

Aktiviteter i Rubinprojektet, 2011

Samarbejdsprojekt med Råstofdirektoratet

Per Kalvig & Nynke Keulen



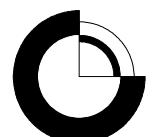
DE NATIONALE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER FOR
DANMARK OG GRØNLAND, KLIMA- OG ENERGIMINISTERIET



Aktiviteter i Rubinprojektet, 2011

Samarbejdsprojekt med Råstofdirektoratet

Per Kalvig & Nynke Keulen



Indhold

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Sammenfatning | 4 |
| 2. | Introduktion | 5 |
| 3. | Oxygen isotopes and geochemical characteristics of the (gem-) corundum from Greenland | 6 |
| 3.1 | Oxygen isotopes composition as tracer for the origin of gem-corundum from Greenland..... | 6 |
| 3.1.1 | Analytical method | 7 |
| 3.1.2 | Results and discussion..... | 7 |
| 3.2 | Geochemical characteristics as tracer for the origin of gem-corundum from Greenland..... | 10 |
| 3.2.1 | Results and discussion..... | 10 |
| 3.2.2 | Suggestions for future work..... | 14 |
| 4. | Indsamling af rubinprøver fra området ved Fiskenæsset | 15 |
| 4.1 | Introduktion..... | 15 |
| 4.2 | Besøgte lokaliteter..... | 16 |
| 4.2.1 | Aappaluttoq..... | 16 |
| 4.2.2 | Ruby Island / Tasiusarsuaq..... | 18 |
| 4.2.3 | Siggartartulik..... | 20 |
| 4.2.4 | Upper Annertussoq..... | 22 |
| 4.2.5 | Lower Annertussoq..... | 24 |
| 4.2.6 | Kigutilik | 25 |
| 4.2.7 | Qaqqatsiaq / Waltons Showing..... | 27 |
| 4.2.8 | Qaqat Agulerit = Beer Mountain..... | 29 |
| 4.2.9 | Bjørnesund TNG..... | 30 |
| 4.2.10 | Bjørnesund GEUS 2008..... | 30 |
| 4.2.11 | Lichtenfels..... | 34 |
| 4.3 | Separation af rubiner..... | 34 |
| 4.3.1 | Planlagte undersøgelser | 36 |
| 5. | Gemmologikursus | 37 |
| 6. | Studietur til Tanzania | 38 |
| 7. | Referencer | 41 |

1. Sammenfatning

Projektet er et fællesprojekt med deltagelse af Råstofdirektoratet (RD) og GEUS og har blandt andet til formål at opbygge fælles gemmologiske kompetencer. Som led i dette arbejde er der nedsat en arbejdsgruppe bestående af repræsentanter fra både RD og GEUS. Arbejdsgruppen har været på studietur i Tanzania, som gennem mange år har opbygget en betydelig produktion af farvede smykkestener, herunder også rubiner. Formålet med studieturen var, at opnå et større kendskab til smykkestensbranchen fra brydning, processering, forarbejdning og salg til myndighedsbehandling, kontrol m.v. Turen omfattede besøg hos miner, forhandlere og myndigheder.

Projektgruppen har gennemgået et 3-dages gemmologisk kursus ved Swiss Gemmological Institute, Basel, Schweiz, med fokus på optiske karakteristika af rubiner fra forskellige lande samt syntetiske rubiners optiske karakterer.

GEUS har i et forskningsprojekt udført geokemiske undersøgelser på rubiner indsamlet fra forskellige lokaliteter i Grønland, med henblik på at undersøge mulighederne for at finde geokemiske "fingeraftryk", som kan knytte rubiner til en bestemt lokalitet – eksempelvis til området omkring Fiskenæsset. De foreløbige undersøgelser har vist, at rubiner fra Fiskenæsset-komplekset kan skelnes fra rubiner fundet andre steder i Grønland, baseret på deres sporindhold af grundstofferne Fe, Cr, V, Ti, Ga og Si; der er planlagt yderligere undersøgelser og arbejdet forventes afsluttet og resultaterne publiceret i 2012.

Der er indsamlet rubinholdige bjergartsprøver fra ni lokaliteter i området omkring Fiskenæsset, med henblik på at få bedre kendskab til smykkestenskvaliteterne på de forskellige lokaliteter. Prøvematerialet indgår i GEUS' igangværende tekniske undersøgelser og vil desuden indgå i en referencesamling, der er under opbygning hos GEUS. Der blev indsamlet i alt ca. 110 kg bjergartsmateriale. Alle forekomster – med undtagelse af lokalitet Bjørnesund GEUS 2008 – ligger inden for True North Gems' (TNG) licensområder.

Området omkring lokalitet Bjørnesund GEUS 2008 har siden september 2008 været lukket for licensansøgninger. Forekomsten hører til blandt én af de største i Grønland; kvaliteterne kendes endnu ikke, men på baggrund af observationer på overfladeprøver anses det for sandsynligt, at den kan indeholde gode kvaliteter. Forekomsten vil derfor kunne udgøre et alternativ til TNG's aktiviteter, evt. i regi af småskala-produktion.

2. Introduktion

Korund, safir og rubin er forskellige navne for et mineral med stort set samme kemiske sammensætning (Al_2O_3) og samme krystalform. I denne rapport anvendes begrebet rubiner for korund med en betydelig rødlig farvetone; begrebet er altså ikke tillagt en egentlig gemmologisk kvalitets- eller farvebetydning.

Dette projekt er et 3-årigt samarbejdsprojekt, som startede i 2011, med RD og GEUS som partnere. Projektet har til formål at opbygge en arbejdsgruppe (task force), med geologisk og gemmologisk viden, som skal kunne støtte de grønlandske myndigheder i tekniske spørgsmål, hvis der, som forventet, etableres en produktion af rubiner fra Fiskenæsset, inden for de næste par år.

