

# INDLEDENDE OVERVEJELSER VEDRØRENDE MILJØFORHOLD OG UNDERSØGELSESPROGRAM I FORBINDELSE MED HIGHWOODS EFTERFORSKNINGSPROGRAM

---

## Indholdsfortegnelse

<b>1. Indledning</b> . . . . .	2
<b>1.1 Brydningssted</b> . . . . .	2
<b>1.2 Oparbejdningssted og tailingsdepot</b> . . . . .	2
<b>1.3 Udskibning</b> . . . . .	3
<b>1.4 Tidsplan</b> . . . . .	4
<b>2. Stoffer der kan udgøre miljømæssige problemer</b> . . . . .	4
<b>3. Miljøundersøgelser</b> . . . . .	5
<b>3.1 Fastlæggelse af baggrundsniveau</b> . . . . .	5
<b>3.2 Identifikation af miljøfarlige stoffer</b> . . . . .	10
<b>3.3 Undersøgelse af det fysiske miljø</b> . . . . .	11
3.3.1 De fysiske forhold . . . . .	11
3.3.2 Topografi . . . . .	12
3.3.3 Ingeniørgeologi . . . . .	12
3.3.4 Hydrologi . . . . .	13
3.3.5 Klima/vejr . . . . .	13
3.3.6 Hydrografi . . . . .	13
3.3.7 Program og tidsplan . . . . .	14
<b>3.4 Ressourcer i området</b> . . . . .	15
<b>3.5 Arkæologiske interesseområder</b> . . . . .	15

## **1. Indledning**

Highwood Resources Ltd. m.fl. har ansøgt om en 1-årig efterforskningskoncession for perioden indtil 31. december 1988 for et område nord og syd for Skovfjorden og Tunugdliarfik (Eriksfjord) ved Narsaq.

Området er vist på figur 1.

Ansøgningen vedrører alle mineralske råstoffer med undtagelse af kulbrinter, kul, uran og thorium, men Highwood ønsker at koncentrere efterforskningen om yttrium, zirkonium og sjældne jordarters metaller.

Highwood regner med en årsproduktion på 250.000 tons malm fra et åbent brud med en mekanisk oparbejdning i Grønland til 30.-50.000 tons eudialyt koncentrat.

Highwood forventer, at brydning og oparbejdning kan betyde 30-50 lokale arbejdspladser.

### **1.1 Brydningssted**

Highwood har planlagt en prøveindsamling i 1988 i tre delområder (A, B og C) nord og syd for Skovfjorden. I området ved Agpat syd for Skovfjorden, område C, er der planlagt et egentligt boreprogram. Da dette område C således ud fra Highwoods synspunkt ser mest interessant ud, vil vi i de følgende beskrivelser og vurderinger forudsætte, at dette er brydningsstedet.

Brydningsstedet er "nabo" til det koncessionsområde, der er gældende indtil udgangen af 1988 for A/S Carl Nielsen. A/S Carl Niensens efterforskning er primært rettet mod zirkoniumindholdet i mineralet eudialyt.

### **1.2 Oparbejdningssted og tailingsdepot**

Det er tanken, at malmen efter knusning og formaling skal undergå en flotation og magnetisk separation i Grønland. Derimod skal den kemiske bearbejdning af koncentratet foregå uden for Grønland.

Den fysiske oparbejdning og den dertil knyttede tailingsdeponering kan enten foregå i nærheden af brydningsstedet eller ved Narsaq. Ud fra studier af topografiske kort over Narsaq-området er det imidlertid ikke lykkedes Highwood at finde egnede tailingsdepoter. Under et besøg i Narsaq i slutningen af januar undersøgte Highwood mulige placeringer af tailingsdepotet.

I den foreliggende vurdering af projektet er taget som udgangspunkt, at tailingsdeponering foregår på land. Der er ikke foretaget vurderinger af muligheden for deponering af tailings i havet (marin tailingsdeponering). Baggrunden herfor er, at man ved en marin deponering mister muligheden for at afhjælpe eventuelle miljøgener, som uventet måtte opstå. Det vil være nødvendigt at have en meget sikker viden om de miljømæssige konsekvenser af marin tailingsdeponering. De undersøgelser, der skulle skabe det fornødne videnniveau, ville være meget omfattende og indeholde elementer som:

opløselighed af stoffer i tailings såvel i suspension som efter sedimentation på såvel kort som langt sigt

toxicitet over for marine organismer af opløste stoffer og tailingspartikler

bioakkumulation i marine organismer af opløste stoffer og tailingspartikler

bestemmelse af havstrømme og fortyndinger

Gennemførelse af undersøgelserne i forbindelse med marin tailingsdeponering vil blive overordentlig kostbar, og det er selvfølgelig ikke givet, at de vil føre til en accept af den marine deponering.

### **1.3 Udskibning**

Uanset valget af oparbejdningssted skal der ved brydningsstedet ved Agpat foregå en udskibning. Vanddybden er stor helt ind til fjeldsiden, så skibe kan komme helt ind til kysten uden nævneværdige havnefaciliteter.

Foregår oparbejdningen ved brydningsstedet, vil koncentratet skulle udskibes.

Hvis der ikke foretages en oparbejdning ved Agpat, vil malmen sandsynligvis blive udskibet til oparbejdning ved Narsaq. Afstanden hertil er ca. 15 km.

De eksisterende havnefaciliteter ved Narsaq kan formodentlig ikke anvendes, da oparbejdningsstedet vil ligge for langt fra Narsaq. Der må derfor påregnes bygning af nye havnefaciliteter, lagerkapacitet til malmen foruden tailingsdepotet.

#### **1.4 Tidsplan**

Den efterforskningskoncession, der er søgt om for perioden indtil udgangen af 1988, sigter imod at indlede forhandlinger om en udvindingskoncession i 1989 og at påbegynde en udvinding i 1990. Dette betyder, at der allerede i 1988 skal påbegyndes miljøundersøgelser, der omfatter det senere omtalte program for miljøundersøgelser. Disse miljøundersøgelser skal give grundlaget for myndighedernes godkendelse af processer og anlæg samt danne baggrund for fremtidige undersøgelser af mineaktiviteternes påvirkning af omgivelserne (monitering).

#### **2. Stoffer der kan udgøre miljømæssige problemer**

Der er af selskabet fremlagt analyser af 3 100-kg prøver. En af prøverne stammer fra den største forekomst, som er beliggende, hvor minedrift vil være nemmest, og hvor boreprogrammet er planlagt gennemført. Prøverne er bl.a. analyseret for metallerne yttrium, zirkonium, niob, tantal, cerium, lantan, thorium og uran. Hvad angår de seks førstnævnte metaller, er der kun meget begrænset viden om eventuel miljøfarlighed, men det formodes, at toxiciteten er lav. Thorium og uran er radioaktive stoffer, og miljøundersøgelser af disse metaller fokuserer i høj grad på risikoen for radioaktiv forurening af omgivelserne. For prøven fra det planlagte borested er givet thorium- og urankoncentrationer på henholdsvis 54 mg/kg og 96 mg/kg. Sammenlignet med malmen i Kvanefjeldet er disse værdier ikke høje (thorium- og urankoncentrationer på henholdsvis 1500 mg/kg og 310 mg/kg). Dette indikerer, at miljøproblemerne som følge af radioaktive stoffer vil være begrænsede, idet denne vurdering dog er afhængig af, i hvor høj grad der under opkoncentreringsprocesserne vil vise sig letopløselige radioaktive forbindelser. Det må endvidere erindres, at der kun foreligger analyse af en prøve indsamlet i overfladen. For at få sikker viden om malmens indhold af stoffer er analyser af borekerner nødvendige.

Som det fremgår, er der kun analyseret for ganske få stoffer, hvoraf kun uran og thorium i øjeblikket anses for at være kritiske i miljømæssig henseende. En vurdering af indholdet af miljøfarlige stoffer i den påtænkte malm og gråbjerg må afvente analyser af borekerner. I øjeblikket kan der kun foretages en foreløbig vurdering ud fra kendskabet til kemien i det område, hvor forekomsten er beliggende (Ilimaussaqa intrusionen). Geologien og geokemien i området er beskrevet nærmere i bilaget til denne redegørelse. Her skal kun nævnes, at Ilimaussaqa intrusionen kemisk er meget speciel og i forhold til almindelige bjergarter er beriget med grundstoffer som beryllium, lithium, rubidium, cæsium, thallium, gallium, sjældne jordarter, zirkonium, niob, tantal, tin, thorium, uran, zink, bly, molybdæn, fluor og klor samt de radioaktive datterprodukter af uran og thorium. Flere af disse stoffer er giftige. Der er altså mulighed for, at der i malmen vil vise sig miljøfarlige stoffer, som må tages i betragtning i forbindelse med planlægning af minedriften, opkoncentreringsprocesserne og affaldsdeponeringen.

### **3. Miljøundersøgelser**

#### **3.1 Fastlæggelse af baggrundsniveau**

Nedenstående undersøgelsesprogram har til formål at fastlægge et baggrundsniveau for områderne omkring mineprojektets forskellige aktiviteter inden igangsættelsen af mineaktiviteterne. Et udvalg af de indsamlede prøver skal efter en beslutning om igangsætning af minedrift analyseres for en række stoffer. Fastlæggelsen af hvilke stoffer, der vil være relevante at analysere for, vil ske på baggrund af en nøjere analyse af malm, tailing og gråbjerg samt opløselige stoffer i disse produkter. Det skal bemærkes, at såfremt det viser sig, at radioaktive stoffer kan udgøre et problem, vil det være nødvendigt at foretage analyser af Polonium-210 og Bly-210 umiddelbart efter indsamlingen af prøver.

Da der på nuværende tidspunkt endnu er usikkerhed med hensyn til brydningssted, oparbejdningssted, havnefaciliteter og tailingsdepot, kan der ikke udarbejdes et undersøgelsesprogram for specifikke områder omkring disse aktiviteter. I stedet er der valgt at udarbejde undersøgelsesprogrammer for følgende typer af områder:

- a) Marine områder
- b) Elv-områder
- c) Terrestriske områder

For hver af disse områdetyper er det fastlagt, hvilke prøver der skal tages af dyr, planter, vand og sediment, samt hvor mange analyser det i første omgang skønnes nødvendigt at foretage.

