4	12,1	16,2	1,7	37,0	10,2	38,4	10,9	28,1	1,7–57,4
Skaleń potasowy	22,9	15,6	10,3	24,3	18,0	34,2	70,3	15,6	61,0	10,4	52,3	30,4	10,3–70,3
Ortopiroksen	–	–	–	–	–	–2,5	–	–	–	–	0,4	0,3	0,0–2,5
Amfibol	–	–	–	–	–2,5	–0,2	–	–	–	–	–	0,2	0,0–2,5
Biotyt	7,4	14,3	15,8	–8,8	32,6	10,2	6,8	20,1	2,4	24,5	5,1	13,5	2,4–32,6
Muskowit	0,3	–0,1	–0,1	–0,5	–0,3	–1,1	0,4	0,7	6,7	0,4	0,2	1,0	0,2–6,7
Minerały nieprzezroczyste	1,5	–1,0	–1,5	–1,6	11,4	–0,9	2,8	0,4	1,1	0,7	0,7	2,1	0,4–11,4
Apatyt	0,3	śl.	–0,7	–0,2	–1,6	śl.	0,5	0,3	–	0,9	–	0,4	0,0–1,6
Cyrkon	0,2	–0,2	–	0,1	–	–	śl.	–	–	–	–	0,04	0,0–0,2
Epidot	–	–	–	–	–	–	0,1	0,1	0,1	–	0,1	0,03	0,0–0,1
Serycyt	1,1	–1,1	–0,7	śl.	–0,6	–3,0	0,6	–	–	–	–	0,6	0,0–3,0
Węglany	0,3	śl.	–	–0,1	–0,2	–0,3	0,3	1,3	0,1	0,6	–	0,4	0,0–1,3
Chloryt	0,1	–0,4	–0,1	–0,2	–	–0,5	–	–	–	–	–	0,1	0,0–0,5

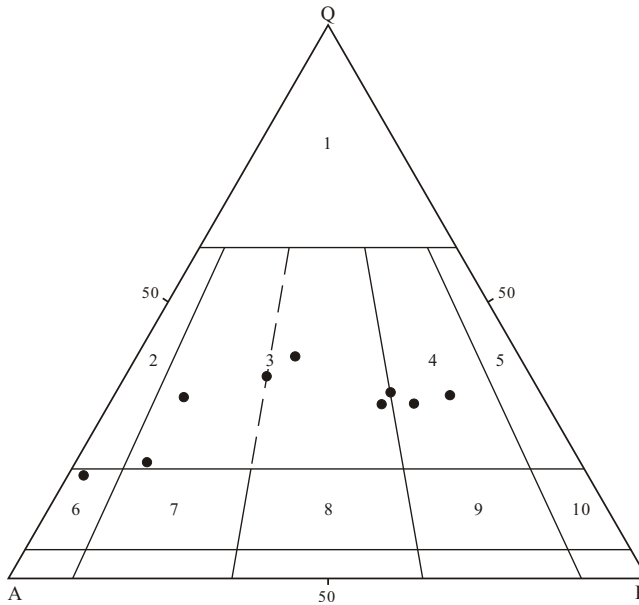


Fig. 25. Trójkąt klasyfikacyjny QAP dla granitoidów z otworu wiertniczego Sejny IG 2

Objaśnienia jak przy figurze 20

mują głównie plagioklasy. Obserwuje się serycytyzację i kaolinityzację, jak również saussuryzację, związaną z obecnością epidotu. Występujące w skale niewielkie ilości węglanów powstały z przeobrażenia plagioklazu.

Kwarc tworzy ksenomorficzne ziarna o średnicy osiągającej czasem kilka milimetrów. Występuje w postaci samodzielnych kryształów lub wypełnia wolne przestrzenie w skale. Niektóre osobniki ujawniają budowę mozaikową. Wrostki kwarcu są obecne w skaleniach i biotycie.

Biotyt jest głównym minerałem ciemnym. Występuje w formie drobnych (około 0,3 mm) i dużych blaszek o średnicy kilku milimetrów. Udział biotyту w skale wynosi 2,4–32,6% (tab. 41). Najczęściej jest brunatno zabarwiony i charakteryzuje się wyraźnym pleochroizmem. Spotykane są również biotyty o zabarwieniu zielonkawym. Często widoczny jest proces bauretyzacji, objawiający się odbarwieniem i wydzieleniem minerałów nieprzezroczystych. W biotycie występują wzrostki kwarcu, apatytu oraz cyrkonu. Muskowit występuje jako minerał pierwotny i jako produkt muskowitzacji plagioklazu. Apatyt jest często spotykanym minerałem akcesorycznym. Tworzy wzrostki w innych minerałach, bądź samodzielne, ksenomorficzne ziarna, które gromadzą się obok minerałów ciemnych. Minerale nieprzezroczyste reprezentowane są przez magnetyt i ilmenit. Wykształcone są zwykle w postaci ksenomorficznych ziarn, a ich ilość dochodzi niekiedy do 11%. Cyrkon występuje jedynie w postaci wzrostków w biotycie.

Granitoidy są przeważnie przeobrażone, a produktami tych przemian są: węglany, chloryt, serycyt, muskowit i epidot. W biotycie wyseparowanym z żył granitoidowych, z głębokości 1158,0 m wykonano pomiary datowania wieku metodą K/Ar i określono go na 1288 Ma. Podobne wartości otrzymano dla biotyту wyseparowanych z norytu z głębokości 1902,5 m.

Udział pegmatytów w profilu otworu wiert. Sejny IG 2 wynosi 2,5%. Tworzą one liczne żyłki o różowawym zabarwieniu, o zmiennej grubości do 3,8 m i często współwystępują z granitami. Kilkucentymetrowe składniki mineralne są reprezentowane przez: skalenie, bezbarwny kwarc, skupienia biotyту stowarzyszonego z magnetytem osiagajacym wielkość kryształów do 2 cm. Między ziarnami magnetytu, wypełniając przestrzenie interstycyjne, tkwią ziarna monacytu o zabarwieniu żółtawomiodowym i wymiarach dochodzących do kilku mm. Notuje się również obecność apatyту o długości 1–2 mm. Dość licznie są reprezentowane siarczki, wśród których dominuje piryt. Niekiedy pegmatyty są poprzecinane żyłami granitoidowymi. Często na kontaktach spągowych i stropowych pegmatytu obserwuje się strefy zbrekcyjne oraz kilkucentymetrowe szliry sprasowanego biotyту.

W płytkach cienkich pegmatyty wykazują strukturę wielko- i gruboziarnistą, często nierównoziarnistą, czasem granofirową, a teksturę bezładną. Głównym składnikiem jest mikropertyt mikroklinowy, rzadziej mikroclin, również obecny bywa ortoklaz. Przerosty pertytowe tworzą w mikroklinie zwykle grube żyłki lub strefowo ułożone prostokątne wrostki. Oligoklaz ma skład zasadowego oligoklazu o zawartości 27–30% An. Na kontaktach skaleni pojawia się myrmekit. Plagioklaz miejscami jest zmętniały w wyniku kaolinityzacji i serycytyzacji. Widoczne są również przejawy karbonatyzacji i chlorytyzacji. Kwarc tworzy duże ksenomorficzne kryształy o charakterystycznym wygaszaniu światła. Występuje również w postaci przerostów w skaleniach tworząc strukturę pismową. W znacznych ilościach występują minerały rudne, często w formie gniazdowych skupień. Biotyt obecny jest na ogół akcesorycznie, ulega chlorytyzacji, bauerytyzacji oraz karbonatyzacji.

Badania rentgenowsko-dyfraktometryczne wykazały obecność monacytu, cyrkonu i hydroapatytu w gruboziarnistym pegmatycie z głębokości 1356,5–1360,3 m.

Minerały wtórne reprezentowane są przez węglan, chloryt, muskowitz i serycyt.

SKAŁY PRZEOBRAŻONE HYDROTHERMALNIE

Skały podłoża krystalicznego w otworze wiertniczym Sejny IG 2 są poprzecinane utworami hydrotermalnymi. Są one związane z mikrogranitami i pegmatytami lub tworzą samodzielne skupienia i żyły. Ich charakterystyczną cechą jest obecność monacytu, apatyту i licznych siarzków. Utwory te wykorzystują zazwyczaj spękania i szczeliny. Reprezentują je głównie żyły kwarcowe, chlorytowe, kalcytowe oraz chlorytowo-kalcytowe i kwarcowo-kalcytowe.

Kontakty skał zasadowych ze skałami granitoidowymi i utworami żyłowymi są na ogół ostre, lecz zdarzają się również strefy skontaminowane. W dużym stopniu zależy to od charakteru skał otaczających. Niekiedy ostre kontakty zacierają się i powstają cienkie strefy reakcyjne odznaczające się odmiennym, często monomineralnym składem oraz odmienną strukturą i teksturą; przykład stanowią strefy biotytyzacji i strefy okruszcowane. Chociaż żyły mają przeważnie charakter utworów posttektonicznych, to często po ich utworzeniu występowały w tych strefach lokalne naciski, bądź przesunięcia, powodujące zmiany teksturalne i powstawanie brekcji tektonicznych zawierających materiał granitoidowy.

W skałach tych są widoczne: liczne struktury pertytowe w plagioklazach oraz ilmenitowe w magnetycie, struktury reakcyjne typu obwódki amfibolowych lub biotytowych na granicy minerałów nieprzezroczystych, procesy hydratyacji i przeobrażenia wczesnych minerałów ciemnych, zwłaszcza amfibolizacja piroksenów oraz chlorytyzacja piroksenów i amfiboli. Wzrost aktywności CO₂ w trakcie przeobrażeń hydrotermalnych spowodował karbonatyzację piroksenów. Powstało wiele wypełnień węglanowych i kwarcowych, z którymi wiąże się również mineralizacja siarczkowa.

Najważniejszą przyczyną powstania zespołów charnockitowych była metasomatoza. Skały charnockitowe wyróżniają się obecnością niebieskawego bądź zielonkawego, infiltracyjnego kwarcu antypertytu i hiperstenu. Pospolite są tu struktury glomeroblastyczne. Metasomatoza potasowa zachodziła bardzo nieregularnie i zaznaczyła się w zmiennej intensywności obecnością antypertytu, myrmekitu oraz gniazdowego, czasem laminarnego mikroklinu. Skały z otworu wiert. Sejny IG 2 wykazują duże podobieństwo do zespołów skalnych z otworu wiert. Sejny IG 1, z tą różnicą, że w Sejnach IG 1 nie występują charnockity.

Anna DZIEDZIC

WYNIKI BADAŃ CHEMICZNYCH

Dla próbek pobranych z otworu wiert. Sejny IG 2 wykonano 18 pełnych analiz chemicznych reprezentujących różne odmiany skał. Oznaczenia wykonano w Oddziale Świętokrzyskim i Głównym Laboratorium Państwowego Instytutu Geologicznego. Wyniki analiz zamieszczono w tabeli 42. Do badań wytypowano próbki reprezentatywne dla głównych typów skał oraz niektóre odmiany przejściowe w celu prześledzenia zmian zachodzących w skałach.