Gruppens arbejde har i 2011 især været fokuseret på:

- Opbygning af gemmologisk specialviden, med særligt sigte på rubiner og safirer
- Indsamling af rubinholdige bjergartsprøver fra lokaliteter i området omkring Fiskenæsset
- Karakterisering af grønlandske rubiner
- Indhentning af viden om hvordan kontrol med produktion, vurdering og værdievaluering af farvede smykkestener foretages i andre lande

Denne rapport sammenfatter aktiviteterne; det geokemiske arbejde er afrapporteret på engelsk og er medtaget i denne rapport på originalsproget.

3. Oxygen isotopes and geochemical characteristics of the (gem-) corundum from Greenland

3.1 Oxygen isotopes composition as tracer for the origin of gem-corundum from Greenland

A chemical characterisation by means of Laser Ablation-Inductively Coupled Plasma Mass Spectroscopy (LA-ICP MS) of gem-corundum from Greenland was undertaken at the Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS; Kalvig & Frei, 2010). The aim was to test whether the chemical characteristics of the gem-corundum samples can be applied to identify their place of origin. In that study 17 samples were analysed, eleven of those were collected in the Fiskenæsset complex, five samples came from other places in Greenland and one sample was collected in Macedonia. One of the recommendations of the report was to include additional chemical, optical and crystallographic parameters to characterise the gem corundum.

In this light, the Bureau of Minerals and Petroleum (BMP) and GEUS decided early 2011 to extend the LA-ICP MS study with oxygen isotope composition measurements. Recent investigations have shown that oxygen isotopes in gem-corundum span a relatively wide range ($\delta^{18}\text{O}$ varies between -1 – 23‰), and that its values can be coupled to different types of deposits (Giuliani et al. 2005, 2007).

In the present oxygen isotope study we have used 11 samples from the Kalvig & Frei 2010 series; six from the Fiskenæsset complex, two from East-Greenland and three from West Greenlandic localities near Storø, Kapisilit and Maniitsoq (Table 1). Outcrop and sample description can be found in Kalvig & Frei (2010).

Table 1. Gem-corundum samples included in the oxygen isotope study. Corrected $\delta^{18}\text{O}$ -values in ‰ V-SMOW

| GGU# | Locality | region | corr. $\delta^{18}\text{O}$ |
|--------|----------------|----------------|-----------------------------|
| 497397 | Nugtivit | East Greenland | 2.41 |
| 319411 | Tasiilaq | East Greenland | 6.79 |
| 497395 | Aappaluttoq | Fiskenæsset | 4.20 |
| 78667 | Annertusoq | Fiskenæsset | 3.39 |
| 513743 | Bjørnesund NW | Fiskenæsset | 3.93 |
| 497393 | Rubin Ø | Fiskenæsset | 2.56 |
| 497392 | Siggartartulik | Fiskenæsset | 1.62 |
| 497383 | Top 670 | Fiskenæsset | 3.28 |
| 289933 | Maniitsoq | Maniitsoq | 10.03 |
| 224779 | Kapisillit | Nuuk | 4.52 |
| 497396 | Storø | Nuuk | 6.00 |

3.1.1 Analytical method

C. 1-3 mg material from each of the selected pre-crushed samples from the Kalvig & Frei 2010 series was hand-picked under a binocular microscope. Material was selected on basis of its optical clearness, with the aim to avoid all fragments with inclusions.

Analyses were performed at the Institute of Mineralogy and Geochemistry, University of Lausanne, Switzerland by Kerstin Bauer and Torsten Vennemann following a method similar to that described by Sharp (1990) and Rumble and Hoering (1994), described in more detail in Kasemann et al. (2001). Between 0.5 to 2 mg of sample was loaded onto a small Pt-sample holder and pumped out to a vacuum of about 10^{-6} mbar. After preflourination of the sample chamber overnight, the samples were heated with a CO₂-laser in 50 mbars of pure F₂. Excess F₂ is separated from the O₂ produced by conversion to Cl₂ using KCl held at 150°C. The extracted O₂ is collected on a molecular sieve (5A) and subsequently expanded into the inlet of a Finnigan MAT 253 isotope ratio mass spectrometer. Oxygen isotope compositions are given in the standard δ -notation (the ratio between the isotopes ¹⁸O and ¹⁶O), expressed relative to VSMOW (Vienna Standard mean ocean water – the internationally used value for $\delta^{18}\text{O}=0$) in permil (‰). Replicate oxygen isotope analyses of the standard (NBS-28 quartz; n = 3) has an average precision of $\pm 0.1\text{\textperthousand}$ for $\delta^{18}\text{O}$. The accuracy of $\delta^{18}\text{O}$ values is better than 0.2‰ compared to accepted $\delta^{18}\text{O}$ values for NBS-28 of 9.64‰. Double analyses of two of the samples showed that their individual values lay within $\pm 0.24\text{\textperthousand}$ from their average value.

3.1.2 Results and discussion

The results for the eleven selected samples are listed in Table 1 and shown in Figure 1. $\delta^{18}\text{O}$ values vary between 1.62 and 4.20‰ for the Fiskenæsset area which is low compared to the other areas in Greenland (up to 10.03‰ for Maniitsoq) with the exception of one sample from Nugtivit (sample 497397 with 2.41‰) (Fig. 1).

