

Olivinstensforekomsten ved Siorarsuit i Vestgrønland.

(En undersøgelse med henblik på teknisk udnyttelse).

Af

RICHARD BØGVAD.

(Evaluation of a dunite deposit in West Greenland. Because of its high Fe content the dunite is deemed unsuitable for refractory purposes).

På vestsiden af Ikerasarsuk syd for Kangamiut i Sukkertoppen distrikt findes en forekomst af olivinsten eller dunit, der flere gange — helt tilbage til GIESECKE's tid — har tiltrukket sig opmærksomheden (se literaturliste nr. 1—5). Under en rejse til distriktet i 1947 med det formål at undersøge visse rygter om kryolitforekomster fik forfatteren lejlighed til at indsamle prøver på lokaliteten med en undersøgelse af muligheden for materialets tekniske anvendelighed for øje, idet man i andre lande (se lit. nr. 6—7) har brugt dunit til fabrikation af ildfast materiale. Undersøgelsen udførtes som et samarbejde mellem GRØNLANDS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE og KRYOLITSELSKABET ØRESUND A/S.

Duniten, der indesluttet i gnejs og gennemsættes af en 15 meter mægtig diabasgang og dennes udløbere, findes i stærkt eroderede kystklipper på en strækning af ca. 200 meter og indtil 40 meter op i fjeldet (se fig. 1 og 2). Store dele af bjergarten smuldrer hen til grus ved berøring, men der forekommer også mere modstandsdygtige partier af dunit og endvidere gange, der indeholder rigeligere glimmer end hovedbjergarten. Dennes farve varierer almindeligvis fra lysegrøn til mørkegrå; visse steder er overfladen dog rustfarvet. Som allerede beskrevet af J. A. D. JENSEN (2) består sandstranden og de 2 udenfor liggende skær af dunit. Der skønnedes at være mindst 400,000 tons af materialet til stede.

I en samtidig publiceret artikel vil HENNING SØRENSEN komme nærmere ind på de geologiske og petrografiske forhold ved Siorarsuit og omtale andre dunitforekomster i området.

Flere steder indenfor hovedforekomsten ved Siorarsuit kan man uden videre forberedelser skovle materialet op. En større prøve, der nogenlunde svarer til gennemsnittet af disse områder blev udtaget og efter hjemkomsten neddelt til 4 parallelprøver. Ved sigtning af en af disse, prøve A, fandtes følgende naturlige kornstørrelsesfordeling:

Sigtefraktion	Kornstørrelse	%
A 1	> 10 mm	7
A 2	10 — 6 mm	8
A 3	6 mm — sigteflor nr. 8	21

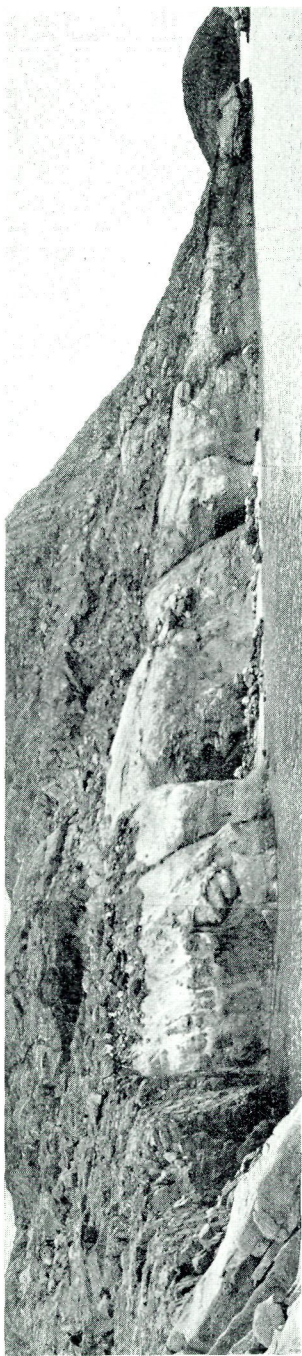


Fig. 1. Olivinstensforekomsten ved Siorarsuit. Længst til venstre ses en 15 meter bred diabasgang, der med skarpe grænser gennemsetter gnejs og dunit. Det lyse område, der strækker sig fra diabasgrænsen til skæret længst til højre og fra strandbredden indtil 40 meter op i fjeldet er dunit, der er indlejret i gnejs.