Wyniki przeliczeń analiz chemicznych metodą P. Niggiego zestawiono w tabeli 43. Wyliczone parametry analiz QLM naniesiono na projekcję trójkątną (fig. 26). Wszystkie punkty projekcyjne analiz znajdują się powyżej linii PF, co świadczy o przesyleniu skał krzemionką. Bliżej linii QF znajdują się punkty projekcyjne odpowiadające granitoidom i granodiorytom. Pozostałe skały rzutują się w środkowej części trójkąta QPF, przy prawie stałym stosunku Q:L. Na diagramie trójkątnym Or:Ab:An (fig. 27), najmniejsze różnice w zawartości parametru Or występują w punk-

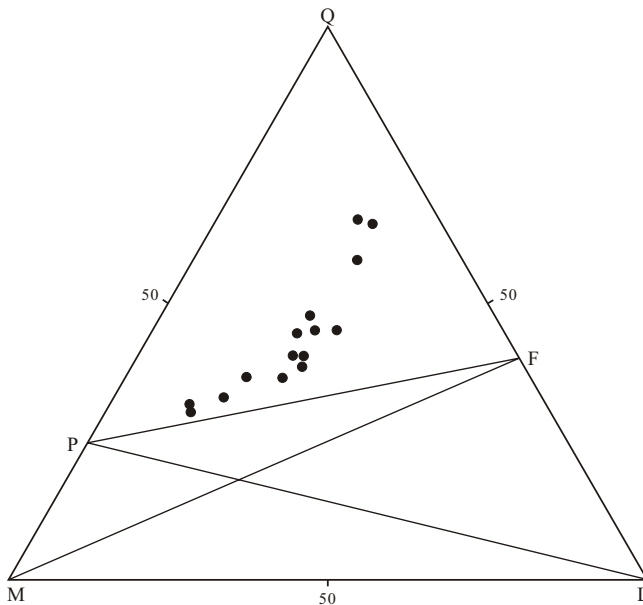


Fig. 26. Projekcja QLM według P. Niggiego dla skał z otworu wiertniczego Sejny IG 2

Punkty projekcyjne — analizy planimetryczne skał (tabela 42)

Tabela 42

Wyniki analiz chemicznych skał z otworu wiertniczego Sejny IG 2 (w % wag.)

Składniki	Numery analiz								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	52,56	50,35	45,10	34,12	52,24	52,83	53,07	51,37	53,05
TiO ₂	0,52	0,39	2,86	6,12	1,26	0,28	0,57	1,20	0,42
Al ₂ O ₃	16,82	17,13	6,44	6,14	11,99	10,71	16,61	16,42	19,72
Fe ₂ O ₃	1,80	1,23	7,19	17,75	3,79	1,92	2,39	2,89	1,39
FeO	6,21	5,82	13,04	18,34	8,98	7,97	5,75	5,57	6,47
MnO	0,12	0,13	0,33	0,41	0,22	0,22	0,13	0,17	0,17
MgO	8,48	10,00	9,09	6,00	7,75	14,00	7,17	5,08	7,75
CaO	8,58	6,03	7,65	6,14	6,61	5,10	7,54	9,62	7,65
Na ₂ O	5,07	4,90	3,54	2,40	2,20	4,37	4,55	5,30	4,83
K ₂ O	0,93	0,85	0,62	0,39	0,70	0,28	0,85	0,78	0,75
P ₂ O ₅	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CO ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S całkowita	0,0	0,0	śl.	śl.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Strata prażenia	0,52	1,52	0,15	0,48	1,17	1,13	0,64	1,24	0,96
Razem	101,61	98,35	96,01	98,33	96,91	98,81	99,27	99,64	103,16

Składniki	Numery analiz								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
SiO ₂	66,19	51,85	51,28	51,85	57,48	67,84	45,50	54,55	44,48
TiO ₂	0,61	0,36	0,46	0,60	1,40	0,26	1,90	0,64	3,40
Al ₂ O ₃	13,63	17,05	14,38	16,10	13,28	13,98	10,02	15,04	6,50
Fe ₂ O ₃	3,03	6,42	2,44	2,71	5,53	1,76	7,21	3,51	11,49
FeO	2,16	1,22	6,50	4,74	5,10	1,36	8,91	6,18	11,21
MnO	0,16	0,12	0,17	0,12	0,15	0,09	0,20	0,18	0,31
MgO	1,33	7,17	6,42	5,33	2,75	1,63	5,92	4,33	5,42
CaO	3,19	8,70	6,53	6,72	4,14	5,33	9,07	6,96	0,39
Na ₂ O	3,32	4,67	5,32	4,66	4,84	3,72	4,38	4,23	2,46
K ₂ O	5,26	0,45	0,75	0,85	2,57	2,83	0,83	1,38	0,53
P ₂ O ₅	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CO ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S całkowita	śl.	0,0	0,0	śl.	śl.	0,0	śl.	0,0	śl.
Strata prażenia	1,17	0,64	2,59	2,45	1,53	1,40	1,58	1,17	1,84
Razem	100,05	98,53	96,84	96,13	98,41	100,20	95,52	99,17	97,03

Numery analiz: 1 — noryt, głęb. 639,1 m; 2 — noryt, głęb. 920,8 m; 3 — noryt, głęb. 1272,4 m; 4 — noryt, głęb. 1278,0 m; 5 — noryt, głęb. 1303,3 m; 6 — skała piroksenowa, głęb. 900,8 m; 7 — leukonoryt, głęb. 670,6 m; 8 — leukonoryt, głęb. 846,3 m; 9 — leukonoryt, głęb. 947,1 m; 10 — granodioryt, głęb. 1090,7 m; 11 — anortozyt, głęb. 1223,8 m; 12 — anortozyt, głęb. 1232,5 m; 13 — anortozyt, głęb. 1010,2 m; 14 — granit (pegmatyt), głęb. 1166,9 m; 15 — granitoid, głęb. 675,2 m; 16 — pegmatyt z tlenkami żelaza, głęb. 1262,0 m; 17 — charockit, głęb. 1017,8 m; 18 — charockit, głęb. 1482,5 m

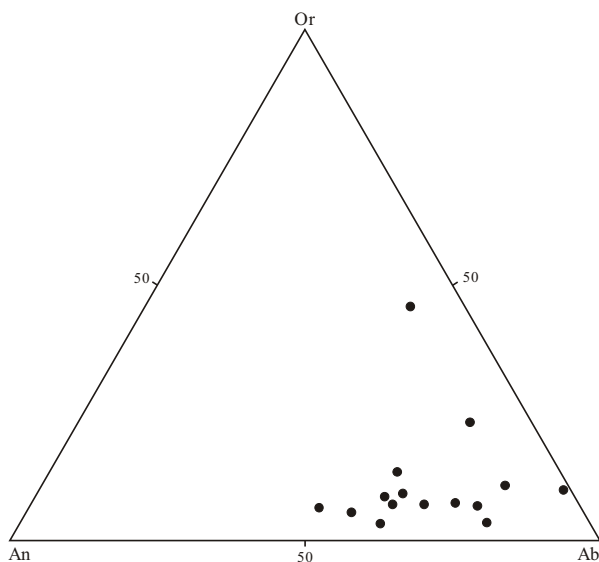


Fig. 27. Projekcja trójkątna Or–Ab–An według P. Niggiego dla skał z otworu wiertniczego Sejny IG 2
Punkty projekcyjne — analizy chemiczne skał (tabela 42)

Tabela 43

Wyniki przeliczeń analiz chemicznych skał z otworu wiertniczego Sejny IG 2 metodą P. Niggiego

Minerały i parametry	Stosunki molowe																
	1*	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Q	627	571	442	306	551	636	600	602	950	648	627	686	800	989	504	706	
Kp	30	30	21	12	9	30	27	21	168	15	27	33	84	90	30	45	
Ne	243	246	179	120	219	222	261	228	165	231	270	243	243	180	228	213	
Cal	216	123	–	27	47	122	102	159	36	134	77	116	38	72	29	99	
Cs	12	105	215	155	116	144	212	122	68	171	146	134	96	107	245	143	
Fa	120	120	254	314	165	111	110	129	36	8	137	89	24	20	167	120	
Fo	312	384	354	227	533	272	194	284	53	272	254	212	104	60	234	168	
Mt	17	12	71	170	18	23	27	14	29	54	24	27	54	17	72	35	
Ru	6	5	38	79	3	8	15	5	8	5	6	8	18	3	25	9	
Q**	45,3	36,4	31,9	31,1	33,7	45,2	40,4	39,2	64,6	44,0	41,0	45,6	58,1	65,2	36,2	47,6	
L**	28,7	25,2	13,3	12,8	16,7	22,7	25,7	26,3	24,9	25,6	24,2	25,8	26,0	22,5	19,6	23,7	
M**	26,0	38,4	54,8	56,1	49,6	32,1	33,9	34,5	10,5	30,4	34,8	28,6	15,9	12,3	44,2	28,7	
Or	6,1	7,5	10,5	7,5	3,3	8,0	6,9	5,1	45,5	3,9	7,2	8,4	23,0	26,3	10,5	12,6	
Ab	49,7	61,7	89,5	75,5	79,6	59,4	66,9	55,9	44,7	60,8	72,2	62,0	66,6	52,6	79,4	59,7	
An	44,2	30,8	0,0	17,0	17,1	32,6	26,2	39,0	9,8	35,3	20,6	29,6	10,4	21,1	10,1	27,7	

*** Objaśnienia jak przy tabeli 42

** dotyczy trójkąta klasyfikacyjnego QLM

Tabela 44

Wyniki przeliczeń analiz chemicznych skał z otworu wiertniczego Sejny IG 2 metodą T. Bartha

Numery analiz \ Jony	K	Na	Ca	Mg	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al	Ti	Si
1	1,1	9,2	8,7	11,9	4,9	1,3	18,6	0,3	49,4
2	1,1	9,3	6,3	14,5	4,7	0,9	19,7	0,3	48,9
3	0,9	7,3	8,7	14,4	11,5	5,7	8,1	2,3	47,8
4	0,5	5,3	7,4	10,0	17,2	14,9	8,2	5,2	38,5
6	0,3	8,3	5,3	20,3	6,5	1,4	12,2	0,2	51,4
7	1,1	8,4	7,7	10,2	4,6	1,7	18,6	0,5	50,6
8	1,0	10,0	10,0	7,4	4,5	2,1	18,8	0,9	51,3
9	0,8	8,6	7,6	10,7	5,0	1,0	21,4	0,3	48,9
10	6,1	6,0	3,1	1,9	1,7	2,1	14,7	0,4	60,6
11	0,6	4,3	8,9	10,2	1,0	4,6	19,2	0,3	49,5
12	1,0	10,2	7,0	9,6	5,5	1,8	17,1	0,3	51,7
13	1,2	9,1	7,2	7,9	3,8	2,0	18,9	0,4	51,8
14	3,2	9,2	4,4	3,9	1,8	4,1	15,3	1,0	56,2
15	3,2	6,4	5,1	2,1	1,0	1,2	14,8	0,2	61,3
16	1,2	9,1	10,4	9,3	7,9	5,8	12,6	1,5	48,3
17	1,7	8,0	7,2	6,3	5,0	2,6	17,2	0,5	52,9

Objaśnienia jak przy tabeli 42

tach odpowiadających norytom, leukonorytom i charnockitom, natomiast wzbogacone w Or są granitoidy i granodiority. Wyniki przeliczeń analiz sposobem T.F. Bartha, zamieszczone w tabeli 44, ilustrują zróżnicowanie badanych skał pod względem składu jonowego.