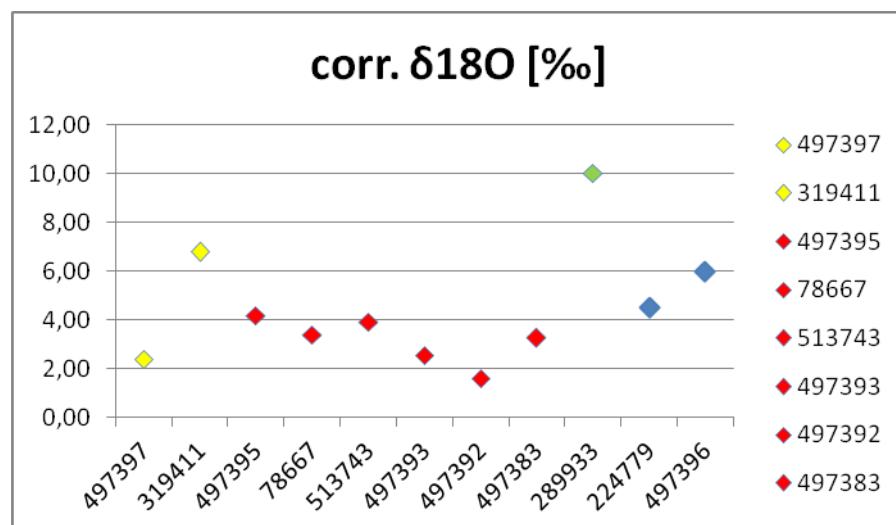


Fig. 1. Corrected $\delta^{18}\text{O}$ -values in ‰ V-SMOW for East Greenland (yellow), the Fiskenæsset complex (red), Maniitsoq (green) and the Nuuk area (blue).

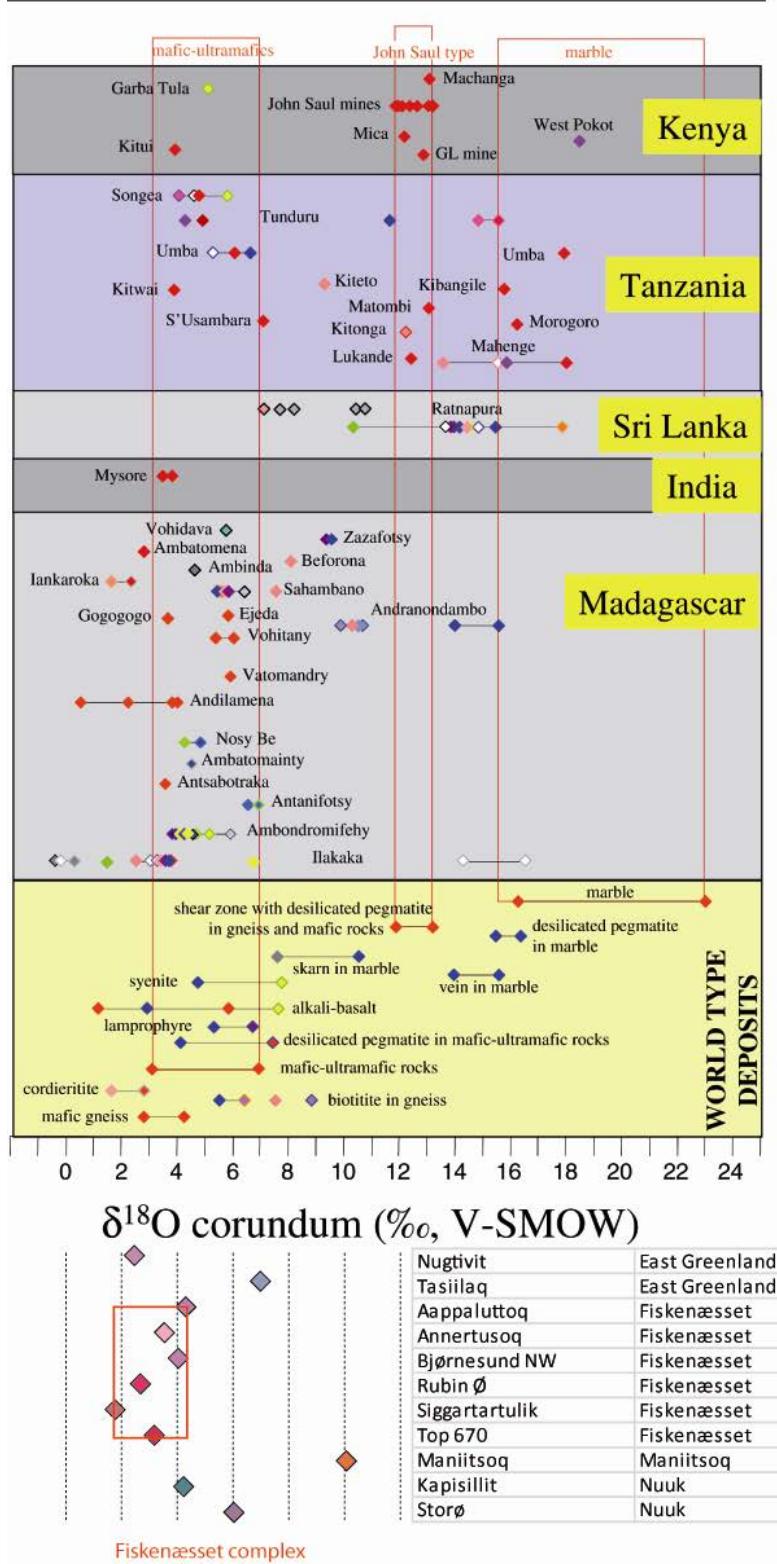


Fig. 2. Oxygen isotope values of corundum from world-wide deposits after Giuliani et al. (2005, 2007); figure modified from Giuliani et al. (2007). The new oxygen isotope data from Greenland is plotted beneath applying the same scale. The red box indicates the range of values for the Fiskenæsset complex. Colours in the diamonds represent the approximate colour of the corundum.

Low values for $\delta^{18}\text{O}$ (4‰ and under) generally fit with rock types like mafic rocks, mafic gneiss, basalts, and desilicated pegmatite in mafic rocks (Giuliani et al. 2005). Values in the range of c. 4-7‰ are typically found in basalts, mafic rocks, lamprophyre, syenite, pegmatites, and desilicated pegmatite in mafic rocks (Giuliani et al. 2005). Values around 10‰ are typical for skarns in marble and biotitite in gneiss (Giuliani et al. 2005). An overview of many known deposits and the new data for the Greenlandic samples is given in Figure 2.