## a) Marine områder

prøvetype	stationer	prøver pr. st.	antal prøver		analyser		
			indsamles	analyseres	dele	ialt	
tang	8	3	24	6	1	6	
muslinger	8	3	24	10	1	10	
ulk	1	10	10	3	3	9	
torsk	1	20	20	5	3	15	
rejer	1	5	5		2	10	
ørred	1	10	10	3	3	9	
						59	

## b) Elv-områder

prøvetype	stationer	prøver pr. st.	antal prøver		analyser		
			indsamles	analyseres	dele	ialt	
vand	1	10	10	10	1	10	
ørred	3	8	24	10	3	30	
sediment	10	2	20	5	1	5	
						45	

## c) Terrestriske områder

prøvetype	stationer	prøver pr. st.	antal prøver		analyser		
			indsamles	analyseres	dele	ialt	
jord	10	1	10	5	1	5	
lav	30	1	30	15	1	15	
græs	10	1	10	5	1	5	
pil	10	1	10	5	1	5	
får	1	2	2	2	4	8	
						38	

Highwoods mineprojekt giver de på figur 2 og 3 viste undersøgelsesområder, som er fremkommet ud fra følgende vurderinger af de enkelte mineaktiviteter:

- 1) Brydningsstedet:           To marine områder  
                                       Ét elv-område  
                                       Ét terrestrisk område

Omkring selve brydningsstedet, der vil komme til at ligge på bjergplateauet ud mod Skovfjorden, lægges et marint og et terrestrisk undersøgelsesområde. Dette brydningssted og et eventuelt tailingsdepot kan muligvis have sit afløb ned mod Lakseelv og Kangerdluarssuk, hvori Lakseelven udmunder. I Lakseelv og i fjorden lægges henholdsvis et elvundersøgelsesområde og et marint område.

- 2) Udslibning ved brydningsstedet:

Ét marint område  
 Ét terrestrisk område

Med et brydningssted som ovenfor omtalt vil udslibningsstedet ligge NV herfor ud mod Skovfjorden. Omkring dette sted lægges de to undersøgelsesområder.

- 3) Eventuel oparbejdning, lager, tailingsdepot og udslibningssted ved Narsaq:

Ét marint område  
 Ét terrestrisk område  
 evt. Ét elv-område

Det er ikke givet, at oparbejdning m.v. skal foregå ved Narsaq, idet denne kan foregå ved selve brydningsstedet. Endvidere er der ikke endnu fundet egnede tailingsdepoter i området omkring Narsaq. Da der imidlertid er fordele forbundet med en oparbejdning ved Narsaq, bl.a. på grund af kraftværket, må vi i denne fase operere med disse mulige aktiviteter.

Omkring udslibningen lægges der et marint område, og omkring oparbejdningssted og tailingsdepot, der forudsættes liggende tæt op af hinanden, lægges et terrestrisk undersøgelsesområde. Det antages, at det marine undersøgelsesområde også vil kunne dække marin påvirkning fra et tailingsdepot. Da oparbejdning og tailingsdepot kan influere på Narsaq elv, er der endvidere medtaget et elvområde.



Dette betyder, at der indtil videre må opereres med 4 marine -, 3 terrestriske- og 2 elv-områder.

Prøveindsamlingerne ved de 4 marine områder udføres pr. skib af 3 personer ud over skibets besætning. Det er skønnet, at der ud over transporten af skibet fra basishavn til mineområdet ved Narsaq skal anvendes 14 arbejdsdage.

De terrestriske undersøgelser foretages på de to lokaliteter ved minen og udskibningshavnen af ét hold på 3 personer, der flyttes pr. helikopter. Arbejdet er skønnet at omfatte henholdsvis 7 og 3 dage samt 2 flyttedage, ialt 12 dage. Ved Narsaq bor holdet på hotel, og det forudsættes, at det har adgang til arbejdsplads og bil. Under disse forudsætninger kan arbejdet gennemføres på 5 dage. Dvs. at der til terrestriske undersøgelser ialt skønnes anvendt 17 arbejdsdage.

Prøveindsamlingerne ved de to elvområder skønnes at kunne foretages i forbindelse med de ovennævnte aktiviteter.

Af figur 2 og 3 fremgår det, at der specielt for aktiviteterne brydning og udskibning er overlappinger af de tilhørende undersøgelsesområder. Men som det fremgår af figurtekstens "teoretiske stationsplacering inden for undersøgelsesområdet", ligger de fleste stationer tæt på aktiviteten og kun få stationer i yderområdet. Dette betyder, at der ikke bliver så mange fælles stationer i to overlappende områder, som man kunne forvente.

Tidsplanen for indsamling af prøver med henblik på bestemmelse af baggrundsniveau er at gennemføre indsamlinger i 1988. Med start på udvindingskoncessionsansøgninger i begyndelsen af 1989 vil der være mulighed for at gennemføre de geografiske relevante dele af programmet også i 1989, og der kan således opnås data fra 2 år, hvilket er minimum for bestemmelse af den naturlige variation af de målte parametre. Et kendskab til den naturlige variation er en sikkerhed for koncessionshaver såvel som for myndigheder, idet man kan sikre sig, at der ved monitoringen af minedriftens effekt på miljøet ikke sammenlignes med unormalt høje eller unormalt lave baggrundsværdier.

For at kunne gennemføre det marine indsamlingsprogram i 1988 er det nødvendigt, at GM har endelig beslutning ultimo marts.

Analyser af de indsamlede prøver kan for de fleste stoffers vedkommende vente,

til der er taget endelig beslutning om iværksættelse af minedriften. Til den tid gennemføres for de relevante områder analyser af materialet fra 1988 som angivet i oversigten side 6. Et mindre antal prøver fra 1989 analyseres også, men viser der sig derved større forskelle mellem de to år, analyseres samme antal prøver som for 1988. Både analyserede og ikke analyserede prøver gennes, således at der senere kan gennemføres analyser, hvis der viser sig tvivl om den oprindelige miljøtilstand. Hvis det viser sig, at indholdet af radioaktive stoffer udgør et problem, vil det være nødvendigt at gennemføre analyserne af polonium-210 og bly-210 umiddelbart efter indsamlingen af prøverne. Disse analyser er meget kostbare, men det skønnes kun nødvendigt at foretage et mindre antal af disse analyser.

Det skal understreges, at omfanget af baggrundsundersøgelserprogrammet ikke er tænkt opretholdt i monitoringsfasen. Hvis der ikke under monitoringsfasen viser sig uventet miljøbelastning, skal programmet kun være i den størrelsesorden, som er angivet for "analyserede prøver" på side 6. Det store antal indsamlede baggrundsprøver er nødvendige for senere at kunne bestemme baggrundsniveauet, hvis det skønnes nødvendigt.

### **3.2 Identifikation af miljøfarlige stoffer**

For at kunne bestemme hvilke stoffer, der skal indgå i analyseprogrammet til fastlæggelse af baggrundsniveau samt for at bestemme behovet for rensningsforanstaltninger, er det nødvendigt at fastlægge hvilke stoffer, der vil kunne frigøres i forbindelse med de planlagte aktiviteter samt at kvantificere, hvor store mængder der vil være tale om. Et første skridt i dette arbejde er analyse af malm, tailings og eventuelt gråbjerg. Analysen skal omfatte så mange grundstoffer som muligt, således at der kan bestemmes hvilke stoffer, der er beriget i forhold til jordskorpens gennemsnitsindhold. Andet trin er udludning af malm, tailings og gråbjerg med destilleret vand og 25% eddikesyre og bestemmelse af, om der er mulighed for, at produkterne under påvirkning af vand og luft danner aggressive stoffer, idet dette formentlig vil bevirke en kraftig stigning i udvaskningsraten. De udludede produkter anvendes til toxicitetsforsøg. Der tænkes her på standardtests som undersøgelse af toxicitet over for dafnier og ørredyngel.

Undersøgelserne af opløselighed og toxicitet skal bl.a. anvendes til vurdering af behovet for gennemførelse af rensningsforanstaltninger til nedbringelse af udslip

fra processer, lagre, gråbjergsdepot og tailingsdepot. Disse oplysninger er derfor nødvendige for at kunne udforme mineprojektet og skal derfor foreligge på et tidligt tidspunkt i planlægningen. Af hensyn til myndighedsbehandlingen skal disse oplysninger være til stede samtidig med ansøgningen om udvindingskoncession, og af hensyn til selskabets arbejde med planlægning skal oplysningerne formentlig foreligge adskillige måneder tidligere.

### 3.3 Undersøgelse af det fysiske miljø

Med henblik på at vurdere teknisk-sikkerhedsmæssige og fysisk-miljømæssige forhold omkring en minevirksomhed er det nødvendigt at have et vist kendskab til virksomheden og de fysiske forhold i området.

Vurderingen anvendes bl.a. ved råstofforvaltningens godkendelse af virksomhedens anlæg og drift og omfatter eksempelvis bygninger, anlæg, transportforhold, brydningsplaner, deponeringsforhold m.v.

#### 3.3.1 De fysiske forhold

De fysiske faktorer, der i denne sammenhæng bør søges beskrevet, omfatter:

- topografi med henblik på hældningsforhold, oplandsgrænser og vandveje, stedfæstelse og indplacering af anlæg, afgrænsning mod andre interesser etc.
- ingeniørgeologi med henblik på funderings- og permeabilitetsforhold samt byggematerialer på stedet.
- hydrologi med henblik på vand/snemængder og fordeling.
- klima/vejr med henblik på vind-, temperatur- og nedbørsbelastning.
- hydrografi med henblik på besejlingsforhold under hensyntagen til vanddybder samt fastislægning og storis.

Som følge af tidligere undersøgelsesprogrammer i regionen (Kvanefjelds projektet, vandkraftudnyttelse, hydrologisk dekade) foreligger en del materiale, således at en indledende beskrivelse af de fysiske forhold kan gennemføres.

Denne beskrivelse skal tilpasses de aktuelle lokaliteter gennem feltundersøgelser og eventuel etablering af automatisk kontinuert registrering af de lokale meteorologiske forhold.

### 3.3.2 Topografi

Det foreliggende kortmateriale er beskrevet i bilaget.

På nuværende stadi kan et arbejdskort over området f.eks. fremstilles ved at anvende 1:5000 nedfotograferet til 1:20.000, sammenskåret med det ældre 1:20.000 kort. Den forskellige kurveækvidistance må accepteres.

For oversigtsformål kan f.eks. fremstilles en opfotografering (1:20.000-1:30.000) af luftfoto 1:150.000.

Med henblik på stedfæstelse i et kendt referencesystem, kan udlægges punkter i terrænet, og eventuel opmåling af detailområder kan gennemføres ud fra disse.

### 3.3.3 Ingeniørgeologi

En ingeniørgeologisk vurdering af stabilitets- og permeabilitetsforhold i forbindelse med anlæg af tailings- og waste depoter må udføres i felten.

Specielt i Dyrnæs dalen ved Narsaq optræder store mængder af sand/grus aflejringer, der i denne forbindelse er lidt kendte.