Fig. 2. Siorarsuit. Midt i billedet ses diabasgangen gennemsettende gnejs (for oven) og dunit (for neden). En smal udløber fra gangen ses længst til højre.

Sigtefraktion	Kornstørrelse	%
A 4	nr. 8 — 16	25
A 5	nr. 16 — 32	17
A 6	nr. 32 — 50	7
A 7	nr. 50 — 80	8
A 8	< nr. 80	7
		I alt... 100%

Ud af en anden parallelprøve udtoges de største og således antagelig de hårdeste stykker, der benævnes prøve C. De mest forvitrede eller serpentiniserede stykker udsorteredes af en tredje fraktion og udgør prøve D. — En del af de nævnte prøver analyseredes derefter af Hr. A. H. NIELSEN på KRYOLITSELSKABET ØRESUND's kemiske laboratorium tillige med en af de udtagne sandprøver fra strandbredden foran dunitklipperne, nr. 1308. Resultaterne er opført i tabel 1 sammen med RØRDAM's analyser fra samme forekomst.

Tabel 1. Analyser af dunitprøver fra Siorarsuit.

	A 2	A 3	A 4	A 6	A 8	C	D	1308	RØRDAM	
	%	%	%	%	%	%	%	%	I	II
SiO ₂	40,38	39,94	40,14	40,46	39,25	40,17	39,56	40,01	39,17	43,61
TiO ₂							nil			
Al ₂ O ₃									3,30	3,29
FeO ¹⁾	8,35	8,39	8,53	8,26	8,62	8,78	8,94	9,07	10,56	10,31
MgO	49,39	49,25	50,65	51,50	49,18	49,30	49,20	51,04	43,46	38,13
Cr ₂ O ₃							0,14			
NiO							0,49		spor	spor
CaO									sv.sp.	spor
K ₂ O } Na ₂ O }									0,55	0,13
H ₂ O									0,91	1,41
Ubest.									1,59	2,37
I alt	98,12	97,58	99,32	100,22	97,05	98,25	98,33	100,12	99,54	99,45

Af analyserne ses, at der ikke er nogen nævneværdig forskel på mængderne af jern og magnesium i finkornede og grovkornede prøver eller i hårdere og blødere dele af bjergarten, og sandprøven afviger ikke væsentligt fra de øvrige prøver. Man har således lov til at antage, at der heller ikke kan være stor forskel på de forskellige fraktioners og prøvers anvendelighed som ildfast materiale, da denne egenskab er knyttet til et lavt jernindhold.

Det syntes herefter kun nødvendigt at foretage smeltepunktsbestemmelser på enkelte repræsentative prøver, og hertil udvalgte C, D og 1308 samt en prøve fra HENNING SØRENSEN's forekomst øst for Amit-

¹⁾ Beregnet af totaljern.

suarsoralak mærket 13542 (se Ol. 1, p. 70). Undersøgelsen foretoges af STATSPRØVEANSTALTEN, der har meddelt følgende: »Prøverne, der var pulverformede, udrørtes med en gelatineopløsning, hvorefter der formedes pyramideformede prøvelegemer omtrent som de såkaldte segerkegler. Gelatinen indeholdt ikke uorganiske stoffer i betydende mængde og havde derfor ingen indvirkning på smeltepunktet, men tjente til at give prøvelegemerne tilstrækkelig styrke, således at de efter tørringen kunne anbringes i en overfladeforbrændingsovn uden at smuldre. Efter bortbrænding af gelatinen beholdt prøvelegemerne formen, hvorefter de opvarmedes til smeltning, idet temperaturen bestemtes ved et glødetråds-pyrometer. — Smeltepunktet for alle prøverne fandtes at ligge mellem 1410° og 1480° C. — Ingen af prøverne kan derfor betegnes som ildfaste, idet grænsen mellem ikke ildfaste og ildfaste keramiske materialer regnes at ligge ved segerkegle 26 svarende til 1580° C.«