The investigated gem-corundum sampled in the Fiskenæsset complex have oxygen isotope ratios that largely overlap with the mafic-ultramafic values reported by Giuliani et al. (2007). This is in good agreement with observations suggesting that the gem-corundum in the Fiskenæsset area is derived from a metamorphic reaction involving the anorthosite and ultramafic rocks in the Fiskenæsset complex (e.g. Herd et al. 1969, Herd 1973, Schumacher et al. 2011) eventhough the exact mechanism is debated (Schumacher et al. 2011), and Herd (1973) assumes that part of the sapphirine localities (\pm corundum) is derived from a sedimentary precursor. The mafic-ultramafic nature of the gem-corundum bearing rocks in the Fiskenæsset complex is confirmed by their mineral parageneses, containing pargasite, gedrite, and/or phlogopite with sapphirine, plagioclase, spinel, and/or cordierite (Herd et al. 1969, Schumacher et al. 2011, own observations).

The sample from Nugtivit, East Greenland (497397; first price in the Ujarassorit 2009) has oxygen isotope values overlapping with those for the Fiskenæsset complex and a matrix with a green amphibole (possibly pargasite). Eventhough no information about the geology of the sample is available, the sample seems to have been derived from a mafic-ultramafic rock. The exact setting might even be similar to that of the Fiskenæsset complex.

The measured values for $\delta^{18}\text{O}$ values (1.62 - 4.20‰) for the Fiskenæsset complex and Nugtivit are low compared to most other investigated deposits (see Figure 2; Giuliani et al. 2007). The lowermost values ($\delta^{18}\text{O} < 3\text{\textperthousand}$) are nearly diagnostic for the Fiskenæsset complex – worldwide only the placer deposits at Andilamena and Ilakaka, both in Madagascar and the cordierite from lankaroka, Madagascar have lower reported $\delta^{18}\text{O}$ ratios.

The two samples from the Nuuk area (Kapisilit, 224779 and Storø, 497396) also yield $\delta^{18}\text{O}$ ratios that lie within the mafic-ultramafic field defined by Giuliano (2007, see Figure 2). No further geological information is known about these samples, thus this measurements cannot be validated against field observations.

The second sample from East Greenland, Tasiilaq (319411), yielded $\delta^{18}\text{O} = 6.9\text{\textperthousand}$. Ratios in this range can fit with mafic-ultramafic rock types, but also with syenites or pegmatites (Giuliani et al. 2005, 2007). No further geological information is available for this sample either.

The sample from Maniitsoq (289933) has been described as “assumed to stem from a locality c. 2 km NW of Maniitsoq, where a sapphirine-bearing hornblendite has been described by Herd et al (1969)” (Kalvig & Frei 2010). The ratio for $\delta^{18}\text{O}$ (10.03‰ in Maniitsoq) is typically related to skarns in marble, and to biotitite in gneiss related to a shear zone with high fluid activity (Giuliani et al. 2007). Hornblendites are a rock type that would fall in the category mafic-ultramafic rocks. However, the sample from Maniitsoq had the highest $\delta^{18}\text{O}$

ratio of the measured samples from Greenland and was one of the samples that was analysed twice. Either the hornblendite near Maniitsoq was formed in a shear zone with high fluid activity, like the biotites in Madagascar, or the sample from the Maniitsoq area was collected at a different outcrop than previously assumed.

Oxygen isotope ratios are a helpful parameter to characterise the gem-corundum sampled in the Fiskenæsset complex. Measurements however, need to be combined with other methods to obtain a good fingerprinting of the minerals. This study is to the author's knowledge, the first to report oxygen isotope values for gem-corundum collected from metamorphosed anorthosite-ultramafic rocks. The $\delta^{18}\text{O}$ values vary between 1.62 and 4.20‰ for the Fiskenæsset complex, this lowers the previously reported range of $\delta^{18}\text{O}$ values (3 - 7‰) for mafic-ultramafic rocks.

3.2 Geochemical characteristics as tracer for the origin of gem-corundum from Greenland

Kalvig & Frei (2010) undertook a chemical characterisation of corundum collected in Greenland by means of Laser Ablation-Inductively Coupled Plasma Mass Spectroscopy (LA-ICP MS) at the Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS) with the aim to test whether the chemical characteristics of the corundum samples can be applied to for geographical typing of the corundum. 16 samples from Greenland were analysed, collected in the Fiskenæsset complex (11), Tasiilaq, Nugtivik, Storø, Kapisilit, and Maniitsoq. One further sample was collected in Macedonia. The samples were analysed for the trace elements Mg, Si, Ti, V, Cr, Fe, Ga, and Ge. The resulting data was compared to literature data from other deposits (Kalvig & Frei 2010).

Here, we expand to the previous reporting of the data by providing new plots of the same dataset. Outcrop and sample descriptions together with a detailed description of analytical methods can be found in Kalvig & Frei (2010).

3.2.1 Results and discussion

Guilong & Günther (2001) performed a fingerprinting and sourcing test of 25 sapphire samples by LA-ICP-MS . The samples were from five different localities that were selected by the Gübelin Gem Lab (Luzern, Switzerland); for the authors the samples were anonymous. In their publication, the authors state that the data can best be interpreted from ternary diagrams for the trace elements. They normalised the trace element concentration data with the standard deviation of the concentration of the elements. For their sample set a diagram with Ga, Cr and Fe displayed the best separation of the five groups of unknown origin, while the addition of a second diagram for Ti, Fe and V was the most ideal to further separate the three closest groups of samples in the first diagram.