I terrænet skal også gennemføres en vurdering af mulige og eventuelt påtænkte placeringer for kajanlæg, vejtracé, brændstof- og sprængstofdepot, lejrfaciliteter, eventuelle behandlingsanlæg, helistop etc.

Endelig skal egnethed og mængder af tilgængelige naturlige byggematerialer vurderes - det kan eventuelt være nødvendigt at hente sådanne materialer uden for området.

Sporadisk permafrost kan optræde, men forventes generelt ikke i området.

I forbindelse med stabilitetsvurderinger af depoter og brydningskoncept vil en

bestemmelse af styrkeparametre på intakte borekerner være ønskelig. Kernestykkerne skal være repræsentative, og længderne af de enkelte stykker bør være 10-15 gange kernediameteren.

#### 3.3.4 Hydrologi

En indledende vurdering af overfladevandskel og - vandveje samt omfang og fordeling af tilgængelige vandmængder til proces/brugsformål bør udføres på foreliggende kort- og flyfotomateriale.

Denne vurdering skal følges op med en kontrol i området incl. spotmålinger og vurdering af sneforholdene.

#### 3.3.5 Klima/vejr

På nuværende stadi bør en analyse af vind, temperatur og nedbørsforhold gennemføres fra igangværende station 210 Taseq og nedlagte station 209 Nunasarnaq, idet sidstnævnte lå i Tunugdliarfik fjorden (omtrent over for Agpat, 1979-84), og førstnævnte ligger oven for Narsaq i kote 585 (Agpat plateauet ligger i kote 3-400).

Under indtryk af resultaterne fra en sådan analyse, kombineret med en vurdering af de aktuelle lokaliteter, kan det afgøres, om der vil være behov for etablering af automatisk meteorologisk registrering i området. Med henblik på støvkontrol forekommer dette imidlertid sandsynligt.

#### 3.3.6 Hydrografi

På baggrund af materiale beskrevet i bilaget bør gennemføres en vurdering af besejlingsmulighederne i området - direkte ud fra eventuelle afskibningssteder og eventuelt mellem udskibningssted og Narsaq by.

Resultatet kan få indflydelse på produktionsplanlægning gennem behov for

lager- og deponeringskapacitet samt behov for mandskabs- og øvrig transport ad luftvejen.

### 3.3.7 Program og tidsplan

De indledende vurderinger af hydrologi, klima og besejlingsforhold bør sættes i gang hurtigst muligt, da resultaterne heraf må antages at få umiddelbar indflydelse på de egentlige feltundersøgelser og koncessionshaveres videre planlægning. Vurderingerne vil kunne gennemføres i marts-april 1988 under medvirken af en konsulent i 14 dage samt afholdelse af et mindre beløb til datafremskaffelse og processering.

Feltundersøgelserne har to formål, dels en tilpasning og kontrol af de indledende vurderinger til de aktuelle områder, og dels en vurdering af fremlagte projekter med konkrete placeringsforslag for konstruktioner og aktiviteter. Afhængig af foreslåede produktionsmønstre og placeringer kan det være aktuelt at vurdere såvel en snelagt som en snefri situation.

Opfølgning af de indledende vurderinger bør udføres i 1988 og skønnes at kunne gennemføres af to personer i 1 effektiv arbejdsuge uden anvendelse af tungt udstyr, dvs. med båd/telt. Den nødvendige tid til planlægning og mobilisering vil være omkring 1 måned. Tidspunktet kunne vælges ud fra kendte efterforskningsaktiviteter i området, således at parløb med koncessionshaver/ansøger kunne indledes.

Highwood's projekt er endnu ikke specificeret i en grad, der retfærdiggør undersøgelser på lokaliteterne, og en mobiliseringstid omkring 2-3 måneder skønnes nødvendig, afhængig af undersøgelsernes fysiske omfang og karakter (Narsaq med eventuelle grundvandsforhold er et vigtigt element i denne sammenhæng). Bemanning og tidsforbrug kan først skønnes, når nærmere konkrete planer foreligger.

Etablering af en automatisk station for registrering af meteorologiske parametre indebærer leveringstid på komponenter samt indpasning i fartplaner for atlanttransport, således at en eventuel beslutning skal tages 3 måneder før det ønskede etableringstidspunkt.

### **3.4 Ressourcer i området**

Som beskrevet i afsnittet om områdets anvendelse i dag er der en vis usikkerhed med hensyn til, hvorledes området udnyttes. Dette gælder især lokaliseringen af fåregræsningsarealer. Den nemmeste måde af få dette afklaret er gennem interview med fåreholderne. Ligeledes bør lokaliseringen af fiskepladser, områdets anvendelse af turister samt lokalbefolkningens anvendelse af området til rekreative formål beskrives nøjere.

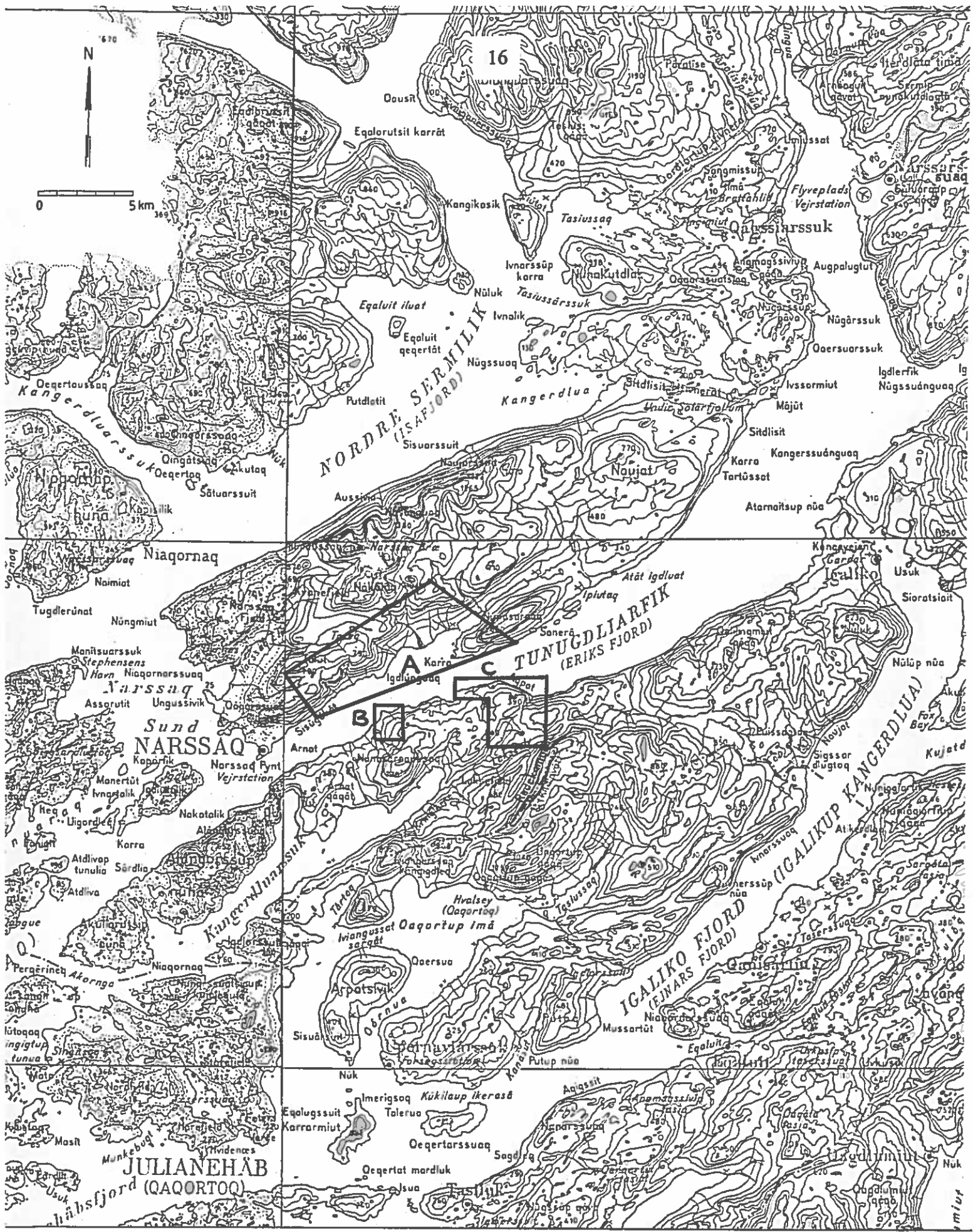
Disse undersøgelser indgår i vurderingen af betydningen af aktiviteten på de enkelte steder og slææ derfor gennemføres, inden der kan tages stilling til en ansøgning om udvindingskoncession, dvs. i 1988.

Det forventes ikke, at der er vildt i området, som vil fordre undersøgelser.