Anna DZIEDZIC

WYNIKI BADAŃ GEOCHEMICZNYCH

Badania geochemiczne głównych typów skał z otworu wiert. Sejny IG 2 wykonano w celu określenia ich charakteru geochemicznego, ze szczególnym uwzględnieniem pierwiastków śladowych z grupy żelaza oraz baru i strontu. Właściwości geochemiczne pierwiastków śladowych grupy żelaza są zróżnicowane w skałach o różnej genezie, a zależności między nimi mogą dość jednoznacznie określić środowisko, w którym kształtowała się badana skała.

W tabeli 45 zestawiono zawartości Fe₂O₃, FeO, MnO i TiO₂ określone w procentach wagowych oraz zawartości Ba, Co, Cr, Ni, Sr i V w ppm. Zróżnicowanie średnich zawartości pierwiastków w różnych typach skał ilustruje tabela 46.

Tabela 45

Zestawienie zawartości żelaza, manganu, tytanu (w % wag.) i pierwiastków śladowych (w ppm) w skalach z otworu wiertniczego Sejny IG 2

Numer próbki	Głębokość w m	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	TiO ₂	Ba	Co	Cr	Ni	Sr	V
2	551,5	8,10	1,76	0,32	0,26	500	50	65	30	180	12
11	582,4	3,24	4,63	0,10	1,00	240	35	110	40	170	60
11a	582,6	3,16	4,88	0,18	1,09	150	50	130	55	170	55
18	612,4	1,59	5,50	0,12	0,43	100	43	70	40	200	45
23	639,1	1,80	6,21	0,13	0,52	140	50	110	45	250	60
29	670,6	2,39	5,75	0,12	0,57	130	45	95	40	200	55
38	713,2	2,04	6,14	0,13	0,58	100	40	135	45	230	50
45	754,8	1,84	5,71	0,12	0,63	85	50	160	40	260	55
47	766,5	1,56	5,53	0,11	0,47	120	45	135	35	265	50
50	786,2	1,99	5,64	0,10	0,58	125	45	115	40	230	48
59	828,1	1,80	4,60	0,10	0,52	140	46	120	30	215	46
60	833,2	2,04	5,17	0,11	0,41	100	50	110	35	260	50
62	846,3	2,89	5,57	0,13	1,20	370	50	100	30	260	52
69	884,2	1,25	4,45	0,09	0,39	190	45	100	30	275	45
73	900,8	1,92	7,97	0,16	0,28	70	160	500	100	180	70
75	920,8	1,23	5,82	0,11	0,39	55	50	140	35	210	45
79	947,1	1,39	6,47	0,13	0,42	80	50	165	35	190	50
108	1010,2	2,71	4,74	0,11	0,60	120	54	140	30	225	60
110	1017,8	3,51	6,18	0,15	0,64	195	40	100	25	175	50
112	1033,0	1,87	5,03	0,10	0,33	70	55	200	35	220	40
113	1046,8	5,27	4,24	0,13	1,80	500	30	24	25	195	80
117	1059,6	1,69	4,88	0,09	0,24	50	44	200	40	200	40
120	1068,8	2,11	4,67	0,08	0,38	60	62	200	65	225	50
87	1090,7	3,03	2,16	0,06	0,61	500	5	10	5	180	25
93	1166,9	5,53	5,10	0,13	1,40	180	25	16	25	160	85
97	1223,8	6,42	1,22	0,10	0,36	65	53	105	45	240	40
99	1232,5	2,44	6,50	0,15	0,46	115	56	60	7	285	40
126	1262,0	7,21	8,91	0,18	1,89	70	55	60	10	200	85
130	1272,4	7,19	13,04	0,30	2,86	55	60	120	10	170	100
132	1278,0	17,75	18,34	0,32	6,12	60	120	115	15	135	155
136	1303,3	3,79	8,98	0,19	1,26	120	75	370	10	210	75
137	1304,1	11,10	5,10	0,11	1,00	125	15	60	5	210	45

Tabela 45 cd.

Numer próbki	Głębokość w m	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	TiO ₂	Ba	Co	Cr	Ni	Sr	V
139	1328,4	5,04	6,61	0,13	1,66	210	45	105	7	225	80
149	1389,6	4,99	9,16	0,18	1,26	100	110	85	12	170	95
152	1414,6	2,39	4,96	0,12	0,46	80	30	65	5	350	40
161	1482,5	11,49	11,21	0,30	3,40	220	75	10	10	180	140
164	1484,7	1,96	4,99	0,11	0,41	70	25	45	5	315	40
166	1494,7	1,87	5,39	0,11	0,77	180	45	65	5	280	45
170	1514,2	4,04	5,17	0,12	0,59	170	38	70	5	240	52
175	1526,8	2,44	5,24	0,12	0,44	150	40	80	5	175	45
178	1531,8	1,79	5,86	0,12	0,44	240	45	100	5	250	40
179	1531,9	9,30	8,62	0,32	2,86	500	55	10	5	220	90
186	1544,0	8,15	7,11	0,21	2,06	270	80	55	8	180	85
188	1547,3	11,22	5,46	0,11	0,61	60	13	100	5	130	55
192	1559,2	1,88	5,53	0,11	0,36	80	43	145	5	280	60
198	1568,0	4,17	15,52	0,39	1,34	120	160	270	12	60	60
208	1601,2	2,31	5,89	0,12	0,43	130	60	80	6	260	60
216	1621,0	8,95	10,09	0,28	3,30	400	55	100	8	175	92
219	1628,7	1,75	5,68	0,11	0,42	125	50	160	5	220	45
234	1675,0	1,39	6,90	0,14	0,49	65	70	250	5	195	45
235	1683,2	1,88	7,11	0,13	0,44	210	70	140	5	190	50
238	1697,4	8,66	8,98	0,28	2,80	140	70	80	5	200	75
242	1722,8	2,59	6,18	0,13	0,50	90	45	100	5	230	45
247	1756,3	2,63	6,72	0,16	0,52	100	36	80	5	220	40
248	1785,0	4,43	8,26	0,18	0,76	100	58	45	7	230	50
249	1736,5	4,39	6,47	0,18	0,74	500	35	35	5	225	65
250	1785,4	6,79	8,26	0,20	2,10	500	55	65	6	195	55
256	1851,0	3,39	3,59	0,06	0,58	130	37	90	5	140	55

Nikiel w skałach krystalicznych z otworu wiert. Sejny IG 2 występuje w zakresie zawartości od 5 do 100 ppm. Najwyższe zawartości tego pierwiastka stwierdzono w substracie pirokseno-plagioklazowym tkwiącym w obrębie gabronorytów. Średnie zawartości niklu w różnych typach skał są mało zróżnicowane. Rozmieszczenie niklu i kobaltu w profilu otworu wiertniczego przedstawiono na **figurze 28**. Kobalt, podobnie jak nikiel osiąga najwyższe zawartości w substracie piroksenowym. Zwiększone zawartości tego pierwiastka występują ponadto w hornfelsach oraz norytach wzbogaconych w minerały rudne.

Zawartość wanadu utrzymuje się w mało zróżnicowanym zakresie zawartości prawie w wszystkich analizowanych skałach (**fig. 29**). Podwyższenie jego zawartości w norytach wzboga-

Tabela 46

Średnie zawartości wybranych pierwiastków w skałach z otworu wiertniczego Sejny IG 2

Rodzaj skały	Liczba wyników (n)	Zawartość pierwiastków								
		(w % wag.)			(w ppm)					
		FeO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Ba	Co	Cr	Ni	Sr	V
Anortozyty	4	4,05	4,89	0,40	195	49	78	22	230	33
Noryty	10	6,26	3,78	0,86	176	49	144	17	203	57
Noryty wzbogacone w minerały rudne	4	13,43	10,90	3,62	62	78	98	12	168	113
Leukonoryty	16	6,16	2,30	0,56	137	53	122	23	234	50
Gabronoryty	13	6,06	3,30	0,86	149	53	99	27	226	60
Charnockity	6	7,20	5,92	1,76	248	51	90	9	188	68
Hornfelsy	1	7,10	8,15	2,06	270	80	55	8	180	85
Gnejsy	1	8,26	6,79	0,76	100	58	45	7	230	50
Substrat piroksenowo-plagioklazowy	1	7,97	1,92	0,28	70	160	500	100	180	70
Granitoidy	7	3,50	4,30	0,80	180	15	10	15	160	50
Pegmatyty impregnowane minerałami rudnymi	8	5,46	11,80	0,60	60	13	100	5	130	55

conych w minerały rudne (ilmenit i tytanomagnetyt) znajduje uzasadnienie w dodatniej korelacji z tytanem.

Chrom wykazuje największą dyspersję zawartości (fig. 29). Najwyższe zawartości 500 ppm występują w substracie piroksenowym, a następnie w norytach (144 ppm) i leukonorytach (122 ppm). Chrom wykazuje wyraźną korelację z zawartością minerałów nieprzezroczystych i minerałów femicznych.

Zawartość baru ulega dużym wahaniom (fig. 30) i jest dobrym wskaźnikiem procesów metasomatycznych, obserwowanych w tych skałach. Zawartość baru koreluje się dodatnio z zawartością minerałów salicznych. Najwyższe zawartości stwierdzono w charnockitach i hornfelsach oraz anortozytach i granitoidach.

Zawartość strontu jest podobna w profilu całego otworu wiertniczego (fig. 30). Średnie zawartości strontu są zawarte w granicach od średnio 60 ppm w pegmatytach do 270 ppm w hornfelsach.

Porównanie zawartości niektórych pierwiastków w skałach z otworów wiertniczych Sejny IG 1 i Sejny IG 2 ilustruje tabela 47. W otworze Sejny IG 2 zaobserwowano zwiększoną, względem średnich wartości klarkowych (Winogradow, 1962), zawartość Ni, V, Cr i Co, zwłaszcza w skałach piroksenowo-plagioklazowych. Rozmieszczenie żelaza i tytanu wykazują geochemiczne kulminacje w skałach o zwiększonej koncentracji minerałów rudnych, szczególnie w norytach, pegmatytach impregnowanych magnetytem i ilmenitem. Zarówno zawartość Fe³⁺, jak i Fe²⁺ jest znacznie wyższa aniżeli w skałach o podobnym składzie występujących w otworze wiert. Sejny IG 1.