Table 2. Gem-corundum samples included in the two trace element geochemistry studies

| GGU# | locality | region |
|--------|----------------|----------------|
| 497394 | Annertusoq | Fiskenæsset |
| 78667 | Annertusoq | Fiskenæsset |
| 476321 | Annertusoq | Fiskenæsset |
| 497395 | Aappaluttoq | Fiskenæsset |
| 497391 | Beer Mountain | Fiskenæsset |
| 513743 | Bjørnesund NW | Fiskenæsset |
| 497393 | Rubin Ø | Fiskenæsset |
| 497392 | Siggartartulik | Fiskenæsset |
| 497375 | Top 670 | Fiskenæsset |
| 497383 | Top 670 | Fiskenæsset |
| 497386 | Top 670 | Fiskenæsset |
| 289933 | Maniitsoq | Maniitsoq |
| 224779 | Kapisillit | Nuuk |
| 497396 | Storø | Nuuk |
| 497397 | Nugtivit | East Greenland |
| 319411 | Tasiilaq | East Greenland |
| 497399 | Macedonia | Macedonia |

Figure 3A and 3B shows the results for the 17 samples analysed by Kalvig & Frei (2010) in ternary diagrams. The most useful plot for Guilong & Günther (2001) does not work out very well for the current data set (Figure 3A; with Ga, Cr and Fe), but in the plot with Ti, Fe and V there is a clear distinction between the samples from Fiskenæsset and those derived from other localities (Figure 3B). Samples from Fiskenæsset are lower in Ti and V and higher in Fe compared to the other samples from Greenland and Macedonia.

Other combinations of elements have been tried as well, and especially Fe, V, and Cr give clear results (Figure 3C): Fiskenæsset samples are richer in Cr and Fe, but have less V than the other samples. Figure 3D shows that the Fiskenæsset samples yield lower values for Ga and Si than studied samples from elsewhere in Greenland or Macedonia. The same results for Ga could also be seen in Figure 3A.

For the current data set, the normalisation with the standard deviation is not entirely optimal. Mg ranges over 4 orders of magnitude, which is the reason why Kalvig and Frei (2010) plot most of their data on a log-log scale (as opposed to all other studies). Ga and Si range over 3 orders of magnitude, hence compressing the major part of the sample set to one axis or point of the ternary diagram when the standard deviation is used for normalising the data (see Figure 3A, 3D).

Figure 4A, 4B shows the data for Ga, Cr and Fe and Cr, Ga, and Si respectively, but now with different normalisations compared to Figure 3A, 3D. Figure 4C gives an attempt to plot data for Mg. In Figure 4A the data for Ga is normalised by a factor defined by the maximum value/median value. Figure 4B is made by applying the standard deviation divided by 2 of

Ga and Si for normalisation of these two data sets. In Figure 4C the maximum /minimum values are used to normalise the data for Mg.