### **3.5 Arkæologiske interesseområder**

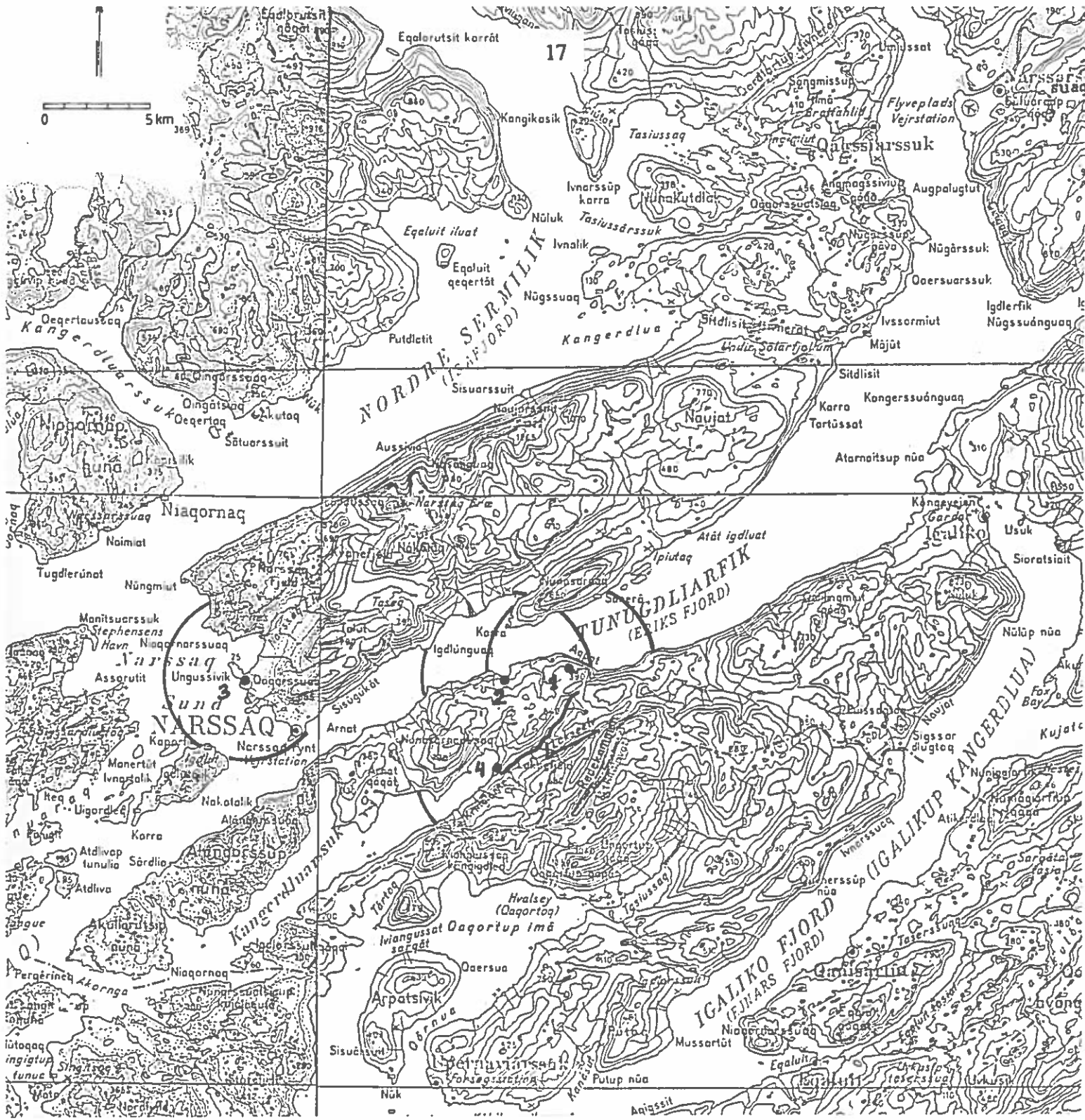
Narsaq-området har været beboet af såvel eskimoer som nordboer. Det må formodes, at der ved mineområdet og den dertil knyttede havn ikke er større sandsynlighed for, at et mineprojekt skal komme i konflikt med arkæologiske interesseområder. Området omkring Narsaq har imidlertid været beboet af både eskimoer og nordboer. Navnet Dyrnæs stammer således fra nordbotiden.

Undersøgelser af kulturmindesmærker varetages af Grønlands Landsmuseum, og med henblik på planlægning af undersøgelserne må Landsmuseet snarest inddrages.



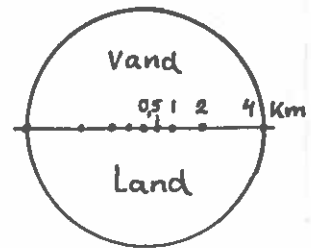
Figur 1



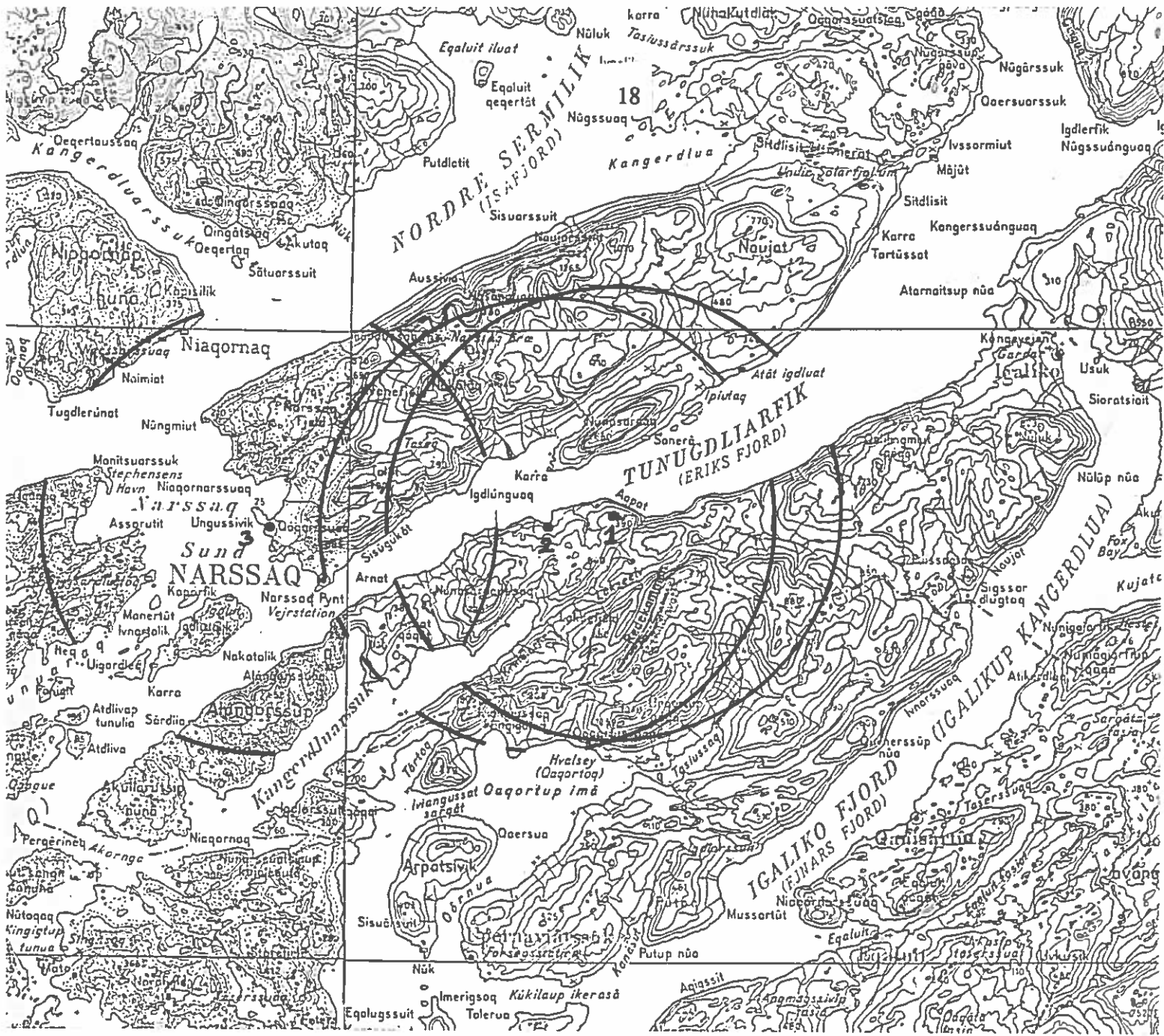


Figur 2 Marine- og elv-undersøgelsesområder

- ved
1. Brydning
  2. Udskibning
  3. Oparbejdning
  4. Udsivning fra 1.



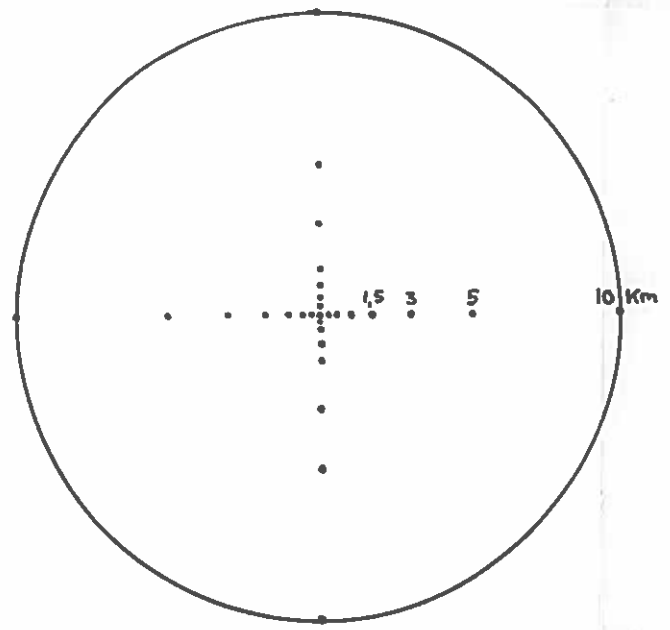
Theoretisk stationsplacering indenfor undersøgelsesområdet



Figur 3. Terrestriske undersøgelsesområder

- ved 1. Brydning
- 2. Udskibning
- 3. Oparbejdning

Teoretisk stationsplacering indenfor undersøgelsesområdet



## BILAG

### Indholdsfortegnelse

<b>1. Indledning</b> . . . . .	2
<b>2. Eksisterende interesser i området</b> . . . . .	2
<b>2.1 Fiskeri</b> . . . . .	2
<b>2.2 Fåreavl</b> . . . . .	3
<b>2.3 Turisme</b> . . . . .	4
<b>2.4 Rekreation</b> . . . . .	4
<b>2.5 Narsaqs vandforsyning</b> . . . . .	4
<b>2.6 Dyreliv</b> . . . . .	5
<b>3. Områdets geologi og geokemi</b> . . . . .	5
<b>3.1 Geologien i Highwoods påtænkte boreområde</b> . . . . .	7
<b>4. Tidligere undersøgelser i området relevante for vurdering af Highwoods projekt</b> . . . . .	8
<b>4.1 GGU's geokemiske undersøgelser</b> . . . . .	9
<b>4.2 Narsaq Projektet</b> . . . . .	9
<b>4.3 Grønlands Miljøundersøgelser og Grønlands Geologiske Undersøgelse 1979</b> . . . . .	10
<b>4.3.1 Marine sedimenter</b> . . . . .	10
<b>4.3.2 Biologisk materiale</b> . . . . .	10
<b>4.3.3 Radiokemiske analyser</b> . . . . .	11
<b>4.4 Undersøgelser af mos, lav og græs i Narsaq-området (Institut for Økologisk Botanik, Københavns Universitet)</b> . . . . .	11
<b>4.5 Risøs uranprojekt Kvanefjeld</b> . . . . .	12
<b>4.6 Undersøgelser under den internationale hydrologiske dekade</b> . . . . .	12
<b>4.7 Miljørekognoscering ved Lakseelv i forbindelse med vandkraftprojekt</b> . . . . .	12
<b>4.8 Sammenfatning</b> . . . . .	13
<b>5. Foreliggende oplysninger af relevans for tekniske vurderinger</b> . . . . .	13
<b>5.1 Topografi</b> . . . . .	13
<b>5.2 Ingeniørgeologi</b> . . . . .	14
<b>5.3 Hydrologi</b> . . . . .	14
<b>5.4 Klima/vejr</b> . . . . .	15
<b>5.5 Hydrografi</b> . . . . .	16

## **1. Indledning**

I dette bilag er givet en oversigt over:

- Eksisterende interesser i området
- Områdets geologi og geokemi
- Tidligere undersøgelser i området relevante for vurdering af Highwoods projekt
- Foreliggende oplysninger af relevans for tekniske vurderinger

## **2. Eksisterende interesser i området**

I Narsaq by boede pr. 1. januar 1987 1786 personer. Hovederhvervet i byen er fiskeri med tilhørende produktionsvirksomhed, og i kommunen i øvrigt er fåreavl det vigtigste erhverv. Endvidere er der i området en relativt stor turisme.