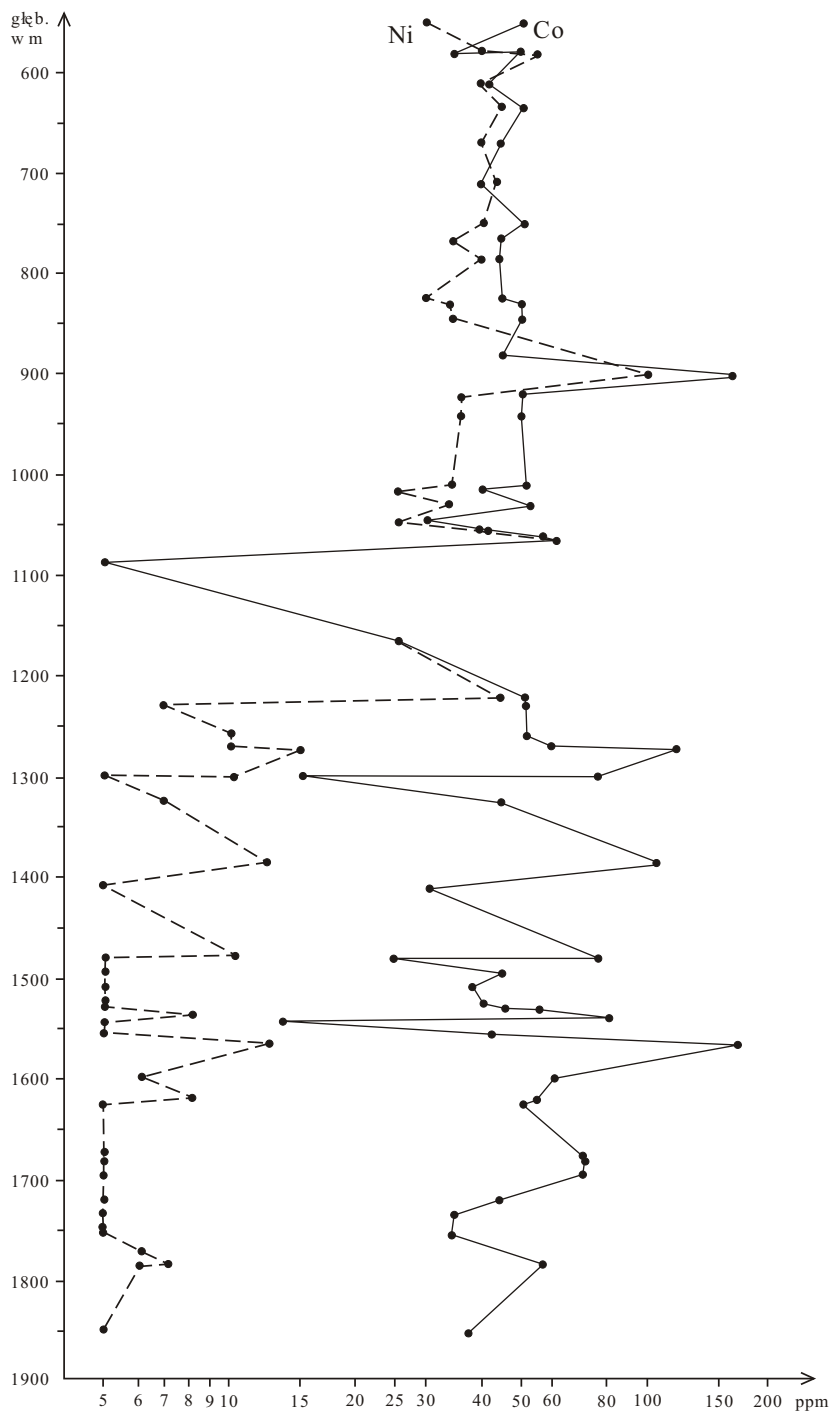


Fig. 28. Wykres zawartości niklu i kobaltu (w ppm) z otworu wiertniczego Sejny IG 2

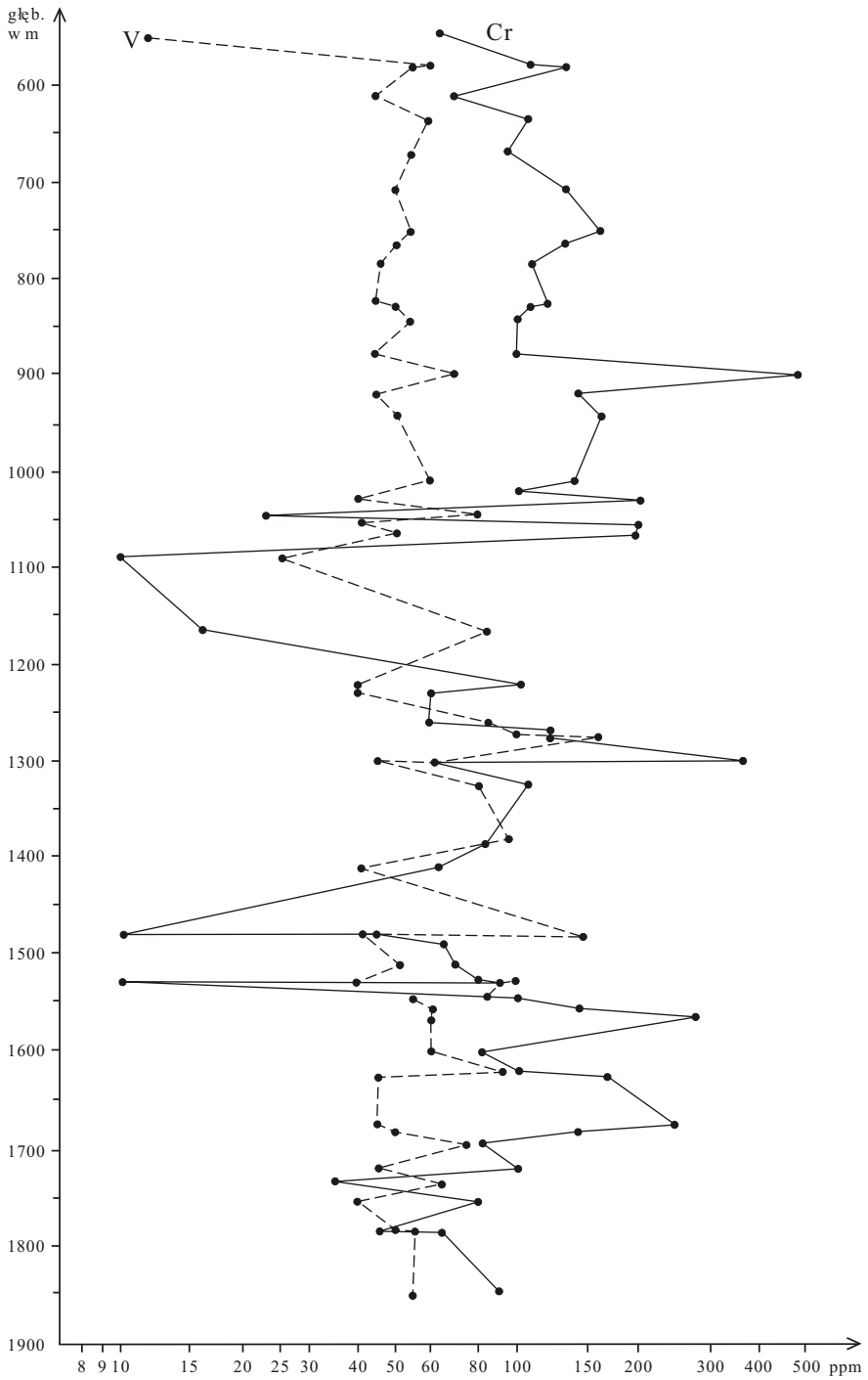


Fig. 29. Wykres zawartości wanadu i chromu (w ppm) z otworu wiertniczego Sejny IG 2

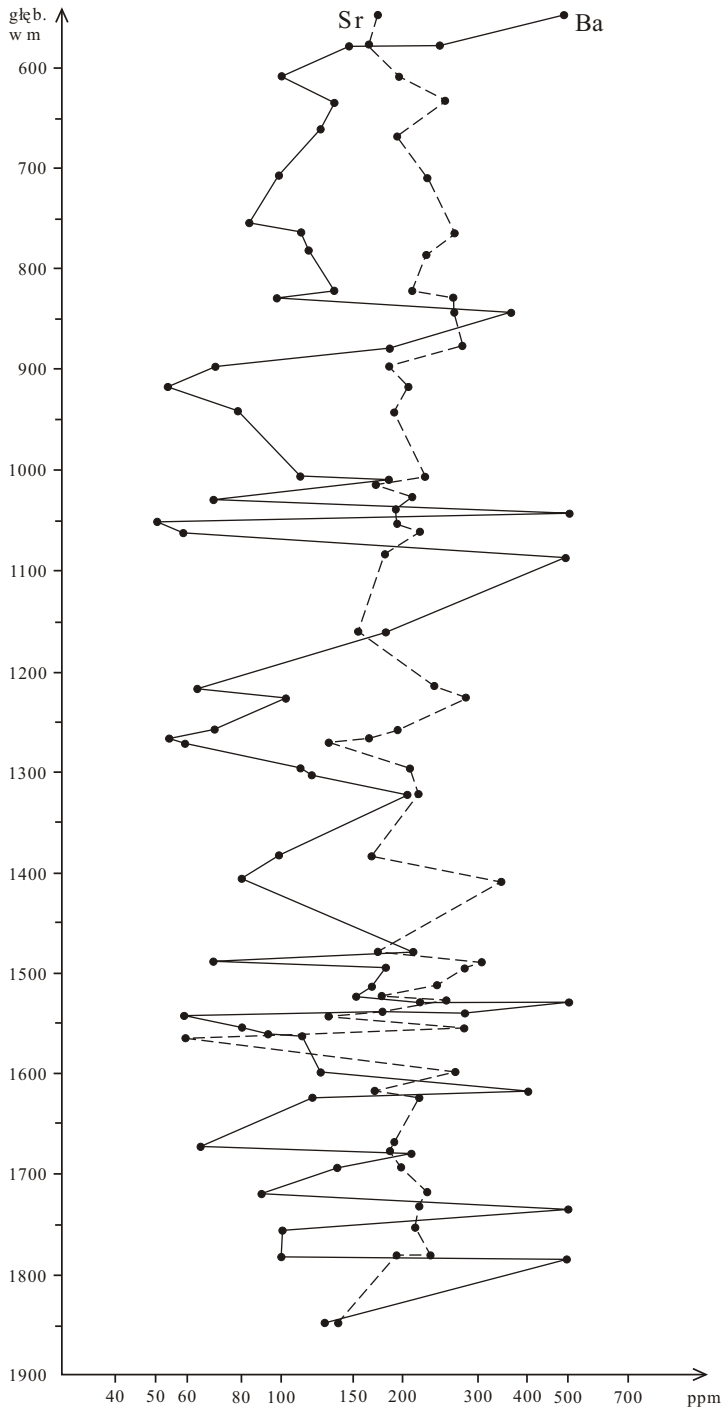


Fig. 30. Wykres zawartości strontu i baru (w ppm) z otworu wiertniczego Sejny IG 2