Hr. civilingeniør JOHANNES ANDERSEN, der har været så venlig at undersøge mulighederne nærmere, udtaler endvidere, at olivinprøverne, der formentlig på grund af højt jernindhold ikke er ildfaste, på relativt simpel måde vil kunne bibringes denne egenskab, men han tilføjer: »Ved samtaler med virksomheder, der fremstiller eller benytter ildfaste materialer, er det oplyst, at disse formentlig kan fremstilles bedre og billigere af andre mere tilgængelige og egnede materialer.«

I en bjergart som olivinstenen fra Siorarsuit kan man forvente tilstedeværelsen af visse værdifulde metaller. Af denne grund foretog A. H. NIELSEN en bestemmelse af nikkel i en af prøverne og fandt 0,49% NiO (se p. 64), et indhold, der *per se* ikke tillader en udnyttelse.

Endvidere har STATSPRØVEANSTALTEN foretaget en spektrokemisk analyse af prøverne C og 13542 (Ol. 1) og herved bl. a. påvist As, Ni, Zr, Cr, Mn og Pt. — For at få klarhed over platinindholdet fortsattes undersøgelsen med en kemisk analyse på større prøver af C og 13539 (Ol. 1), men ædle metaller i mængder af praktisk betydning blev ikke fundet.

LITTERATUR

1. GIESECKE, K. L.: Mineralogisches Reisejournal über Grönland 1806—13. — Medd. om Grøn., bd. 35, 2. udgave, p. 132, 1910.
2. JENSEN, J. A. D.: Undersøgelse af Grønlands Vestkyst. — Medd. om Grøn., bd. 8, pp. 76—77, 1889.
3. RØRDAM, K.: Undersøgelse af Olivinsten fra Siorarsuit ved Kangamiut. — Medd. om Grøn., bd. 8, pp. 123—130, 1889.
4. BØGGILD, O. B.: Mineralogia Groenlandica. — Medd. om Grøn., bd. 32, p. 274, 1905.
5. NOE-NYGAARD, A.: Medd. fra Dansk Geol. Foren., bd. 10, hft. 5, pp. 651—652, 1945.
6. HARVEY, F. A., and R. E. BIRCH: Olivine and Forsterite Refractories in America. — GOLDSCHMIDT, V. M.: Olivine and Forsterite Refractories in Europe. — Industrial and Engineering Chemistry, vol. 30, pp. 27 and 32, 1938.
7. SHVARTSMAN, I. SH.: The use of Uktus (Ural)dunite for open-hearth furnace bottoms. — Ogneupory (Ildfaste materialer), vol. 12, pp. 276—81, Moskva 1947. — Ref. i Chemical Abstracts, vol. 42, p. 1400, 1948.

Færdig fra trykkeriet den 22. januar 1952.

Olivinstensforekomsten ved Siorarsuit i Vestgrønland.

(En geologisk-petrografisk beskrivelse.)

Af

HENNING SØRENSEN.

(Petrological and geological description of a dunite deposit
in West Greenland).

Som et led i det af »Grønlands Geologiske Undersøgelse« udførte kortlægningsarbejde på Grønlands vestkyst besøgte olivinstensforekomsten ved Siorarsuit i somrene 1948 og 1949. Det sidstnævnte år havde forfatteren lejlighed til at foretage en nærmere undersøgelse på lokaliteten.