### **2.1 Fiskeri**

Det mest stabile lokale fiskeri i området er efter rejer. Fangsten foregår hovedsageligt i Tunugdliarfik, hvor der er trawlegnet havbund fra vest for Narsaq ind til Narsarsuaq. Det vil være muligt at få et overblik over udbyttet af rejefiskeriet i dette område ud fra GF's databaser, men billedet vil være meget usikkert, fordi det ikke altid ved indhandlingen oplyses, hvor rejerne er fanget. Indhandlingen af fisk til fabrikken i Narsaq vil også kunne oplyses, men der oplyses for fisk ikke noget om fangststed. Den vigtigste art er torsk og i perioder, hvor torskebestanden er god, som det er tilfældet lige i øjeblikket på basis af årgang 1984, vil der i alle de sydgrønlandske fjorde være et meget betydningsfuldt fiskeri. Andre arter af sekundær betydning er uvak (mest i perioder med få torsk), havkat, hellefisk, stenbider og fjeldørred. Ørreden indhandles formentlig kun i mindre udstrækning, men er lokalt af betydning. Ørreder fiskes dels med garn i fjordene, dels med håndredskaber i visse elve. Den vigtigste ørredelv, der vil kunne påvirkes af dette projekt, er Lakseelv, der udmunder i fjorden Kangerdluarssak. I tilfælde af at oparbejdningsanlæg og

tailingsdepot placeres på plateauet ved forekomsten, er de lokale dræningsforhold formentlig sådan, at eventuelle opløste forurenende stoffer vil ende i Lakseelv. En placering af oparbejdningsanlæg og tailingsdepot nord for Narsaq vil være i nærheden af Narsaq elv, hvor der foregår et vist sportsfiskeri.

## 2.2 Fåreavl

Fåreavlens lokalisering i Grønland blev kortlagt i forbindelse med fåreavlsprojektet 1977-1981. Resultater er rapporteret i "Undersøgelser af de naturlige græsgange i Syd-Grønland 1977-81". Kortet over græsningsområderne er vist som figur b1. Det fremgår, at mineområdet ligger i græsningsområde 10, som strækker sig ind til Igaliko. Brydning og eventuel tailingsdeponering ligger endvidere i nærheden af områderne 4, 5, 11 og 14. En lokalisering af oparbejdningsanlæg og tailingsdepot ved Narsaq vil være i område 5.

I følgende tabel er angivet antallet af fåreholdere, arealet af dyrket eng og antallet af voksne får i 1980 i de relevante græsningsområder.

Græsnings- områdenr.	Antal fåreholdere 1982	Areal opdyrket eng (ha) 1982	Antal voksne får 1980
4	8	27,8	2132
5	2	6,0	60
10	7	?	1474
11	0	1,5	235
14	0	0	0
Hele Grønland	95	235,4	19557

Det fremgår, at områderne 4 og 10 er betydningsfulde fåreområder. De foreliggende oplysninger siger imidlertid ikke noget om, hvilke dele af de enkelte græsningsområder, der har størst betydning. Det er således sandsynligt, at mineområdet er mindre betydningsfuldt på grund af sparsom vegetation. Detaljer om hvorledes områderne udnyttes må afklares ved samtaler med fåreholderforeningen og fåreholderne.

### 2.3 Turisme

Sydgrønland er Grønlands vigtigste turistområde. En stor del af turismen udgøres af individuelle eller arrangerede vandreture, men der arrangeres også dyrere ture, hvor turisterne sejles rundt til byer og seværdigheder. Der kommer næppe mange turister i området, hvor forekomsten ligger. Der foretages en del vandreture fra Igaliko til Qaqortoq, men ruterne vil oftest gå langs sydsiden af halvøen, hvor der er relativt frodigt, og hvor en attraktion som kirkeruinen i Hvalsø ligger. Fra Narsaq by til Qassiarsuk er der vandreruter, som både kan gå igennem Dyrnæsdaalen og følge nordsiden af Tunugdliarfik. Endvidere er der i Narsaq turisthotel, hvorfra endagsture f.eks. til indlandsisen og til Kvanefjeld arrangeres. Nogle turister fisker i Dyrnæsøen og Dyrnæsbugten. Nærmere oplysninger om turismen og omfanget af den må kunne indhentes hos Narsaq turistkontor.

### 2.4 Rekreation

I nærheden af Narsaq anvendes Dyrnæsdaalen i høj grad som rekreativt område. Det sker ved endagsture til fods eller i bil og ved camping. I den del af daalen, der ligger nærmest Narsaq, er der endvidere et par sommerhuse. I øen og specielt Dyrnæsbugten er lystfiskeri almindeligt.

Lakseøen, der udmunder i Kangerdluarssuk, er et yndet sommermål for beboere i Narsaq og Qaqortoq.

### 2.5 Narsaqs vandforsyning

Vandforsyningen i Narsaq er i øjeblikket baseret på en lille øl, der om vinteren har stærkt nedsat vandføring. Til vinterens forbrug fyldes et vandmagasin beliggende mellem Narsaq by og Narsaq Pynt. Magasinets kapacitet er imidlertid ikke tilstrækkelig i forbindelse med en udvidet produktion på (fiske)fabrikken. Det er derfor nødvendigt at udvide magasinets kapacitet og/eller at inddrage yderligere tilgængelige ferskvandsressourcer. GTO undersøger i øjeblikket muligheden for udnyttelse af en mindre øl ud mod Narsaq Pynt, øen fra Taseq samt Narsaq Øl, der imidlertid har et højt indhold af fluorid.

Vandforsyningen i dag og fremover baseres på overfladevand fra et vandindvindingsområde, der er fastlagt som en klausuleret zone. Området er vist på figur b2.

En klausuleret zone er en beskyttelsesforanstaltning, omkring tekniske anlæg og vandindvindingsområder, inden for hvilken der ikke må bygges eller, hvor de enkelte sektormyndigheder skal høres, inden bebyggelse kan finde sted. Planer om anlæg inden for en sådan zone må derfor forventes at skulle gennem en omfattende administrativ behandling, eventuelt suppleret med et undersøgelsesprogram - uden nogen form for garanti for et positivt resultat.

Den klausulerede zone er omkranset af en spærregrænse, der i henhold til paragraf 14 i "Bekendtgørelse af 29. oktober 1962 om bygningsafstande i Grønland" er fastlagt til en afstand af 30 meter uden for vandskellet, inden for hvilken byggeri eller anden aktivitet, der udgør en fare for forurening af vandet, ikke må finde sted.

Udnyttelse af vand fra indvindingsområdet kan eventuelt tillades på vilkår, der fatlægges gennem forhandling med sektormyndigheder.

## 2.6 Dyreliv

I nærheden af de aktuelle områder er der tre par vandrefalke. Et par yngler i Dyrnæsdaalen, et par yngler på nordkysten i bunden af Kangerdluarssuk og 1 par halvvejs oppe ad Lakseelven.

Der er ét par havørne, der yngler på nordkysten af Kangerdluarssuk, 2/3 inde i fjorden. Et andet par yngler på den sydlige del af øen vest for Narsaq.

For begge rovfuglearter gælder det, at de om sommeren godt kan tåle en vis grad af forstyrrelse som f.eks. skibe, der sejler relativt tæt forbi og sprængninger på nogen afstand. I april og maj er rovfuglene særlig følsomme for forstyrrelser.

Der er ikke fuglefjelde i området.

Sæler og hvaler er fåtallige i området.

## 3. Områdets geologi og geokemi

Selskabets koncessionsområde omfatter dele af en alkaline magmaintrusion, Ilimaussaqs intrusionen, bestående af forskellige syenitiske bjergarter. Intrusionen

tilhører en større provins, Gardar provinsen, indeholdende sedimenter, lavaer, gange og 4 store sådanne alkaline intrusive komplekser (Grønnedal-Ika, Nunarssuit, Ilimaussiaq og Igaliko) samt et antal mindre. De fleste af provinsens magmatiske bjergarter er karakteriseret af forhøjet indhold af en række grundstoffer, der er genstand for voksende efterspørgsel. Det drejer sig især om Be, Li, F, Y, Zr, Nb, lanthanider, Hf, Ta. Desuden er bjergarterne rige på Na, K, Rb, U og Th. Inden for Ilimaussiaq intrusionen findes der bjergartsenheder, der er beriget på nævnte grundstoffer i så høj grad, at de af selskabet betragtes som potentiel malm for især Y, Zr og lanthanider.

Ilimaussiaq intrusionens geologi og geokemi er summeret i GGU rapport nr. 103. Rapporten indeholder en udførlig bibliografi for perioden 1967-1981. Intrusionen er lagdelt med følgende opdeling efter bjergartstype fra bund til top: kakortokit, vekslende med grøn og sort lujavrit, naujait, sodalitfoyait, pulaskit. Langs randen og under taget af intrusionen findes augitsyenit. Det vigtigste malmmineral for Y, Zr og lanthanider er eudialyt (Na-Zr-silikat), og det optræder i stor mængde (5 til 10% i gennemsnit) i bjergarterne kakortokit, grøn lujavrit og naujait.

Kakortokit findes i den sydlige del af intrusionen, syd og øst for fjorden Kangerdluarssuq, hvor den danner en lagdelt sekvens, der er ca. 400 m tyk. Eudialyt findes i størst koncentration (op til 40%) i visse lag samt i kakortokittens sydvestlige randzone, benævnt grænsepegmatiten.