Tabela 47

Porównanie średnich zawartości wybranych pierwiastków w skałach struktury Sejn (z otworów wiertniczych Sejny IG 1 i Sejny IG 2)

Rodzaj skały	Sejny IG 2						Sejny IG 1					
	FeO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Ni	Co	Cr	FeO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Ni	Co	Cr
	(w % wag.)			(w ppm)			(w % wag.)			(w ppm)		
Anortozyty	4,05	4,89	0,40	22	49	78	3,60	1,70	0,95	130	50	250
Noryty	6,26	3,78	0,86	17	49	144	–	–	–	–	–	–
Noryty wzbogacone w minerały rudne	13,43	10,90	3,62	12	78	98	–	–	–	–	–	–
Leukogabra	–	–	–	–	–	–	6,90	2,90	0,59	160	60	200
Hornfelsy	7,10	8,15	2,06	8	80	55	7,50	4,70	0,90	160	40	100
Amfibolity	–	–	–	–	–	–	5,90	4,90	1,20	140	90	250
Gnejsy piroksenowe	8,26	6,79	0,76	7	58	45	8,30	2,15	0,30	150	60	500
Substrat piroksenowy	7,97	1,92	0,28	100	160	500	–	–	–	–	–	–

Z występowaniem pegmatytów oraz granitoidów żyłowych wiążą się również podwyższone zawartości pierwiastków ziem rzadkich oraz niobu i cyrkonu. Rezultaty oznaczeń zawartości Ce, Dy, Yb, La, Y, Nd, Sm, Gd, Nb i Zr przedstawiono w tabeli 48. We wszystkich badanych próbkach zawartość niobu i cyrkonu przekracza 500 ppm. Wysokie są również zawartości ceru, lantanu i neodymu.

Tabela 48

Zawartości pierwiastków ziem rzadkich, niobu i cyrkonu w granitach i pegmatytach z otworu wiertniczego Sejny IG 2 (w ppm)

Głębokość w m	Ce	Dy	Yb	La	Y	Nd	Sm	Gd	Nb	Zr
1338,0	1700	1	1	360	210	900	800	100	500	500
1338,8	1500	1	1	160	170	900	600	100	500	500
1356,8	3000	1	10	1600	350	1750	1600	100	500	500
1357,5	2400	1	1	640	260	1500	1300	100	500	500
1385,7	1000	1	1	460	100	1100	750	100	500	500
1386,5	2000	1	1	640	200	1200	1000	100	500	500

Bogusław MARCINKOWSKI¹⁰

WYNIKI BADAŃ KRUSZCOWYCH

Do badań kruszcowych wykonano 15 preparatów polerowanych z następujących rodzajów skał: norytów, leukogabronorytów, charnockitów i pegmatytów. Przy pomocy analizy planimetrycznej obliczono stosunki ilościowe ilmenit:magnetyt, a w wybranych preparatach oznaczono również zawartość minerałów kruszcowych w procentach objętościowych.

Okruszczowanie w norytach gruboblastycznych tworzą głównie ksenomorficzne zgrupowania minerałów tlenkowych w ilości od kilku do 45%. Magnetyty i ilmenit występujące zwykle w stosunku 1,9:1, budują większe szlirowate skupienia o wykształceniu panautomorficznym. Kontakt magnetytu z ilmenitem jest najczęściej ostry, a granice zrostów prostolinijne. Ziarna magnetytu są czyste, bez obcych faz. Niekiedy na kontakcie ziarn magnetytu i ilmenitu, a także w ilmenicie, obserwuje się spinele w postaci lametek, wydłużonych soczewek lub ziarn izometrycznych. Czasami magnetyt lub lamelki ilmenitowo-spinelowe są wypierane przez minerały płonne. Proces ten rozwija się wzdłuż płaszczyzn krystalograficznych i stopniowo rozszerza się na całe ziarna. Często towarzyszy temu leukoksenizacja ilmenitu, która zaczyna się od części peryferycznych i wzdłuż spękań ziarn. W ilmenicie powstają wówczas obwódki lub nieregularne plamiste formy jasnoszarego minerału o wyraźnych refleksach wewnętrznych i zanikającej anizotropii.

Pośród minerałów siarczkowych występują: pirotyn, piryt i chalkopiryt. Pirotyn najliczniejszy z siarczków jest wykształcony kseno- i hipatomorficznie. Ulega często pirytyzacji postępującej od brzegów ziarn. Sporadycznie chalkopiryt zrasta się z pirotynem, bądź tworzy w nim wrostki. Wyjątkowo obserwowano małe soczewki i izometryczne ziarna minerału o cechach typowych dla minerału z szeregu niklowego (milleryt). W niektórych próbkach zanotowano silnie rozwinięte procesy pirytyzacji. Większe skupienia tlenków minerałów ulegały prawie całkowitemu zastąpieniu przez piryt.

W leukogabronorytach mineralizacja występuje w postaci rozproszonej i jako zgrupowania minerałów tlenkowych. Rozproszoną mineralizację stanowią drobne, pojedyncze ziarna magnetytu, ilmenitu i ich zrosty. Są to ziarna wielkości dziesiątych części mm, równomiernie rozproszone w skale. Najczęściej mają kształty hipautomorficzne, a granice zrostów magnetyt-ilmenit — prostolinijne. Magnetyt i ilmenit nie zawierają faz obcych i występują w postaci dobrze wykształconych ziarn o ostrych kontaktach. Sporadycznie leukogabronoryty zawierają izolowane ziarna pirotynu i pirytu. Stosunek magnetytu do ilmenitu w leukogabronorytach jest podobny jak w norytach i wynosi 1,84:1. W ilmenicie obserwuje się lamelki spineli, a w magnetycie listewki ilmenitu. Między ziarnami magnetytu i ilmenitu występują ksenomorficzne ziarna pirotynu. Obecne są również ziarna pirytu, pirotynu i chalkopirytu. Miejscami widoczny jest proces pirytyzacji pirotynu. Sporadycznie w pirotynie występują wrostki chalkopirytu.

W charnockitach tlenkowe zgrupowania o nieregularnych kształtach są zbudowane głównie z magnetytu i niewielkiej ilości ilmenitu. Poszczególne ziarna są panautomorficzne, a granice magnetytu i ilmenitu ostre. Kryształy magnetytu zawierają lamelki ilmenitowe; niekiedy w lamelkach tkwią drobne ziarna spineli. Lamelki przecinają całe kryształy magnetytu, a niektóre kontynuują się w sąsiednich kryształach. Na granicach ziarn magnetytu i ilmenitu występują odmieszane, izometryczne formy spineli układające się wzdłuż kontaktu tych minerałów. Grupują

¹⁰Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

się one głównie w ilmenicie. Stosunek magnetytu do ilmenitu wynosi od 14,8:1 do 20,4:1, a zawartość minerałów kruszcowych wynosi kilkanaście procent objętościowych.

W pegmatytach głównym minerałem kruszcowym jest magnetyt występujący w postaci zgrupowań o wielkości do 1,5 cm. Ziarna magnetytu są często splekane, zawierają hematyt w postaci małych nieregularnych form, czasami są to soczewki lub ziarna izometryczne. Niekiedy zawierają one cienkie lamelki ilmenitu, które ulegają rozpadowi na hematyt i agregaty rutyłowe. W magnetytach występują także soczewki i formy izometryczne spineli. Imenit stanowi podrzędny składnik zgrupowań mineralnych i występuje głównie na brzegach zgrupowań ziarn magnetytu. Najczęściej są to ziarna, które uległy rozpadowi na hematyt i agregaty rutyłowe. Ilmenit w formie nieprzeobrażonej w tych ziarnach występuje rzadko. Relikty ilmenitu tworzą formy nieregularne, wydłużone i rzadziej izometryczne.

WYNIKI BADAŃ GEOFIZYCZNYCH W OTWORACH WIERTNICZYCH SEJNY IG 1 I SEJNY IG 2

W obrazie geofizycznym Polski północno-wschodniej lokalna dodatnia anomalia magnetyczna Sejn stanowi interesujący obiekt, wyróżniający się na tle względnie spokojnego pola magnetycznego. Jego amplituda wynosi około 1300 nT a powierzchnia około 15 km² (6 x 2,5 km). Znajduje się ona w zgodnej superpozycji z dodatnią anomalią grawimetryczną o podobnym kształcie i o amplitudzie dochodzącej do 24 m/s². Kierunek rozciągłości obu anomalii jest prawie równoleżnikowy. Anomalia magnetyczna Sejn była zarejestrowana regionalnym zdjęciem magnetycznym wykonanym w 1953 r. przez K. Karaczuna, a anomalia grawimetryczna w 1954 r. — przez J. Reczka. Wstępną analizę anomalii przeprowadzili A. Dąbrowski i K. Karaczun (1958). Półszczegółowe badania magnetyczne na tym obiekcie wykonał w 1960 r. H. Kurbiel, przy czym uzupełniono je dwoma profilami grawimetryczno-magnetycznymi i w 1968 r. dwoma profilami magnetycznymi.

Wyniki szczegółowego zdjęcia grawimetryczno-magnetycznego przedstawiono na mapach anomalii wyjściowych i resztkowych (fig. 31–34). Widoczne są na nich lokalne formy anomalne, a przede wszystkim zdetalizowane zostało położenie maksimum anomalii magnetycznej, które znajduje się we wschodniej części anomalii magnetyczno-grawimetrycznej Sejn, ograniczonej od wschodu strefą tektoniczną o przebiegu prawie południkowym. Zgodna superpozycja anomalii magnetycznej i grawimetrycznej wskazuje na strome zapadanie ciała zaburzającego, osiągającego w partii stropowej szerokość 950–1100 m. Ciało zaburzające jest rozczłonkowane uskokiami poprzecznymi o przebiegu zbliżonym do południkowego.

WYNIKI BADAŃ PARAMETRÓW FIZYCZNYCH SKAŁ

Parametry fizyczne skał podłoża krystalicznego uzyskano w wyniku badań próbek — kostek wyciętych z rdzenia (611 kostek z otworu wiert. Sejny IG 1 i 163 z otworu Sejny IG 2) oraz z pomiarów podatności magnetycznej rdzenia. Skały te wykazują przeciętne zróżnicowanie pod względem gęstości i nieco większe pod względem ich podatności magnetycznej.

W otworze wiert. Sejny IG 1 skały podłoża krystalicznego (552,6–1168,7 m) wykazują dość dużą zmienność podatności magnetycznej (od wartości bardzo niskich do około $30\,000 \cdot 10^{-6}$ CGSM). Podobne zmiany obserwuje się w wielkości namagnesowania resztkowego.