Olivinstenen er konformt indesluttet i en massiv, hypersthenførende, »charnockitisk« gnejs, der fra gammel tid er blevet betegnet »Sukker-toppen granit« på grund af dens svagt udtalte lagstruktur. Dens mineral-selskab viser, at den er dannet under regionalmetamorfose-betingelser svarende til granulit-facies. (Ægte granuliter, d. v. s. kvarts-feldspat-granat-bjergarter, er iøvrigt iagttaget lige vest for olivinstenen).

Gnejsen har talrige basiske og ultrabasiske indeslutninger. Til disse hører foruden den her behandlede olivinsten ved Siorarsuit den af RAMBERG beskrevne safirinføremkomst ved Sukkertoppen koloni¹⁾.

Olivinstenen træder i dagen i en ca. 10 m høj kystklint og strækker sig op i fjeldet til ca. 40 m's højde over havet. Størstedelen af forekomstens overflade er dækket af løst materiale, hvilket i nogen grad vanskeliggjorde feltarbejdet.

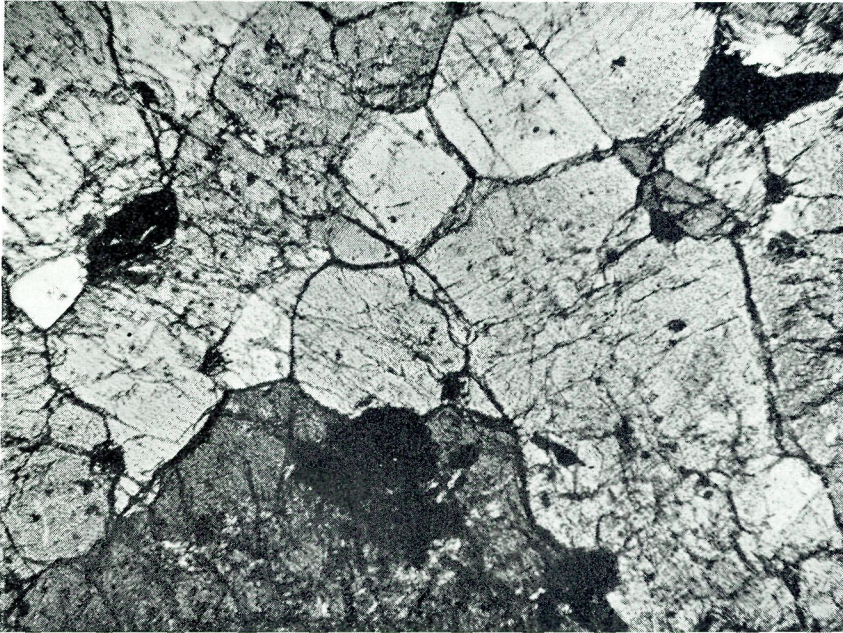
Olivinstenen.

Hovedbjergarten er en lysegrøn, middel- til grovkornet, let smuldrende bjergart, der næsten udelukkende består af olivin. Den opbygges dels af større, uregelmæssigt begrænsede olivinkorn, dels af mindre korn med polygonale omrids. En hel del korn har en udtalt længderetning og kan blive op til 1 cm lange. Iøvrigt er olivinkornene regelløst anordnede.

Olivinen har de karakteristiske, uregelmæssige gennemgange og viser i mange tilfælde antydninger af spalteridser vinkelret på kornenes længderetning. Axevinklen $2V = (+) 88^\circ$ og $n\beta = 1,674$ svarer til en olivin med et fayalitindhold på 10%.

Olivinstenen er noget serpentiniseret i smalle zoner, i hvilke olivinen er opfyldt af et finkornet antigoritaggregat (samt enkelte karbonatkorn). Fra de serpentiniserede zoner kan en omdannelse i nogle tilfælde ses at brede sig ud i bjergarten langs olivinkornenes grænser og gennemgange,

¹⁾ HANS RAMBERG, Meddelelser om Grønland bd. 142, no. 5, 1948.