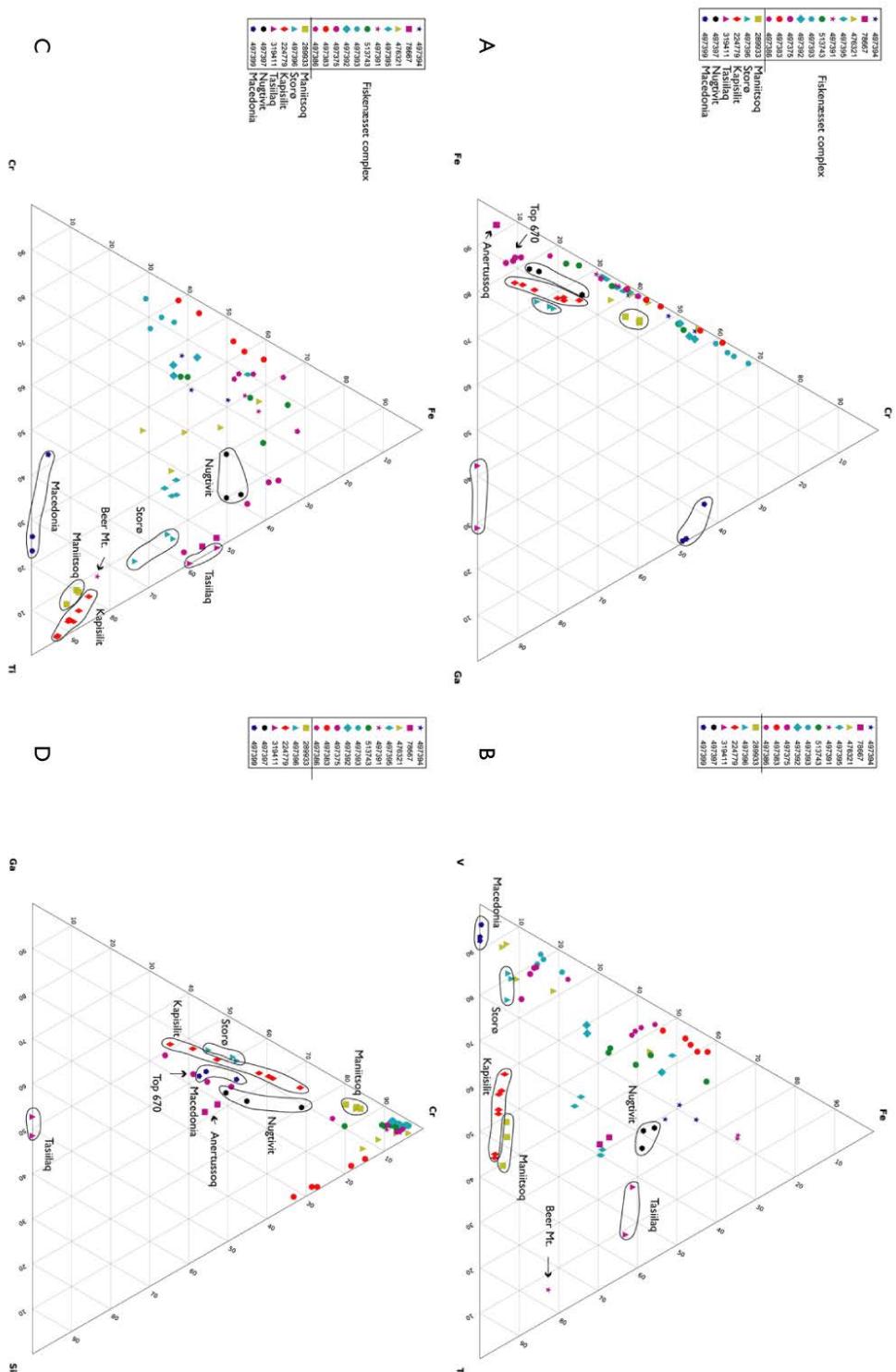


Fig. 3. Ternary diagrams for different groups of trace elements. Samples that are not part of the Fiskenæsset complex are encircled in black. Data are normalised by their standard deviation. The diagrams were created with WxTernary (Keulen & Heijboer 2011).

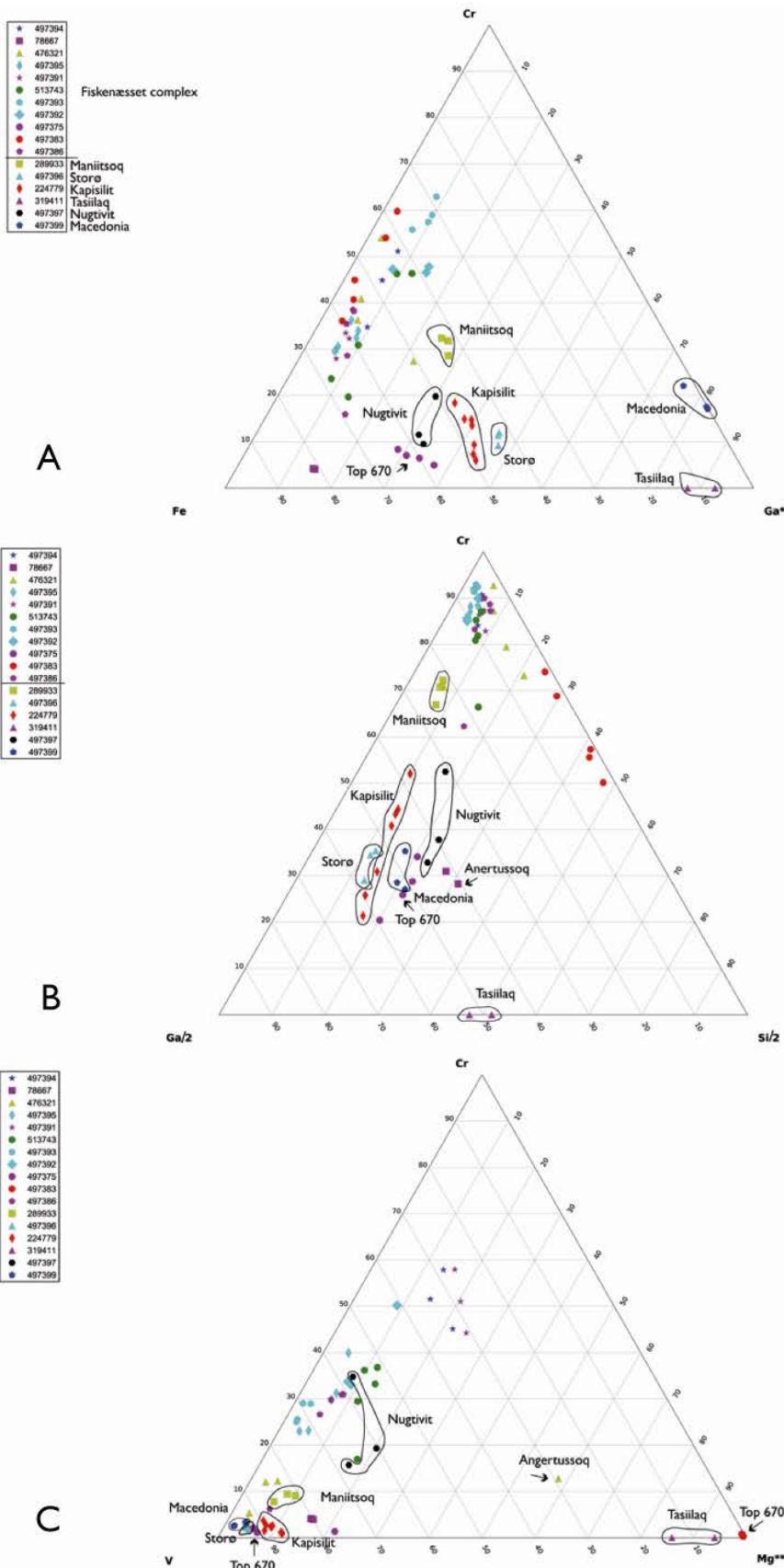


Fig. 4. Ternary diagrams for different groups of trace elements. Samples that are not part of the Fiskenæsset complex are encircled in black. Data normalisation is discussed in the text.

This type of ternary diagrams is not the most optimal way to plot the data, because they do not show absolute values for the individual trace elements. The normalised values for the individual trace elements are not fixed, but only show one trace element in relation to two other ones. Furthermore, the trace elements do not form a solid solution series or a common replacement in the crystal lattice, like for example Mg-Fe-Ca in pyroxenes or in garnets. Thus, only data within one dataset can be compared with each other, but no correlation with other studies is possible, unless the data are replotted together applying the same normalisation factor.