¹¹ Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

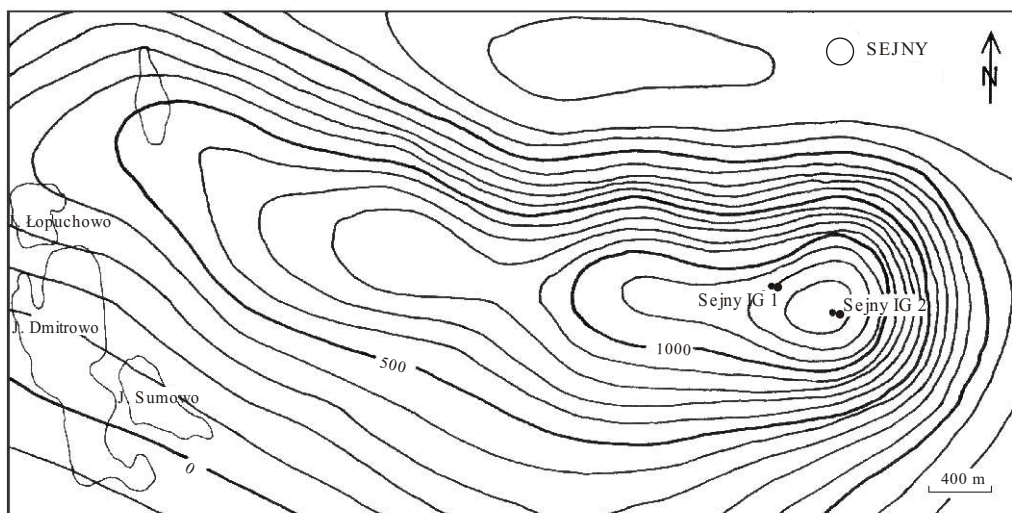


Fig. 31. Mapa anomalii magnetycznych ΔT w rejonie Sejn (izolinie co 100γ)

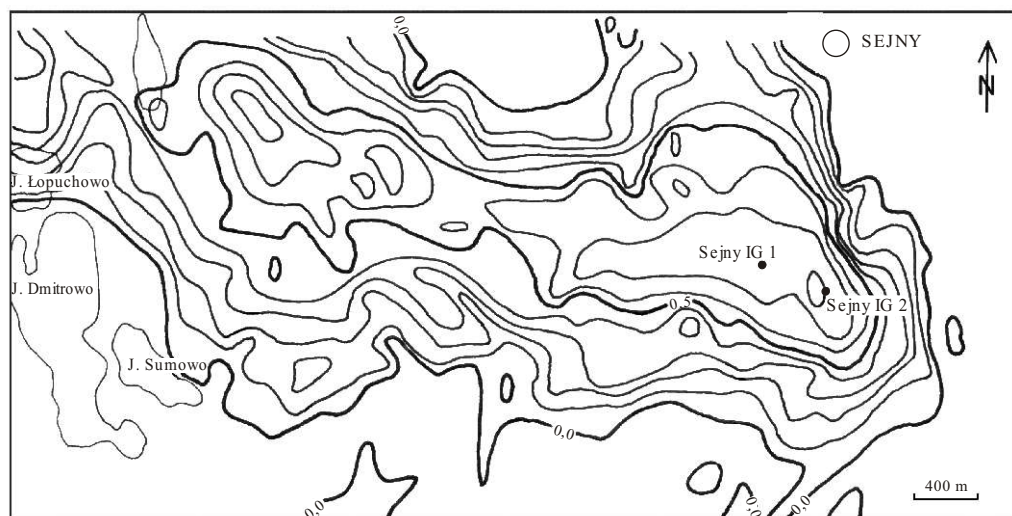


Fig. 32. Mapa gravimetryczna anomalii lokalnych według metody Gryfina V = 100 m

Izolinie co 0,1 mGala

Gęstość skał na całym przewierconym odcinku skał prekambryjskich zmienia się od 2,6 do 3,1 g/cm³.

Począwszy od stropu prekambru, podatność magnetyczna przewierconych skał jest stosunkowo niewielka. Małą podatność magnetyczną wykazują także żyły pegmatytowe i leukogabra części stropowej, w których nie przekracza $1000 \cdot 10^{-6}$ CGSM. Skały te mają także mniejszą

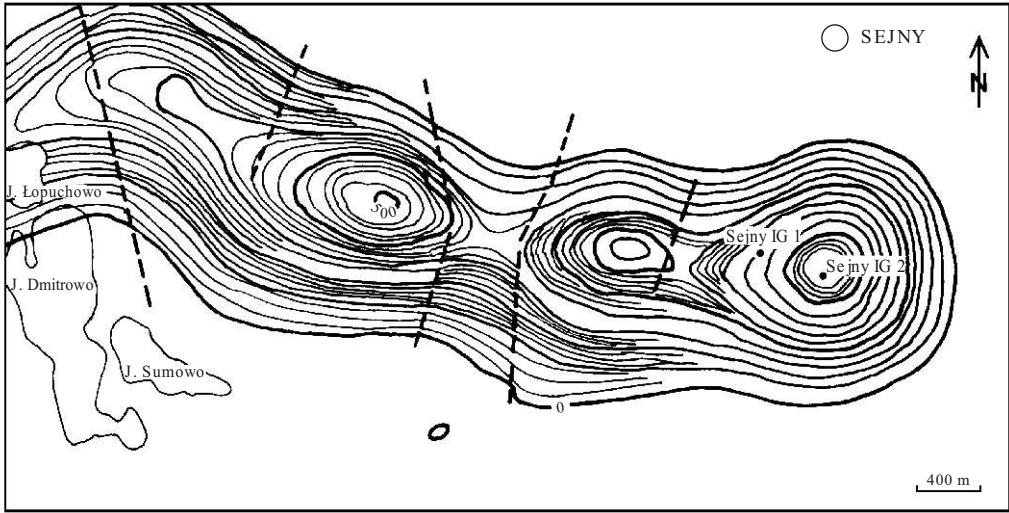


Fig. 33. Mapa anomalii resztkowych ΔT według metody Gryfina ($r = s\sqrt{49}$, $s = 150$ m) rejon Sejny
Izolinie co 100 nT

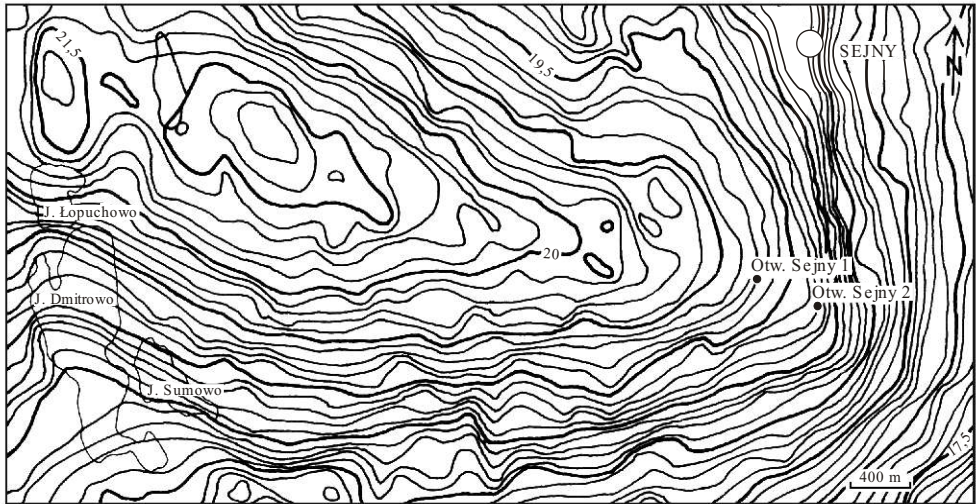


Fig. 34. Mapa anomalii siły ciężkości w rejonie Sejny

Grube izolinie co 0,5 mGala

gęstość w stosunku do skał otaczających. Na głębokości 605,0–607,0 m występuje żyła skały zasadowej o wysokiej podatności magnetycznej, wynoszącej ponad $15\,000 \cdot 10^{-6}$ CGSM. Na odcinku 611,0–615,0 m podatność magnetyczna pakietu hornfelsu drobno- i średnioblastycznego i mikroleukogabra jest bardzo duża, przy czym na kontakcie tych skał dochodzi ona do

$30\ 000 \cdot 10^{-6}$ CGSM. Następnie, od głębokości od 630 m aż do 794 m, nawiercone leukogabro również wykazuje dość dużą podatność magnetyczną. Jej średnia wartość dochodzi do $20\ 000 \cdot 10^{-6}$ CGSM. Na odcinku 794,0–833,0 m gnejs biotytowy i piroksenowy wykazują mniejszą podatność magnetyczną w stosunku do otoczenia, około $5000 \cdot 10^{-6}$ CGSM, a także mniejszą gęstość $2,7\text{--}2,8$ g/cm³. Na odcinku 833,0–864,0 m nawiercone leukogabro drobnoblastyczne ma wysoką podatność magnetyczną, około $25\ 000 \cdot 10^{-6}$ CGSM i dużą gęstość około $3,0$ g/cm³. W interwale 864,0–906,0 m występują anortozyty z partiami leukogabra o podatności magnetycznej średnio $10\ 000 \cdot 10^{-6}$ CGSM. Występują tu największe wahania wielkości namagnesowania resztkowego, od 2000 do $50\ 000 \cdot 10^{-6}$ CGSM. Pozostała część rdzenia, od 907,0 do 1168,0 m, składająca się głównie z anortozytów średnio- i gruboblastycznych, charakteryzuje się względnie jednorodną podatnością magnetyczną — średnio około $4000 \cdot 10^{-6}$ CGSM. Namagnesowanie resztkowe skał jest znacznie większe i bardziej zmienne. Na głębokościach 921,0, 998,0–1008,0 i 1035,0 m występują pakiety leukogabra wykazujące większą podatność magnetyczną, większe namagnesowanie resztkowe i większą gęstość niż otaczające je anortozyty. Poza tym wyodrębnia się czterometrowy odcinek anortozytu na głębokości 1144,0–1148,0 m, wykazujący dużą podatność magnetyczną do $15\ 000 \cdot 10^{-6}$ CGSM, a także podwyższoną w stosunku do otoczenia gęstość, wynoszącą $2,9$ g/cm³. Poniżej 857,0 m zmniejsza się gęstość nawierconych skał: na głębokości 840,0–857,0 m — $3,0$ g/cm³, w interwałach 858,0–954,0 m — $2,9$ g/cm³, 955,0–1045,0 m — $2,8$ g/cm³, 1045,0–1168,7 m — $2,72,8$ g/cm³.

Wartość współczynnika $Q = \text{Ir/Li}$ jest większa od 1, co świadczy, że namagnesowanie resztkowe skał jest stabilne. Inklinacja wektorów namagnesowania resztkowego waha się w granicach $50\text{--}60^\circ$, a więc jest zbliżona do kierunku wektora magnetycznego pola ziemskiego. Niewielka część próbek wykazuje odwrotny kierunek namagnesowania resztkowego, co wskazywałoby na istnienie wąskich stref zrekrytalizowanych w późniejszym okresie, niż cała masa magnetycznie czynna, przy czym więcej takich przypadków obserwuje się w utworach leukogabrowych.