Kakortokit har mod nord en gradvis overgang til lujavrit. Lujavriten inddelen indeles efter mineralindhold og dermed farve i ægirin lujavrit (grøn) og arfvedsonit lujavrit (sort). Over kakortokitten ses en lujavrit sekvens bestående af nederst grøn lujavrit, sort lujavrit, grøn lujavrit og sort lujavrit. Den øverste sorte lujavrit har intruderet den overliggende naujait. Lujavrittens samlede mægtighed antages at være 375 m. Det største lujavritområde findes nordøst for bunden af Kangerdluarssuk strækkende sig op til sydkysten af Tunugdliarfik ved Agpat. Nord for Tunugdliarfik er lujavrit mest udbredt langs kysten ved Tugtup Agtakorfia op til ca. 200 m's højde og på Kvanefjeld. En tredje type lujavrit benævnes M-C lujavrit. Den optræder ikke som lag, men som skærende intrusive legemer af begrænset udstrækning, blandt andet ved Agpat.

I lujavritsekvensen findes de eudialytrigeste lag i overgangszonen fra kakortokit til lujavrit (op til 40%) samt i grøn lujavrit (op til 30%). Sort lujavrit og M-C



lujavrit har kun ringe eller intet indhold af eudialyt.

Naujait er udbredt i hele området nord for Kangerdluarssuk og antages at have en mægtighed på 400-600 m. Eudialyt findes i vekslende mængde i selve bjergarten og er særlig koncentreret i pegmatitlag og -linsler.

Den kemiske sammensætning af de ovennævnte bjergarter samt af eudialyttens indhold af "malmmetaller" fremgår af tabellerne b1 til b4.

### 3.1 Geologien i Highwoods påtænkte boreområde

Highwoods interesse er koncentreret til overgangszonen mellem kakortokit og lujavrit og til grøn lujavrit. Denne sekvens er godt repræsenteret i området ved Agpat, hvor den stejle kystskrænt ned mod Tunugdliarfik viser et vertikalt snit. GGU's kortlægning i området godtgør, at området principielt er opbygget som vist på skitsen figur b3. Et nyt geologisk kort i målestok 1:20000 er under udarbejdelse, og forlægget vil være tilgængeligt ca. 1. maj 1988.

Som det ses, er de geologiske forhold ret komplicerede, idet de eudialytiske bjergarters overgangszone og grøn lujavrit veksler med sort lujavrit og indeholder legemer af naujait. Desuden findes M-C lujavrit som et skærende legeme inden for det påtænkte undersøgelsesområde. Man kan derfor ikke blot se på "malmens" kemiske sammensætning, når miljøeffekter ved brydning skal vurderes, nabobjergarternes sammensætning skal også tages i betragtning. De komplicerede rumlige relationer mellem bjergarterne bevirker, at både malm og gråbjerg vil være blandinger af de ovennævnte bjergarter, men naturligvis med overvægt af grøn lujavrit/overgangszone i malmen. Af tidligere viste tabel fremgår det, at den sorte lujavrit og M-C lujavritten er rigere på visse spormetaller end den grønne lujavrit. Det gælder blandt andet F, lanthanider, U og Th.

I den østlige del af Highwoods koncessionsområde C, Agpat, findes en brecciezone i lujavrittens/kakortokittens grænse til den omgivende grundfjeldsgranit. Denne brecciezone indeholder ved havniveau en del U og især Th, hvilket er beskrevet af Nielsen i GGU rapport nr. 103. Det vides ikke, hvor højt op den forhøjede radioaktivitet fortsætter, men det bør undersøges, om der inden for det påtænkte boreområde kan spores en tilsvarende zone.

#### **4. Tidligere undersøgelser i området relevante for vurdering af Highwoods projekt**

Narsaq-området har siden 1960-erne været genstand for omfattende undersøgelsesaktivitet.

Gennem de sidste 15 år har aktiviteten indbefattet en række undersøgelser omfattende indsamlinger og kemiske analyser af biologisk materiale.

Undersøgelser, der er relevante i forbindelse med miljøvurderinger, er:

4.1 GGU's geokemiske undersøgelser.

4.2 "Narsaq Projektet" (1974-1976), et miljøkemisk forskningsprojekt finansieret af Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd.

4.3 I 1979 indsamlede Grønlands Miljøundersøgelser og Grønlands Geologiske Undersøgelse biologisk materiale og sedimenter i Narsaq-området. Det indsamlede materiale skulle efter analysering danne baggrund for et egentlig baggrundsundersøgelsesprogram, hvis uranudvinding fra Kvanefjeldet blev en realitet.

4.4 I tilknytning hertil blev foretaget en række indsamlinger af mos, lav og græs af Kim Pilegaard (Institut for økologisk Botanik, Københavns Universitet).

4.5 I forbindelse med Risø's "Uranprojekt Kvanefjeld" er foretaget en vurdering af miljøeffekter i tilfælde af minedrift.

4.6 Internationale hydrologiske dekade.

4.7 Miljørekognoscering ved Lakseelv i forbindelse med vandkraftprojekt.

De her nævnte undersøgelser har alle været generelle eller rettet mod en eventuel udvinding af uran i Kvanefjeldet. Det betyder, at indsamlingsområdet for prøver har været rettet mod denne forekomst og kun i mindre omfang mod de lokaliteter, der er aktuelle nu. De udførte kemiske analyser omfatter ikke alle de grundstoffer, der er relevante i forbindelse med en eventuel minedrift i Agpat-området, og nogle af de foretagne analyser vil i dag kunne udføres bedre.

Nedenfor er beskrevet hvilke af de hidtil foretagne undersøgelser, der vil kunne indgå i eventuelle, kommende baggrundsundersøgelser.

#### 4.1 GGU's geokemiske undersøgelser

GGU's regionale geokemiske kort for Sydgrønland bygger på analyse af prøver af elvsedimenter og elvvand indsamlet i perioden 1979 til 1982 med en tæthed på 1 prøve pr. 2 til 5 km<sup>2</sup>. Elvsedimenter er analyseret for K, Ca, Ti, V, Cr, Fe, Mn, Ni, Cu, Zn, Pb, Ga, Sr, Rb, Zr, Y, Nb, Mo og U. Elvvandet er analyseret for U, og dets ledningsevne og pH er målt. Resultaterne er afbildet på farvesymbolkort i målestok 1:1.000.000, men vil også kunne plottes i anden målestok, om så ønskes. GGU har endvidere tilsvarende kort, der afbilder den naturlige radioaktivitet i området målt fra helikopter. Den samlede undersøgelse er en dokumentation af det naturlige baggrunds niveau i regional skala for så vidt angår de ovennævnte grundstoffer.

De regionale geokemiske kort viser, at store områder omkring Narsarsuaq, på Narsaq halvøen, omkring Igaliku og halvøen ned mod Qaqortoq har forhøjet indhold af Rb, Zr, Y, Nb og U i forhold til, hvad der er normalt for grundfjeldsområder i Grønland. Dette skyldes Gardar provinsens bjergarters specielle kemi, samt for urans vedkommende eksistensen af uranbegrænsede små sprækker især i områderne ved Qaqssiarssuk og på Qaqortoq halvøen.

#### 4.2 Narsaq Projektet

I forbindelse med Narsaq-projektet blev udført en lang række undersøgelser, der langt fra alle blev udført med det formål at være baggrundsundersøgelser for et uranmineprojekt. Blandt disse indeholder kun en mindre del miljøkemiske analyser.

Der er indsamlet muslinger og tang i Dyrnæsbugten, i Kangerdluarssuk og i Sermilik. Disse prøver er analyseret ved neutronaktiveringsanalyse. Resultaterne vil kunne bidrage til forøget viden om områdets naturlige variation, for så vidt angår de analyserede grundstoffer.

Hovedresultatet af de marine undersøgelser er, at der forekommer en betydelig naturlig spredning af stoffer, der er beriget i Ilimaussaq intrusionen. De højeste værdier af disse stoffer findes generelt på Dyrnæselvens delta, og der er en

tydelig faldende gradient i Dyrnæsbugten bort fra deltaet. Opsamlingen af stoffer er kun sikkert vist i musling og tang, mens der ikke blev fundet høje værdier i fisk. Prøverne er kun analyseret ved neutronaktiveringsanalyse, og i biologisk materiale giver denne analyse ingen information om grundstoffer som bly, cadmium, beryllium, thallium, zirkonium, tin, fluor og uran. Blandt de analyserede grundstoffer viste der sig forhøjede værdier relateret til afstrømning fra intrusionen af zink, lanthan, cerium, neodym, samarium, europium, terbium, ytterbium, hafnium og thorium.

### **4.3 Grønlands Miljøundersøgelser og Grønlands Geologiske Undersøgelse 1979**

#### **4.3.1 Marine sedimenter**

Der er indsamlet prøver i Bredefjord, Narsaq Sund, Skovfjord og Tunugdliarfik. Prøverne er analyseret for Zn, Pb, Cd og Cu. Resultaterne kan anvendes, men skal suppleres med yderligere indsamlinger i relevante områder og analyseres for andre grundstoffer.

#### **4.3.2 Biologisk materiale**

Der er indsamlet prøver af fisk (flere arter), plankton, rejer, musling og tang. Prøverne er indsamlet i Bredefjord, Narsaq Sund, Skovfjorden og Tunugdliarfik. Prøverne er analyseret for Zn, Pb, Cd og Cu. Et mindre antal prøver af hver art er analyseret for F og Be. Endelig er prøver af muslinger, tang og fisk analyseret ved neutronaktiveringsanalyse for en hel række grundstoffer, herunder selen, arsen, lanthan og thorium.

Fiske-, reje- og planktonprøverne vil kunne anvendes som baggrundsundersøgelser, for så vidt angår de grundstoffer, der er analyseret for. Da indsamlingsstederne ikke dækker de nu aktuelle lokaliteter, vil det være nødvendigt at indsamle yderligere materiale. Det allerede indsamlede materiale kan medvirke til at belyse den naturlige variation af grundstoffer i biologisk materiale. Prøvematerialet opbevares og kan eventuelt bruges til nye analyser. Tang- og muslingeprøver vil ligeledes kunne indgå som et baggrundsmateriale, der kan belyse den naturlige variation i området. Disse prøver er især indsamlet på lokaliteter, der er

relateret til Kvanefjeldet og Narsaq elv. Der må udføres et nyt indsamlingsprogram med henblik på at kunne monitorere forholdene ved Agpat.

#### 4.3.3 Radiokemiske analyser

Der blev indleveret et større antal prøver af biologisk materiale, vand og sediment, til Risø med henblik på at få lavet radiokemiske analyser.

Der er kun fremkommet foreløbige resultater. Samarbejdet mellem Risø og Grønlands Fiskeriundersøgelser blev ikke fuldført på grund af krav fra Risø om betaling for analysearbejdet.

En del resultater er publiceret i "Environmental Radioactivity in the North Atlantic Region. The Faroe Islands and Greenland included. 1984". På denne baggrund må det konkluderes, at de foreliggende undersøgelser kun kan anvendes som led i en undersøgelse af den naturlige variation i området.