Nevertheless, these ternary diagrams show that the gem-corundum from the Fiskenæsset complex can clearly be differentiated from other Greenlandic ruby occurrences based on the values for Fe, Cr, V, Ti, Ga and Si. This is a good starting point for a future multivariate statistics analysis, where more parameters and samples from different areas should be included.

3.2.2 Suggestions for future work

Here we reported the progression on the analytical work on existing (before summer 2011) gem-corundum samples from Greenland with a focus on the Fiskenæsset complex. We reported new oxygen isotope data and replotted the LA-ICP-MS data reported by Kalvig & Frei (2010). For a good fingerprinting of the gem-corundum, more analytical parameters ought to be added:

- A study of the inclusions present in the gem-corundum with SEM (chemistry), microprobe (chemistry), Raman spectrometry (crystallography) or FTIR (clay minerals). Compare with e.g. Schwarz et al. (2008).
- A further study of trace elements might be performed by polarised UV-absorption spectra. As opposed to LA-ICP-MS data, this analytical technique gives results for the whole mineral grain, but is not able to give precise quantifications of the amounts of trace minerals present.
- Trace element analysis (LA-ICP-MS) and oxygen isotope analysis, combined with a study of the inclusions in the gem-corundum is also recommended for the newly collected sample set (Fiskenæsset area, summer 2011), as this data can be compared with petrological work on the collected samples.

As already stated by Kalvig & Frei (2010), it is necessary to build up a database with all available analytical information on rubies from Greenland and elsewhere. This database can then be combined with the newly obtained analytical and petrological data from the Greenlandic samples in a principal component analysis with the aim to find geographical discrimination parameters.

4. Indsamling af rubinprøver fra området ved Fiskenæsset

4.1 Introduktion

Dette arbejde er tidligere afferapporteret i form af et GEUS-Notat til Råstofdirektoratet (RD) 11-MI-10-01, af 4. august 2011. Nedenfor er notatet gengivet, med enkelte redaktionelle ændringer og tilføjelser.

Som led i RD og GEUS' igangværende kapacitetsopbygning vedr. rubiner er der gennemført en fælles indsamling af prøver fra områder ved Qeqertarsuatsiaat. Indsamlingen blev gennemført med helikopter fra Nuuk til lokaliteterne den 29/7 og 31/7, 2011, af Henrik Stendal og Annette Clausen, RD, samt Per Kalvig, GEUS. Der blev givet prioritet til lokaliteter, hvorfra True North Gems (TNG) har indsamlet store prøver, samt til en lokalitet, som GEUS fandt i 2008, benævnt GEUS Bjørnesund 2008, som ligger uden for TNG's licensområde. I alt blev der besøgt 10 lokaliteter, hvoraf det dog kun lykkedes at finde rubiner på 8 af lokaliteterne.

Formålet med indsamlingen af prøverne er at lade dem indgå i tekniske undersøgelser af rubiner fra området, som sigter på at udvikle metoder til karakterisering af rubiner, de såkaldte "fingeraftryk", for at kunne afgøre, om en rabin har sin oprindelse i Grønland. Især rubinernes kemiætning undersøges. Herudover undersøges sammensætningen af mikroskopiske indeslutninger i krystallerne. Prøverne skal bruges til at fremstille rubinkoncentrater fra lokaliteterne med henblik på en vurdering af stenenes egnethed som smykkesten (gemmaologisk vurdering). Prøverne vil indgå i GEUS' prøvesamling for smykkesten i Grønland, som er under opbygning.

Siden slutningen af 1960'erne har geologer haft kendskab til, at der i området ved Qeqertarsuatsiaat findes mange forekomster af rubiner; der kendes i dag omkring 40 rubinlokaliteter af meget vekslende kvalitet. Disse forekomster er gennem årene fundet af Grønlands Geologiske Undersøgelser (GGU) og GEUS, samt af private efterforskningsselskaber, som eksempelvis Renzy Mines, Platinomino og True North Gems (TNG).

Der er indsamlet ca. 110 kg prøvemateriale, som skal til GEUS for yderligere bearbejdning. Prøverne afsendes fra Nuuk og forventes at ankomme til GEUS i slutningen af august 2011.

4.2 Besøgte lokaliteter

4.2.1 Aappaluttoq

Lokalitet: 63,01067 N / 50,32063 W; 267 moh

Aappaluttoq-forekomsten er den hidtil bedst undersøgte forekomst og udgør hovedforekomsten i TNG's nylige ansøgning om udvindingstilladelse. På denne forekomst har TNG i 2007 og 2008 udført 65 borer med en samlet længde på ca. 6457 m, svarende til en gennemsnitlig dybde på ca. 100 m, samt indsamlet ca. 270 tons prøvemateriale i perioden 2006-8. Alle prøver opbevares af TNG og indgår i selskabets undersøgelser i Vancouver.



*Aappaluttoq samt
basecamp set mod
N fra helikopter.*

Vi undersøgte det område, hvorfra TNG har udtaget hovedparten af prøverne. De overfladeprøver, som blev indsamlet, indeholder varierende kvalitet af rubiner, fra svagt lyserøde, uigennemsigtige til mere farvemættede, rosa, semi-transparente, 1-2 mm store rubiner. RD/GEUS indsamlede i alt ca. 29 kg bjergartsprøver til tekniske undersøgelser (GEUS Prøvenumre 521101-121).



*Aappalutoq forekomsten
set mod vest.*



*Aappalutoq rubin-holdigt
lag, hvorfra TNG har
udtaget større prøve.*



*Aappalutoq – set mod
øst.*



Aappalutoq forekomsten; udtagningssted for større prøve ses i bunden af billede.



Nærbillede af rubinførende bjergart fra Aappalutoq.