W skałach z otworu wiert. Sejny IG 2 przeciętna gęstość objętościowa δ wynosi $2,9 \cdot 10^3$ kg/m³, oscylując od $2,8$ w członach anortozytowych do $3,0$ w członach gabronorytowych. Sporadycznie osiąga $3,28 \times 10^3$ kg/m³ w skałach o znacznym udziale minerałów maficznych, w tym kruszcowych.

Przeciętna gęstość granitoidów mieści się w przedziale $2,62,7 \cdot 10^3$ kg/m³. W sporadycznych przypadkach jest ona wyższa, co jest spowodowane obecnością magnetytu i ilmenitu. Pod względem gęstości słabo różnicuje się dolny odcinek rdzenia poniżej 1800,0 m, gdzie znaczny udział mają skały stosunkowo lżejsze w porównaniu do skał zasadowych — enderbity, gnejsy i charnockity.

Próbie rozpozniomowania profilu otworu wiert. Sejny IG 2 na podstawie wartości χ , In, I i Q można przedstawić następująco:

— odcinek 550,0–1075,0 m: charakteryzuje się „tłem” podatności magnetycznej około $1000 \times 4\pi \cdot 10^{-6}$ SI lub niższym, na którym występują lokalne „piki” do $5000 \times 4\pi \cdot 10^{-6}$ SI, przy czym na odcinku 940,0–1075,0 m wykres χ jest bardziej zróżnicowany — ilość pików jest większa, a często przekraczają one $10\ 000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ SI. Wartości namagnesowania resztkowego są wysokie i wahają się w granicach od 5000 do $15\ 000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-10}$ T. W interwale tym namagnesowanie resztkowe jest mniejsze od indukcyjnego ($Q < 1$). W dolnej części omawianego interwału na rozkład namagnesowania resztkowego i indukcyjnego miał wpływ intrudujący granit;

— odcinek 1075,0–1195,0 m (wg karotażu 1200 m): granit charakteryzujący się podwyższonym χ w granicach $4\text{--}5000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ SI, wykazuje znaczną przewagę namagnesowania indukcyjnego nad resztkowym i $Q < 1$ (0030,1). Gęstość spada do $2,7 \times 10^3$ kg/cm³;

— odcinek 1195,0–1820,0 m charakteryzuje się dużą zmiennością. W części górnej interwału wyróżnia się zgrupowania o podwyższonej podatności magnetycznej (1195,0–1225,0 m, 1250,0–1280,0 m i 1360,0–1390,0 m), dochodzącej do $30\ 000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ SI, a nawet większej.

Pośrednio przywiązane są one do stref użyżeń granitowych i pegmatytowych i z reguły przeważa w nich namagnesowanie indukcyjne ($Q < 1$), tylko niektóre próbki pobrane z „tła zasadowego” wykazują przewagę namagnesowania resztkowego nad indukcyjnym. W strefie od 1390,0 do 1820,0 m wykres odznacza się na ogół regularną zmiennością, stosunek namagnesowania resztkowego i indukcyjnego jest zmienny, ale na ogół namagnesowanie indukcyjne przeważa nad resztkowym. Bardziej zróżnicowana jest gęstość skał;

— odcinek 1820,0–1940,0 m charakteryzuje się podwyższoną podatnością magnetyczną, średnio $6-7000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ SI, natomiast zdecydowanie niski jest współczynnik Koenigsbergera, świadczący o przewadze namagnesowania indukcyjnego nad remanentnym. Stosunki te odzwierciedlają przeobrażenia skał, szczególnie enderbitów, gnejsów i charnockitów.

WYNIKI POMIARÓW GEOFIZYCZNYCH

Wyniki pomiarów geofizyki otworowej zostały wykorzystane do celów detalizacji i kontroli profilu geologicznego, uzyskanego na podstawie wydobytego rdzenia.

W otworze wiert. Sejny IG 1 wykonano następujące pomiary geofizyczne:

1. Profilowanie gamma (PG) w interwale 0,0–555,0 m oraz w interwale 500,0–1164,0 m.
2. Profilowanie neutron–gamma (PNG) w interwale 2,0–556,0 m.
3. Profilowanie termiczne w warunkach nieustalonej równowagi cieplnej (PTn) w interwale 2,0–556,0 m oraz 557,2–1158,0 m.
4. Profilowanie polaryzacji własnej (PS) w interwale 6,0–552,0 m oraz 557,2–1163,0 m.
5. Profilowanie gradientu polaryzacji własnej (grad PS) w interwale 557,2–1166,0 m.
6. Profilowanie średnicy (PŚr) w interwale 5,2–556,0 m oraz 557,2–1155,0 m.
7. Profilowanie krzywizny (PK) w interwale 25,0–550,0 m oraz 500,0–1160,0 m.
8. Profilowanie potencjałów elektrodowych (PPE) w interwale 557,2–1165,0 m.
9. Profilowanie magnetyczne (PM) w interwale 560,0–1162,0 m.
10. Sondowanie oporności (SO) w interwale 11,0556,0 m oraz w interwale 557,2–1166,0 m sondami gradientowymi.
11. Profilowanie oporności płuczki (POP) w interwale 2,0–555,0 m oraz w pozostałym interwale.

Pomiary wykonało Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych w Warszawie, baza Lublin.

W otworze wiert. Sejny IG 2 dobrymi reperami do przeprowadzenia korelacji są żyły pegmatytów, a także częściowo żyły lamprofirów zaznaczające się na krzywych PG (fig. 35).

Tło promieniowania gamma w leukogabrach i anortozytach wynosi około 5 h/mr. W gnejsach biotytowych i piroksenowych na głębokości 792,2–833,0 m i w stropie na głębokości 552,6–562,7 m jest nieco wyższe i wynosi około 8 mr/h. Interwały te bardzo dobrze pokrywają się na profilu geologicznym i profilu geofizycznym. Niewielkie anomalie promieniowania naturalnego związane są z żyłami pegmatytów i dochodzą do 50–60 mr/h. Podwyższone promieniowanie gamma do 25 mr/h wykazują żyły ciemnoszarych lamprofirów na głębokości 575,1–697,3 m.

Odchylenie dna otworu wynosi 12,65 m. Zenitalna krzywizna otworu na głębokości 1155,0–1160,0 m wynosi $3^{\circ}30'$ a azymut 85° .

Profilowanie temperatury w warunkach nieustalonej równowagi cieplnej wykazuje, że temperatura łagodnie zmienia się z głębokością. Na głębokości około 555,0 m wynosi $14,5^{\circ}\text{C}$, a na głębokości 1165,0 m $+21,5^{\circ}\text{C}$, co daje orientacyjną wartość stopnia geotermicznego około $90\text{ m}/1^{\circ}\text{C}$.

Drobne szliry wzbogacone w minerały rudne występujące w leukogabrach, a lokalnie w gnejsach piroksenowych i w pegmatytach (np. na głębokości 978,0–979,8 m), dobrze rejestrują się na krzywej PPE (fig. 35). Interwały, w których występują te anomalie są zgodne z wykresami χ dla rdzenia i próbek, a także z wynikami badań minerałów kruszczowych.

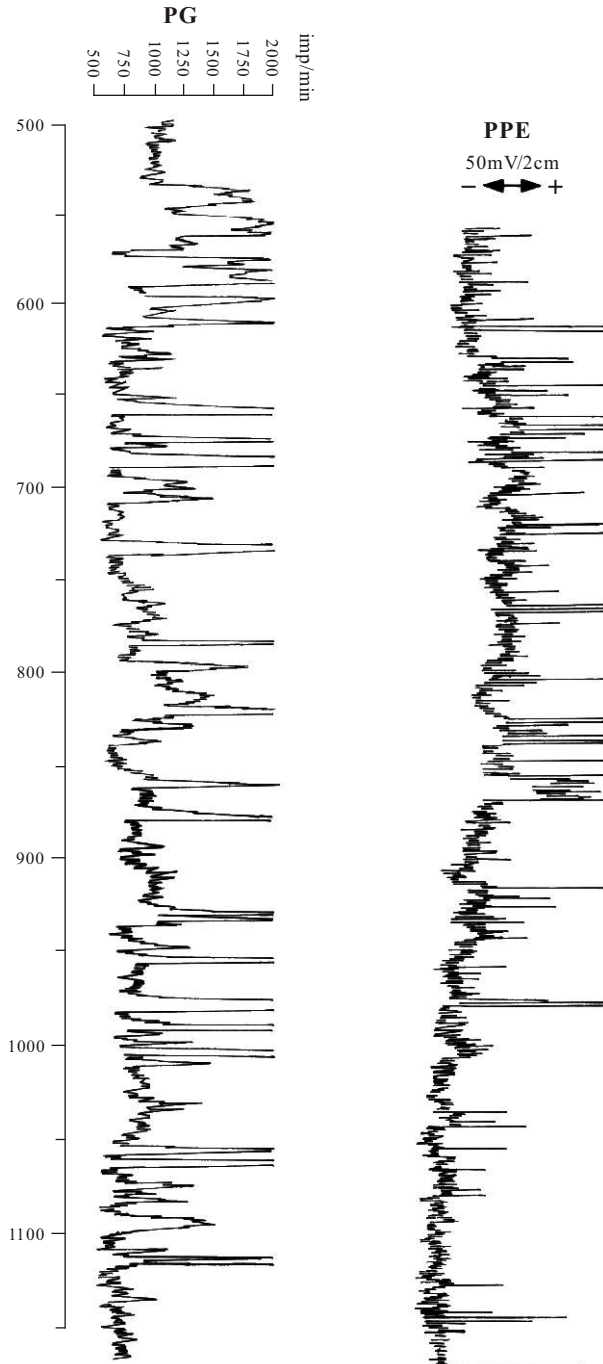


Fig. 35. Wykres pomiarów geofizycznych profilowanie gamma (PG) i profilowanie potencjałów elektrodowych (PPE) w otworze wiertniczym Sejny IG 1