#### 4.4 Undersøgelser af mos, lav og græs i Narsaq-området (Institut for Økologisk Botanik, Københavns Universitet)

Der er indsamlet prøver af mos, lav og græs uden for og inden for Ilimaussaq intrusionen med henblik på at monitorere metalnedfald fra luften. Prøverne er analyseret for Cd, Cu, Fe, Pb og Zn. Undersøgelsen viste, at koncentrationerne af Cd, Fe, Pb og Zn i mos og lav samlet inden for intrusionen var signifikant højere end koncentrationerne udenfor. Dette må skyldes forøget koncentration af luftbårne partikler opstået ved forvitring af intrusionens bjergarter, som vides at have høje koncentrationer af i hvert fald nogle af de undersøgte metaller. Da bjergarterne er stærkt beriget med en lang række andre stoffer, kan der også antages en forhøjelse for disse, men dette er ikke undersøgt.

Undersøgelsen kan indgå i baggrundsundersøgelserne, men må suppleres med andre indsamlingslokaliteter og yderligere analyser.

#### **4.5 Risøs uranprojekt Kvanefjeld**

Vurderingen er foretaget på baggrund af de mest betydningsfulde forureningskomponenter i malmen, deres opløselighed og potentielle toksisitet. Der er ikke foretaget egentlige kemiske analyser.

#### **4.6 Undersøgelser under den internationale hydrologiske dekade**

I forbindelse med den internationale hydrologiske dekade blev der af Leo Larsen gennemført en del undersøgelser af hydrologiske forhold i Dyrnæs- elvens opland. Den del af undersøgelsen, der omfatter grundvand, er relevant for miljømæssig vurdering af en eventuel placering af opberedningsanlæg og tailingsdepot nord for Narsaq. Undersøgelsen viser, at der i Dyrnæs dalen findes grundvand. Dette viser sig bl.a. ved konstant løbende kilder. Det undersøgte område omfattede kun grundvandet i selve Dyrnæs elvs dræningsområde, og den del af dalen, der ligger fra Narsaq ud til Dyrnæs elvens udmunding i Dyrnæsbugten, er således ikke undersøgt. Det er denne del af dalen, der sandsynligvis vil være mest attraktiv for placering af opberedningsanlæg og tailingsdepot. Der blev i det undersøgte område analyseret 7 grundvandsprøver indsamlet i juli måned 1970, og der blev i disse prøver fundet koncentrationer af fluor mellem 0,24 og 6,5 mg/l. Undersøgelserne viste, at udskiftningen af grundvandet foregår relativt hurtigt, og det er muligt, at fluorkoncentrationerne vil være højere om vinteren.

#### **4.7 Miljørekognoscering ved Lakseelv i forbindelse med vandkraftprojekt**

I forbindelse med planer om udnyttelse af vandkraftpotentialet ved Redekammen gennemførte Grønlands Miljøundersøgelser i 1983 en undersøgelse af fjeldørredbestanden i Lakseelv samt elvens bundfauna. Resultaterne er fremlagt i rapport fra februar 1985: "Miljø-rekognoscering ved Lakseelv for vandkraftprojekt Killavaat/Redekammen, Qaqortoq/Julianehåb, 1983".

Det blev fundet, at der i elven er såvel en vandrende som flere stationære bestande af fjeldørreder. Den vandrende bestand vurderes til at være i størrelsesordenen 800-900 fisk, og bestanden blev kun fundet op til et vandfald 800 m fra elvens udmunding i fjorden. Bundfaunaen svarer til

andre sydgrønlandske elve.

Selv om bestanden af fjeldørreder formentlig varierer som følge af forskelle i fiskeriintensiteten, vurderes det, at denne undersøgelse giver et tilstrækkeligt kendskab til bestanden af ørreder i elven.

#### **4.8 Sammenfatning**

En sammenfattende vurdering af det foreliggende materiale er, at materialet kan bidrage med oplysninger om indholdet i det indsamlede materiale og en naturlig variation i området, for så vidt angår de grundstoffer, der er analyseret for. Resultaterne kan i et vist omfang indgå i planlægningen af eventuelle, kommende undersøgelser. Det må suppleres med indsamlinger, der er målrettet mod de nu aktuelle lokaliteter. Det indsamlede materiale mangler analyser af en lang række stoffer, der kan udgøre potentielle miljøproblemer i en udvindingssituation. I nogle tilfælde kan disse analyser foretages på det opbevarede prøvemateriale.

### **5. Foreliggende oplysninger af relevans for tekniske vurderinger**

#### **5.1 Topografi**

Området dækkes af følgende kortmateriale:

- 1:250.000/50 meter kurveækvidistance
- 1:100.000/50 meter kurveækvidistance
- 1: 20.000/25 meter kurveækvidistance
- 1: 5.000/20 meter kurveækvidistance (Kringlerne/Agpat)

omkring Narsaq by foreligger endvidere

- 1:10.000/10 meter kurveækvidistance
- 1: 2.000/2 meter kurveækvidistance

samt en tematisk dispositionsplan (udarbejdet 1986-87), der viser arealanvendelser med områdebeskrivelser.

Området dækkes af følgende luftfotos:

- 1:150.000/1985 & 1987
- 1:40-50.000/1953 (sydligste område lidt tvivlsomt)
- 1:40.000/1943 (mangler nordligste område)
- 1:30.000/1980 (kun delvis dækning)
- 1:25.000/1958

Omkring Narsaq foreligger desuden billeder i målestok 1:30.000 og 1:10.000.

## 5.2 Ingeniørgeologi

Området er geologisk velbeskrevet i Bulletin no. 39, 1964 (incl. geologisk kort 1:20.000), Rapport no. 38, 1971 (incl. geologisk kort over Kringlerne svarende til 1:8065) og Rapport no. 103, 1981.

Derudover dækkes området af følgende kort:

- Kvartærgeologisk kort nr. 1 1:500.000
- Geologisk kort nr. 1 1:500.000
- Geologisk kort 60V2N, 61V3S 1:100.000
- Geologisk kort - syd for Skovfjorden - 1:20.000 (manuskript, kan stilles til rådighed foråret 1988)

## 5.3 Hydrologi

Arkivmateriale om de hydrologiske forhold findes i:

Hydrologiske bassiner i Vestgrønland/GGU, 1978

Hydrologisk provins nr. 1, Sydgrønland/GTO, 1987

The hydrochemistry of three drainage basins in South Greenland/Christensen, 1980

Water balance investigations in the Narsaq river basin, South Greenland/Larsen, 1973



Afstrømningsregistrering foretages løbende ved udløbet af Taseq/Narsaq.

#### 5.4 Klima/vejr

Efterfølgende tabel viser nuværende og tidligere (i parentes) observationspositioner.

##### GTO-stationer

Station		Position		
nummer:	navn:	Nord:	Vest:	Kote:
(101	Nordbofjeld	61:23	43:23	820 m)
102	Nordbo Sø	61:21:20	45:22:20	680 m
(103	Valhal Tinde	61:26	45:15	1500 m)
(130	Dyrnæs Dal	60:57	46:01	20 m)
(209	Nunasarnaq	60:58	46:48	15 m)
210	Taseq skråning	60:57	45:58	585 m
(301	Nordbo Sø udløb	61:22	45:23	660 m)
(302	Thor Sø udløb	61:22	45:27	760 m)
(317	Taseq udløb	60:57	45:58	520 m)
(318	Narsaq elv	60:59	45:59	440 m)
(419	Killavaat	60:51	45:47	595 m)
431	Taseq udløb	60:57	45:58	518 m
441	Thor Sø udløb	61:21:30	45:24	760 m
750	Tele JUL	60:43	46:03	50 m
502	Narsaq by	60:55	46:07	25 m
444	Dyrnæs	60:57	46:01	145 m

##### MI-stationer

JUL	Qaqortoq	60:43	46:03	34 m
(NAN	Nanortalik	60:08	45:13	20 m)
(NRQ	Narsaq	60:54	46:00	? )
NSSQ	Narsarsuaq	61:11	45:25	26 m

Specielt skal bemærkes, at station nr. 502/Narsaq by er etableret i juni 1987, dvs. endnu foreligger kun en begrænset datamængde herfra.

## 5.5 Hydrografi

Vanddybder med henblik på besejling er vist på søkort nr. 1115/1:80.000, 1962, og søkort nr. 1116/1:80.000, 1978, hvoraf det fremgår, at Tunugdliarfik/Skovfjorden er beskrevet.

I forbindelse med konstruktion af anløbsfacilitet indgår en detailpejling automatisk som designforudsætning.

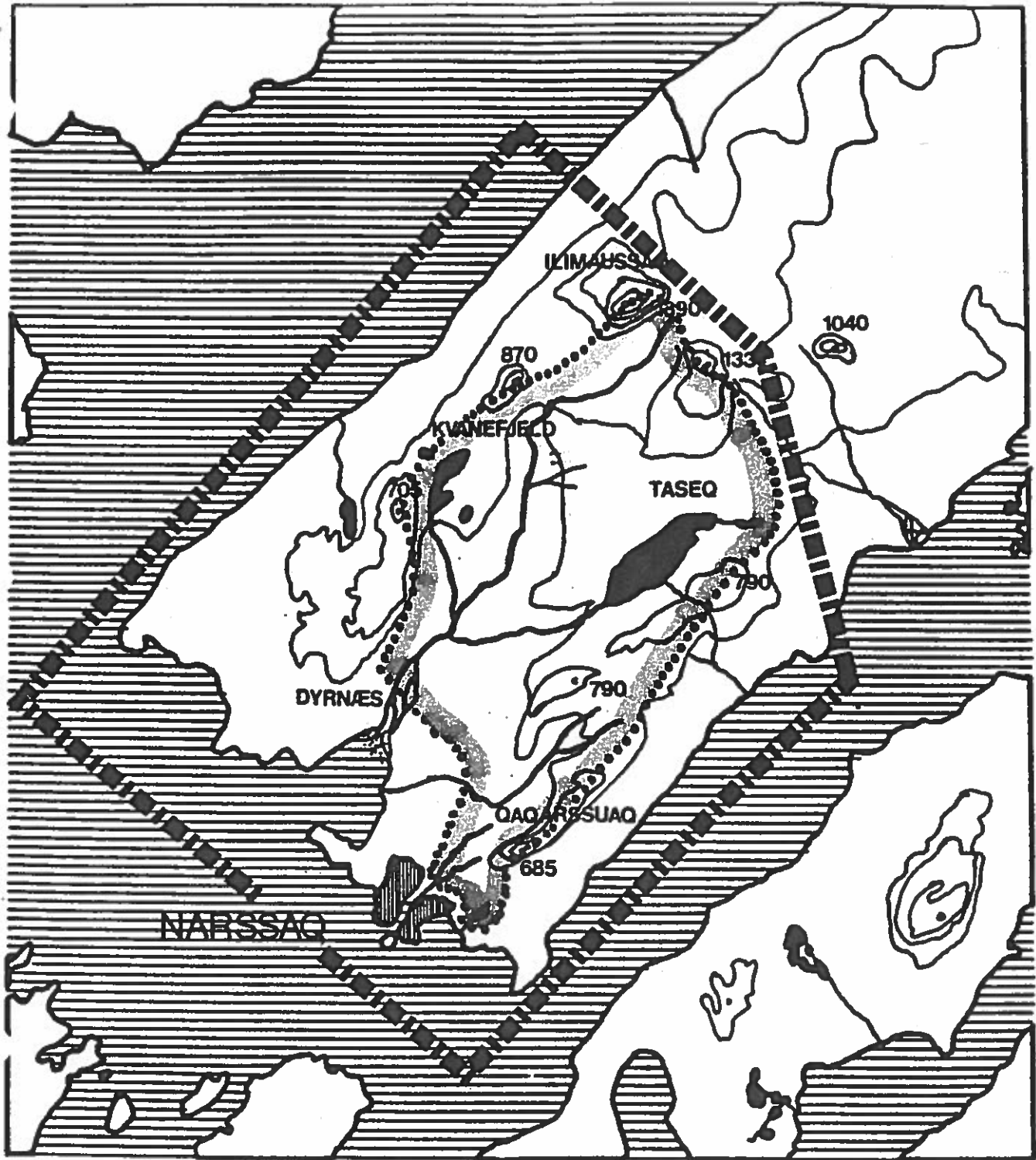
Isforholdene i farvandene er tidligere beskrevet i forbindelse med Kvanefjeldsprojektet i:

Hydrografiske undersøgelser, Narsaq 1979/DHI-GTO

og i forbindelse med en vurdering af erhvervsmæssig udnyttelse af levende ressourcer i området:

Isforekomster i Julianehåbsbugten 1974-83/RUC.

Endvidere indsamles løbende oplysninger om isforholdene af Den Grønlandske Istjeneste med base i Narsarsuaq.



# BYZONEGRÆNSE


 BYZONEGRÆNSE/ IGDLOQARFIUP KIGDLINGA

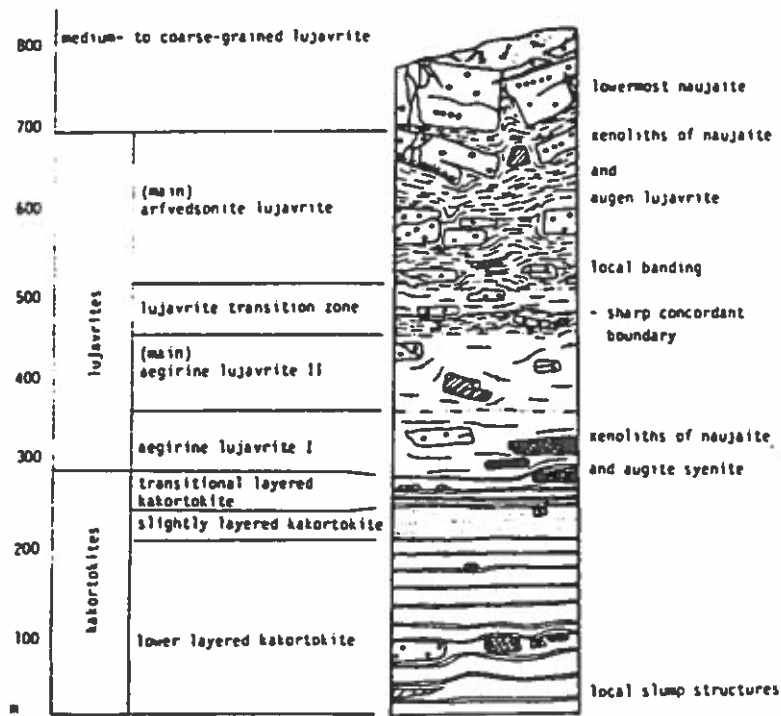

 VANDINDVINDINGSGRÆNSE/ IMERMIK PISSARSIVFIUSINAUSSUP KIGDLINGA

Figur b2

1 : 100.000

figur b2

Figur b3. Skematisk profil i området hvori Highwoods boreprogram tænkes udført.



Schematic profile of the lower series of the Illmaussaq intrusion in the area from Agpat to Kringlerne.

Tabel bl. 1. Kemisk sammensætning af bjergarter fra Ilimaussaq.

Chemical components	Naujaite	Kakorokite				Green lujavrite	Black lujavrite
		Black layers	Red layers	White layers	Weighted average		
	(9)	(4)	(4)	(4)	(12)	(7)	(6)
SiO <sub>2</sub>	46.85	49.93	50.83	52.22	51.83	53.12	52.89
TiO <sub>2</sub>	0.30	0.40	0.28	0.28	0.29	0.28	0.35
ZrO <sub>2</sub>	0.41	1.16	3.46	0.93	1.16	1.12	0.64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.30	10.91	10.91	17.24	15.97	15.96	14.59
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.07	8.92	4.64	5.89	6.15	9.15	6.30
FeO	2.21	10.98	6.86	3.79	4.90	1.32	6.77
MnO	0.13	0.54	0.59	0.22	0.29	0.22	0.41
MgO	0.09	0.40	0.22	0.23	0.25	0.20	0.54
CaO	1.40	1.98	4.21	1.80	2.01	0.74	0.39
Na <sub>2</sub> O	15.76	8.85	10.66	10.60	10.40	11.20	10.72
K <sub>2</sub> O	3.58	2.98	3.02	4.38	4.10	3.35	3.28
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.03	0.06	0.04	0.02	0.03	0.03	0.41
H <sub>2</sub> O±	1.46	2.78	2.22	2.14	2.22	3.15	2.67
Cl	2.86	0.07	0.41	0.17	0.19	0.04	0.12
F	0.29	0.42	0.51	0.16	0.22	0.05	0.22
SO <sub>3</sub>	n.d.	n.d.	n.d.	0.05	0.05	0.21	0.42
CO <sub>2</sub>	0.16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	(5)	(20)	(4)	(24)	(48)	(4)	(5)
Rb	189	109	131	220	200	167	159
Li	130	120	90	164	153	90	226
Be	15	17	18	31	28	16	26
Zr	2660	8107	1.74%	7139	8076	8243	5526
Ba	51	91	168	226	205	176	58
%TiO <sub>2</sub>	0.20	0.25	0.07	0.13	0.14	0.09	0.12
Nb	121	243	593	274	296	189	264
Sr	74	133	246	148	154	132	145
La	210	320	613	335	355	427	729
Ga	94	59	55	86	80	80	102
%CaO	2.47	2.23	3.69	2.30	2.40	1.55	0.56
%Na <sub>2</sub> O	15.17	9.25	10.40	9.63	9.65	9.84	10.29
%K <sub>2</sub> O	3.88	2.26	2.58	4.08	3.74	3.40	2.88

Kilde: J. Ferguson: Can. Mineral. 10, 335-349, 1970.

Tabel b2. Median Zr, Y and U contents and ratios in the kakortokite-lujavrite rocks, Ilimaussaq intrusion.

Rock unit	No. of samples	Zr	Y	U
<b>SOUTHERN ILIMAUSSAQ</b>				
Lower layered kakortokite	12	8400	507	12.0
- white	5	7570	460	12.4
- red	3	14700	938	13.8
- black	4	8640	480	8.6
Transitional layered kakortokite	12	9410	633	11.0
- white	3	7760	507	10.0
- red	7	26600	1900	25.2
- black	2	6930	471	7.1
Aegirine lujavrite I	11	9640	944	17.1
Aegirine lujavrite II	3	7660	844	17.0
Transition zone lujavrites	14	4890	633	38.8
Arfvedsonite lujavrite	9	3340	627	27.5
<del>Fluorapatite lujavrite</del>	<del>3</del>	<del>2600</del>	<del>890</del>	<del>250</del>
M-C lujavrite	4	8320	900	47.0
<b>MINERALS (SOUTHERN ILIMAUSSAQ)</b>				
Eudialyte (aegirine lujavrite I)	2	100000	7000	104
Steenstrupine (late veins, Agpat)	2	6410	12700	4530

\* Calculated independently using individual ratio values.

Kilde: Rapp. Grønlands geol. Unders. 103, 1981, p. 71.

Tabel b3. Mean contents of selected rare elements in kakortokites and aegirine lujavrite I.

	ZrO <sub>2</sub> %	RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	Hf ppm	Ta ppm	Th ppm	U ppm	La ppm	Ce ppm	Y ppm
<b>Whole-rocks<sup>1</sup></b>										
Lower layered kakortokites <sup>2</sup>	1.2	0.28	0.11	190	44	38	14	460	860	420
Transitional layered kakortokites	1.3	0.30	0.11	200	50	35	15	490	920	500
Aegirine lujavrite I	1.1	0.56	0.09	140	36	35	20	850	1590	760
<b>Eudialytes<sup>3</sup></b>										
Lower layered kakortokites	13.3	2.57	0.99	1950	450	30	50	3380	7550	3210
Transitional layered kakortokites	13.6	3.17	0.86	1740	370	40	86	3990	9260	3990
Aegirine lujavrite I	13.2	5.21	1.17	1400	385	90	190	6770	15900	6030

1. Gerasimovsky (1969; Bohse et al. (1971); Bailey et al. (1978); Bailey (unpublished data).

2. Weighted: 0.760 white, 0.094 red, 0.146 black (thicknesses of Bohse et al., 1971; densities of Forsberg & Rasmussen, 1978).

3. Analyt: H. Bohse. Method: XRF analysis.

Kilde: Rapp. Grønlands geol. Unders. 103, 1981, p. 65.

64  
 Tabel b4. d. Median and mean Li and F values (ppm) for  
 Ilimaussaq lujavrites.

Lujavrite type	Samples	Li			F		
		Median	Mean	St.D.	Median	Mean	St.D.
Aegirine lujavrite 1 (Kangerdluarssuk)	179	160	-	-	600	-	-
Later aegirine lujavrite (Tunugdliarfik)	11	160	-	-	900	-	-
Arfvedsonite lujavrite Tunugdliarfik	19	620	780	620	1900	2800	2900
Subsample	17	635	800	660	1900	2450	2150

Kilde: Rapp. Grønlands geol. Unders. 103, 1981, p. 79.