Fig. 1. Olivinstenen, Siorarsuit. $35 \times$ nic+

Chr. Halkier fot.

en omdannelse, der almindeligvis er lidet fremskreden, således at bjergarten må betegnes som værende yderst frisk.

Kromit, der findes som små automorfe korn, er det almindeligste accessoriske mineral; men det er ikke til stede i større mængde.

Flogopit forekommer i små tavler, almindeligvis i ringe mængde; visse partier af forekomsten har dog op til 10 % flogopit.

Enkelte korroderede korn af enstatit ($2V = (+) 80^\circ$, $n\beta = 1,665$ svarende til et indhold af 8 % ferrosilit (fs)), diopsid (kraftigt grøn) og hornblende (mørkegrøn) er iagttaget i alle undersøgte håndstykker.

Aggregater af diopsid og hornblende er ganske almindelige i olivinstenen; de er som regel kun nogle få cm i diameter, men i sjældne tilfælde kan de være 1 m eller endog mere i tværsnit. Den mørkegrønne hornblende optræder i op til 2 cm lange, prismatiske korn; under mikroskop ses den at være svagt grøn, svagt pleokroitisk med $2V = \text{ca. } 85^\circ$, $c:\gamma = \text{ca. } 20^\circ$ og $n\beta = \text{ca. } 1,645$. Diopsiden udfylder mellemrummene mellem hornblendeprismene; under mikroskopet er den farveløs med $2V = (+) 57^\circ$, $c:\gamma = 40^\circ$ og $n\beta = \text{ca. } 1,686$. Disse diopsid-hornblende-aggregater kan være adskilte fra olivinstenen af en smal enstatitzone, men man kan også iagttage, at enstatit ($2V = (+) 80^\circ$, d.v.s. ca. 8 % fs) og olivin (10 % fayalit) erstatter diopsiden og hornblenden i aggregaternes ydre partier. De flere cm store enstatit- og olivin-korn indeholder da korroderede diopsid- og hornblende-korn, der har et lignende udseende som de ovenfor beskrevne korroderede korn i olivinstenen. Der er derfor grund til at op-

fatte diopsiden og hornblendens som relikter af en Ca-rig bjergart, der nu næsten fuldstændig er erstattet af olivin (se nedenfor side 69).

Diopsid-hornblende-aggregaterne indeholder som regel noget magnetkis, hvis forvitring har bevirket, at den omgivende olivinsten er farvet kraftigt rød. Løvrigt er olivinen op til aggregaterne (og op til de nedenfor omtalte sprækker) af en blåsort farve, der skyldes tilstedeværelsen af et fint malmpigment. Udskillelsen af dette har ikke influeret på olivinstens optiske data og således tilsyneladende heller ikke på dens kemiske sammensætning.

Grænseforholdene mellem olivinsten og gnejs.

Den brune hypersthenførende gnejs, der indeslutter olivinstenen, bliver mere og mere glimmerholdig ind mod denne og består i grænsen ganske overvejende af plagioklas (25 % an), Mg-rig biotit og kvarts, samt mindre mængder af hypersthen ($2V = (\div) 75^\circ$, hvilket giver 26 % fs), diopsid og hornblende. Granat er til stede i enkelte meget små korn.