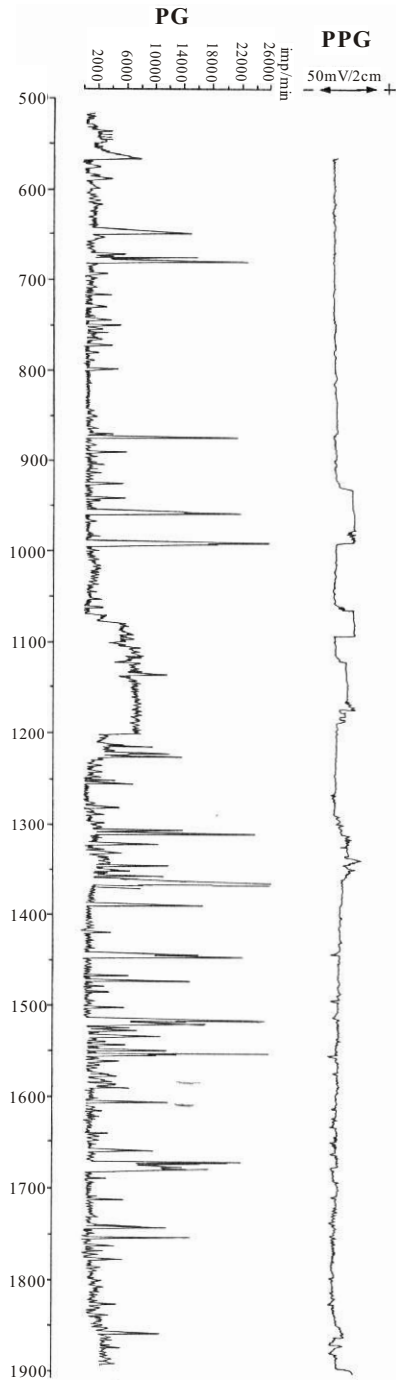


Fig. 36. Wykres pomiarów geofizycznych profilowanie gamma (PG) i profilowanie potencjałów elektrodowych (PPE) w otworze wiertniczym Sejny IG 2

W otworze wiert. Sejny IG 2 wykonano następujące pomiary geofizyczne:

1. Profilowanie gamma (PG) w interwale 7,0–567,0 m i 520,0–1090 m.
2. Profilowanie gamma–gamma (PGG) w interwale 63,5–566,5 m i 570,0–1890,0 m.
3. Profilowanie neutron–gamma (PNG) w interwale 10,0–569,0 m.
4. Profilowanie polaryzacji własnej (PS) w interwale 63,5–566,5 m.
5. Profilowanie oporności gradientowej (POg) w interwale 63,5–566,5 m oraz potencjałowe (POp) w interwale 63,5–566,5 m i 570,0–1888,0 m.
6. Profilowanie średnicy (PŚr) w interwałach 63,5–566,5 i 570,0–1870,0 m.
7. Profilowanie krzywizny (PK) w interwale 0,0–569,0 m (IK) i w interwale 525,0–1885,0 m (IK i IG).

Na krzywej PG z otworu wiert. Sejny IG 2 (fig. 36) na tle skał zasadowych, które mają niską promieniotwórczość naturalną w przedziale 0,0–0,75 pA/kg, doskonale różnicują się wkładki granitów i żyły pegmatytów. Największa anomalia w przedziale 1361,0–1364,0 m wynosi 20 pA/kg, pozostałe rzadko przekraczają 10 pA/kg.

Porównanie stref anomalii promieniowania gamma z wykresem podatności magnetycznej rdzenia pokazuje, że niektóre strefy pegmatytowe charakteryzują się podwyższoną podatnością magnetyczną do $25\ 000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-6}$ SI. To nietypowe zjawisko tłumaczy się tym, że pegmatyty są usiane dużymi kryształami magnetytu i ilmenitu, rzadziej siarczoków.

Charakter krzywej PG zmienia się nieznacznie w dolnej części otworu, poniżej 1800 m. Wyższe tło wskazuje na przewagę w profilu skał bardziej kwaśnych — gnejsów i enderbitów oraz charnockitów i hornfelsów. Na krzywej PPE obserwuje się strefy zaburzeń w postaci grupy pików (fig. 36). Odpowiadają one szlirowatym skupieniom tlenków żelaza i tytanu, którym akcesorycznie towarzyszą siarczki.

Kąt zenitalny skrzywienia otworu wiertniczego zwiększa się z głębokością, a szczególnie szybko rośnie poniżej głębokości 1800 m, tj. w strefach charnockityzacji. Na głębokości 1885,0 m wynosi on 11° . Powoduje to odejście od osi otworu na 80,5 m w azymucie 225° SW (wg inklinometru żyroskopowego IG-50, natomiast wg IK-20 kąt azymutalny różni się o około 180°).

W otworze Sejny IG 2 wykonano także pomiary trzech składowych natężeń pola magnetycznego. Oscylacje składowej pionowej modułu wektora całkowitego natężenia T i modułu wektora magnetycznego są niewielkie. Lokalne oscylacje w natężeniu pola magnetycznego są spowodowane zmianami petrograficznymi (w tym zróżnicowanym udziałem składników ferromagnetycznych w skale, występujących niekiedy w postaci szlir rudnych) zaobserwowanymi w rdzeniu, a więc odnoszącymi się do najbliższej przestrzeni okołotworowej. Wykonane badania nie wskazują na obecność większego ciała rudnego w pobliżu opisywanych otworów wiertniczych.

WNIOSKI

Spośród trzech obiektów w obrębie kompleksu podlaskiego wytypowanych do badań w celu wyjaśnienia perspektyw poszukiwań rud Fe–Ti–V i siarczków Cu–Ni, czyli Sejn, Holeszowa i Narejek, struktura Sejn okazała się najciekawsza, ponieważ skały i zawarta w nich substancja mineralna wykazuje dużą analogię do skał i kruszców masywu suwalskiego.

W otworze wiert. Sejny IG 2 usytuowanym w centrum anomalii magnetycznej nawiercono podobny zespół skał ukształtowanych w facji granulitowej, jak w otworze Sejny IG 1, położonym poza ekstremum anomalii. W odróżnieniu od otworu wiert. Sejny IG 1, w którego profilu ponad 46% stanowią anortozyty, w Sejnach IG 2 przeważają odmiany bardziej melano-kratyczne — leukonoryty i leukogabronoryty oraz noryty i gabronoryty stanowiące 72% skał. Towarzyszą im anortozyty, hornfelsy i gnejsy (enderbity), a także charnockity. Proces charnockityzacji jest charakterystycznym trendem ewolucji skał struktury Sejn i odegrał ważną rolę w przemieszczeniu substancji rudnej.

W leukonorytach i norytach stwierdzono cienkie wkładki i szliry skał wzbogaconych w minerały rudne, stanowiące 20–30% obj. (do 25% Fe), a nawet więcej. Skała ma strukturę hipauto-morfoziarnistą (syderonitową), a minerały kruszcowe reprezentowane są przez tytanonośny magnetyt i ilmenit oraz akcesoryczne siarczki Fe, Cu i Ni. Te wkładki i szliry, powstałe w wyniku mobilizacji substancji rudnej rozproszonej w skałach zasadowych, swoim składem i wykształceniem, a także proporcjami magnetyt: ilmenit, są zbliżone do ubogich rud suwalskich, lecz nie tworzą miększych ciał rudnych i nie mają znaczenia przemysłowego.

Negatywną ocenę perspektyw złożowych zdają się potwierdzać wnioski nasuwające się z porównania zarejestrowanych anomalii z charakterem petrofizycznym ciała zaburzającego. Nawiercone skały tłumaczą wielkość obserwowanych anomalii. Zmienne wartości pobudliwości magnetycznej skał, namagnesowania indukcyjnego i remanentnego, a także gęstości, mają swoje uzasadnienie w treści profilu geologicznego i ewolucji budujących go zespołów skalnych. Również profilowanie magnetyczne nie wskazuje na obecność większych ciał rudnych w dalszej przestrzeni pozaotworowej.

Otwór wiert. Sejny IG 2 zdaje się potwierdzać koncepcję W. Ryki (1979), że skały struktury Sejn były skałami macierzystymi dla suwalskiego masywu anortozytowego. Uległy one anateksis, w wyniku którego powstał mobilizat diorytowy, anortozytowy i norytowo-rudny kolejno przemieszczając się na północ od linii Krasnopol–Suwałki. Bilans chemiczny żelaza w skałach sejneńskich wykazał, że skały te zawierały wystarczającą ilość żelaza, które w wyniku odosobnienia w postaci tlenków, a następnie mobilizacji, dało potężne koncentracje złożowe w masywie suwalskim. Tak więc, skały sejneńskie prawie w całości zostały „ogłocone” z tlenków Fe i Ti, czemu sprzyjały procesy anortozytyzacji, granityzacji i charnockityzacji.

Skalami macierzystymi struktury Sejny były archaiczne skały wulkanogeniczno-osadowe, które uległy przeobrażeniu w zakresach granulitowej grupy facjalnej, a następnie dalszej ewolucji. Zachowały się relikty skał wulkanicznych, nieoznaczalne struktury organiczne (Waleńczak, 1981), wreszcie pospolite relikty piroksenowego i piroksenowo-plagioklazowego „substratu”.

W pegmatytach stwierdzono podwyższoną zawartość monacytu, cyrkonu i hydroapatytu. W związku z tym zawierają one wysokie zawartości niobu i cyrkonu, a także pierwiastków ziem rzadkich. Tak np. dwie próbki pobrane z pegmatytu z głębokości 1356,5–1360,3 m (3,8 m) wykazały od 0,62 do 0,84% Σ Ce, La, Y, Nd, Sm, Gd, przy Nb >0,05%. Pegmatyt ten niewątpliwie jest wzbogacony w U i Th, ponieważ obserwuje się anomalie promieniowania naturalnego o intensywności do 20 pA/kg.

Należy tu podkreślić znaczenie strefy tektonicznej rozdzielającej kompleks podlaski na południu od kompleksu warmińsko-mazurskiego na północy. Jest to strefa wgłębnych zluźnień na północy związanych przestrzennie z suwalskim i kętrzyńskim masywem anortozytowym oraz z zespołami granitoidów rapakiwipodobnych. Na Litwie, w pobliżu Wareny, na przedłużeniu tej strefy odkryto bardzo interesujące złożo magnetytu.

LITERATURA

- ALLING H.L., 1938 — Plutonic perthites. *Journ. Geol.*, **46**, 12. Chicago.
- DZIEDZIC A. i in. (opracowanie zbiorcze), 1972 — Wyniki wiercenia Sejny IG 1. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUBICKI S., 1969 — Projekt dalszych badań podłoża krystalicznego NE i E Polski (z wyłączeniem intruzyw suwalskiego). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUBICKI S., KURBIEL H., RYKA W., 1976 — Projekt badań geologicznych podłoża krystalicznego NE i E Polski (Suwałki–Olsztyn–Białystok–Lublin). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUBICKI S., KURBIEL H., RYKA W., 1980 — Aneks nr 1 do projektu badań geologicznych podłoża krystalicznego NE i E Polski. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- RYKA W., 1979 — On the origin anorthosites and associated iron ores of the Suwałki massif. *Biul. Inst. Geol.*, **318**: 11–42.
- RYKA W., 1987 — Klasyfikacja i nazewnictwo skał magmowych. *Instr. Met. Badań Geol.*, **48**.
- WINOGRADOW A.P., 1962 — Średnie sodierżania chemicznych elementów w głównych typach izwierzennych porod ziemnej kory. *Geochimija*, **7**.
- WALEŃCZAK Z., 1981 — Właściwości pamięciowe drobnodispersyjnych domieszek w minerałach i możliwości ich wykorzystania. *Biul. Inst. Geol.*, **334**: 5–58