Selve grænsen udgøres af en op til 1 m mægtig zone, der yderst mod gnejsen består af en storbladet flogopit-bjergart. Dette glimmerlag er lidet modstandsdygtigt overfor nedbrydningen og er ofte forsvundet, således at grænsen fremtræder som en skarp fure. Inden for flogopitzonen følger en hypersthenbjergart, der er af en højt varierende kornstørrelse. I en mere finkornet grundmasse optræder partier med op til 10 cm lange veludviklede hypersthenprismer. Hypersthenens ferrosilitindhold varierer fra 18 til 23 % ($2V = (\div) 84 - (\div) 79^\circ$). Bjergarten har små flogopitskæl, en ret anseelig mængde magnetkis, samt lidt diopsid og hornblende. Af og til optræder i grænsezonens ydre del en bjergart bestående af hypersthen, diopsid, plagioklas og flogopit. I visse tilfælde kan man iagttage, at det er grænsens hypersthenzone, der er delvis substitueret af diopsid, plagioklas (ca. 50 % an) og flogopit. De to sidstnævnte mineraler er især til stede op til flogopitzonen, mod hvilken grænsen er skarp. I andre tilfælde ses cm-lange hypersthenprismer, der er anordnet parallelt med grænsen, og kraftigt grønne diopsidkorn i en plagioklasgrundmasse (ca. 35 % an). Denne bjergart er også iagttaget uden for den ydre flogopitzone.

Ind mod olivinstenen har grænsens hypersthenzone en hel del olivin koncentreret i klumper og »streger«. På grænsen mellem olivin og hypersthen optræder flogopit i op til 0,5 cm store »bøger«. Olivin-hypersthenbjergarten overgår jævnt i den rene olivinsten, der har en blåsort farve i de ydre dele.

I forekomstens østlige del er olivinstenslinsen af et få meter mægtigt gnejslag adskilt i to blokke. Gnejsen er mørk, glimmerrig og har store glimmerflager ind mod olivinstenen. Desuden indeholder den cm-store prismen af diopsid og hypersthen.

Sprækker og gennemsættende gange.

Olivinstenen gennemsættes af talrige sprækker. Et lodret system, der har retningen N 20—40° W, har ofte glideflader og repræsenterer således

bevægelseszoner. Sprækkerne tilhørende dette system har som regel flogopitbelægning på siderne, og de kan være udfyldt af enstatit. Enkelte har en smal hornblende-diopsid-zone i midten, adskilt fra enstatiten af et tyndt flogopitlag. Enstatiten har $2V = (+) 86^\circ$ svarende til 12 % fs.

Et andet med ovennævnte konjugerende sprækkesystem, der også er næsten lodret, og som har retningen $N 60^\circ E$, er som regel udfyldt af smalle pegmatiter, der har glimmerzoner mod olivinstenen. Pegmatiterne består af op til 2 cm store, sorte, årepertitiske ortoklaskorn samt af aflange kvartskorn. Plagioklas (25 % an) er til stede i ringe mængde mellem ortoklas og kvarts, ofte myrmekitisk sammenvokset med sidstnævnte. (Pegmatiter af et lignende udseende optræder også i den omgivende gnejs). Enkelte sprækker tilhørende dette system kan udfyldes af enstatit.

Et tredje sprækkesystem er næsten horizontalt.

Olivinstenen er gennemsat af en ca. 15 m mægtig diabasdyke tilhørende den postorogene dyke-sværme, der gennemsetter hele området. Den stryger $N 40^\circ E$ og sender små apofyser ind i olivinstenen, som er noget opsprækket vinkelret på grænsen til diabasen; grænsen er iøvrigt skarp.

Bemærkninger om olivinstenens dannelse og regressive omdannelse.

Hvis, som antydtes på side 68, olivinstenens diopsid-hornblende-aggregater og spredte, korroderede diopsid- og hornblende-korn bør opfattes som rester af en oprindelig Ca-rig bjergart, der nu er erstattet (replaced) af olivinstenen, kan man sammenligne Siorarsuit-forekomsten med de talrige ultrabasiske bjergarter, der forekommer i den sydlige del af Sukkertoppen distrikt; i så fald er olivinstenen dannet ved metamorf — og ikke ved magmatisk — differentiation. Vi skal ikke diskutere dette genetiske spørgsmål yderligere på dette sted, men henvise til en afhandling om de ultrabasiske bjergarter fra Tovqussaq, der er under forberedelse.

Tilstedeværelsen af den marginale hypersthen/flogopit-zone viser, at olivinstenen ikke har været i ligevægt med den omgivende gnejs. Olivinen har reageret med tilført Si under dannelse af hypersthen. Det frigiorte Mg/Fe er bundet i flogopitzonen og i den Mg-rige biotit lige uden for grænsezonen. Tilført Ca, Al og alkalier har givet anledning til dannelsen af diopsid, plagioklas (og hornblende). Bedømt ud fra mineralselskabet, som det nu fremtræder, har omdannelsen fundet sted under granulit-facies betingelser. Til samme omdannelses-periode hører dannelsen af enstatit, diopsid og hornblende, samt flogopit på olivinstenens sprækker. Derimod er pegmatiterne sandsynligvis dannet i et noget senere trin og ved lavere temperatur.

Da den retrograde omdannelse fortrinsvis er knyttet til grænser og sprækker, må man slutte, at omdannelsen har været kortvarig, d. v. s. at afkølingen har været hurtig.

Andre forekomster af ultrabasiske bjergarter i Sukkertoppen distrikt.

I den sydlige del af distriktet i landet mellem fjordene Sdr. Isortok og Alangua samt ved fiskerihavnen Tovqussaq optræder større og mindre

linser af ultrabasiter som konforme indeslutninger i gnejsen. Da en mere udførlig beskrivelse af disse bjergarter er under udarbejdelse, skal her kun nævnes et par af de mere olivinrige forekomster.

På sydsiden af Sdr. Isortok, nær dennes munding, forekommer en hel del forholdsvis store ultrabasitlinser, der er indesluttede i og adskilte af store pegmatitmasser. Disse forekomster er foreløbig ikke gjort til genstand for nærmere undersøgelse.

Syd for ovennævnte forekomst findes ved bunden af den lille fjord Amitsuarsoralak en lille 25×24 m mægtig ultrabasitlinse. Dennes sydlige del består af enstatit ($2V = (+) 86^\circ$), olivin ($2V = (+) 89^\circ$), kromit, samt omdannelsesprodukterne flogopit, serpentin, magnetit og magnetkis. En analyse af et serpentinrigt parti af denne er udført af Hr. A. H. NIELSEN og forfatteren (se tabel 1).

I den lille fjord øst for Amitsuarsoralak findes en hel del ultrabasitlinser. En af disse, der under feltarbejdet betegnedes Ol. 1, er mindst 100×50 m i areal og består af olivin ($2V = (+) 87^\circ$), enstatit ($2V = (+) 84^\circ$), kromit samt ganske lidt hornblende og serpentin + magnetit. Hr. A. H. NIELSEN har analyseret en prøve herfra (se tabel 1).

Tabel 1.

	Ultrabasit, Amitsuarsoralak.	Ultrabasit Ol. 1.
SiO ₂	40,64 %	42,37 %
TiO ₂	nil	—
Al ₂ O ₃	2,67 %	2,52 %
Fe ₂ O ₃	4,94 %	2,36 %
FeO	7,10 %	8,16 %
MnO	0,17 %	0,16 %
MgO	40,81 %	41,85 %
CaO	spor	0,97 %
Cr ₂ O ₃	0,16 %	1,30 %
NiO	0,17 %	0,56 %
H ₂ O ÷	0,21 %	—
H ₂ O +	2,44 %	—
I alt	99,31 %	100,25 %

Disse bjergarters enstatitindhold bevirker, at analyserne på visse punkter afviger fra de af R. BØGVAD (side 64) anførte for olivinstenen fra Siorarsuit (olivinen har, ifølge de optiske data, tilnærmelsesvis samme sammensætning i de tre analyserede bjergarter). Serpentin + magnetitdannelsen i Amitsuarsoralak-bjergarten er ansvarlig for dennes indhold af Fe₂O₃ og H₂O. Ol. 1-ultrabasiten ses at være ganske frisk; dens forholdsvis store Cr₂O₃-indhold skyldes tilstedeværelsen af ca. 2 % kromit.