4.2.2 Ruby Island / Tasiussarsuaq

Lokalitet: 63,03617 °N / 50,28635° W; 12 moh

Forekomsten, som ligger på en ca. 200 m lang ø, blev fundet i 1965. TNG har i 2005 udtaget en prøve på ca. 3 tons; prøven er savet ud. Lokaliteten er kendt for at indeholde lyse-rød og dybrød rubin, hvoraf de fleste findes i en phlogopit matrix. Vi fandt flere horisonter med korund og meget bleg/mælket rubin, sammen med mineralerne phlogopit, gedrit, kornerupin, scapolit, sapphirin og lidt pargasit; der blev ikke set gode kvaliteter af rubin, og forekomsten skønnes at være for lille til kommercial drift.

RD/GEUS indsamlede 2,3 kg bjergartsprøve, som skal indgå i de fortsatte tekniske undersøgelser (GEUS prøvenumre 521142-148).



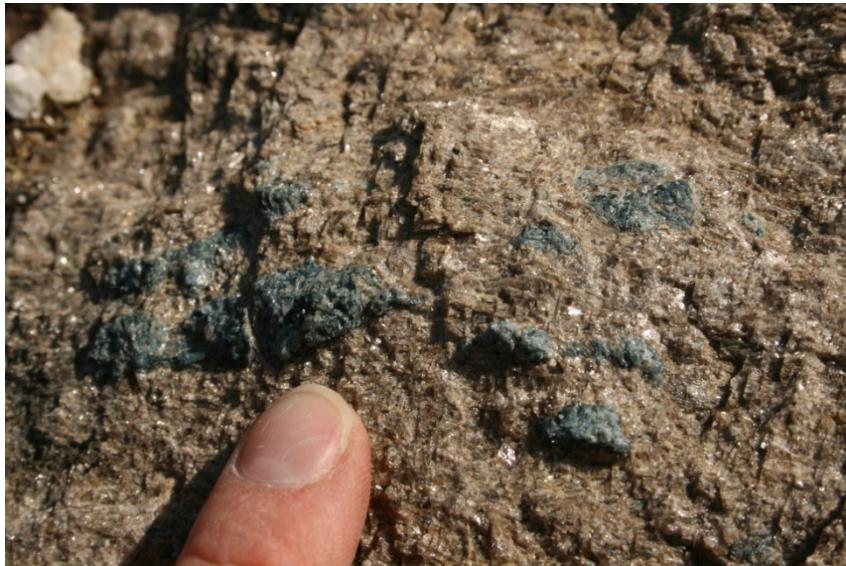
Lyserøde rubiner i phlogopit- og gedrit rig matrix; grønt mineral er pargasit.



Rubin Ø set mod SØ fra helikopter.



Rubinførende horisonter på Rubin Ø.



*Blålige sappherin
krystaller i gedrit-
phlogopit matrix.*

4.2.3 Siggartartulik

Lokalitet: 62,98671° N / 50,41973° W; 326 moh

I 2004 indsamlede TNG en 3 tons prøve fra Siggartartulik; prøven er savet ud med stensav.

Under besøget fandt vi et par mindre horisonter (mindre end 20 cm tykke og op til ca. 3 m lange), domineret af 'mælkede' svagt lyserøde rubiner; der sås dog også enkelte semi-transparente, lyserøde rubiner.

RD/GEUS udtog ca.13 kg bjergartsmateriale til tekniske undersøgelser (GEUS prøvenummer: 521137-141).



*Oversigt over Siggar-
tartulik-forekomsten,
set mod vest. De
bedste lokaliteter blev
fundet i området lige
over helikopteren.*



Lyserøde rubiner i bjergart fra Siggartartulik.



Rubinførende bjergart hvorfra RD/GEUS udtag de fleste prøver fra Siggartartulik.

4.2.4 Upper Annertussoq

Lokalitet: 63,01189 °N / 50,42929 °W; 310 moh

Upper Annertussoq var den første lokalitet, hvor der blev fundet egentlige rubiner. Forekomsten ligger i et ca. 2 km langt bælte, indenfor hvilket der kendes flere rubin-/korundlokaliteter. TNG udtag i 2005 ca. 3 tons prøvemateriale ved brug af stensav og har rapporteret tilstedeværelse af rubiner og pink rugin i smykkestenskvalitet. Vi så flere horisonter, hver på omkring 30 cm tykkelse; det er uklart, om lagene er repeteret som følge af foldning. Rubinerne er generelt violetfarvede med god farvemætning, men kun meget få har god transparens; de fleste rubiner er mindre end 3 mm, men der blev også set enkelte sten på op til ca. 30 mm. Hovedmineraler synes at være gedrit og phlogopit samt mindre mængder kornerupin, sapphirin samt lidt pargasit.

RD/GEUS udtag ca. 10 kg bjergartsmateriale til tekniske undersøgelser (GEUS prøvenummer 521122-128).



Upper Annertussoq; de bedste horisonter blev set lige i forgrunden samt på nordsiden af den lille sø.



Upper Annertussoq; foran personen på billedet ses lokalitet, hvorfra TNG har udskåret større prøve.



*Lyserøde rubiner i
bjergart fra Upper An-
nertussoq.*



*Nærbillede af lyserøde
rubiner fra Upper An-
nertussoq.*

4.2.5 Lower Annertussoq

Lokalitet: 63,00697 °N / 50,47878 °W; 42 moh

TNG udtag i 2005 en prøve på ca. 3 tons; prøven er udtaget med stensav.

Forekomsten består af en enkelt horisont, omkring 1,2 m tyk og 4 m lang, med ret få og små (< 1-2 mm) lyserøde rubiner, som generelt har dårlig transparens. Hovedmineralerne er phlogopit, sapphirin, gedrit og kornerupin. Forekomstens størrelse og kvalitet synes ikke at kunne give grundlag for en kommercial/mekaniseret udnyttelse.

RD/GEUS indsamlede ca. 6 kg bjergartsmateriale til tekniske undersøgelser (GEUS prøvenumre 521129-130).



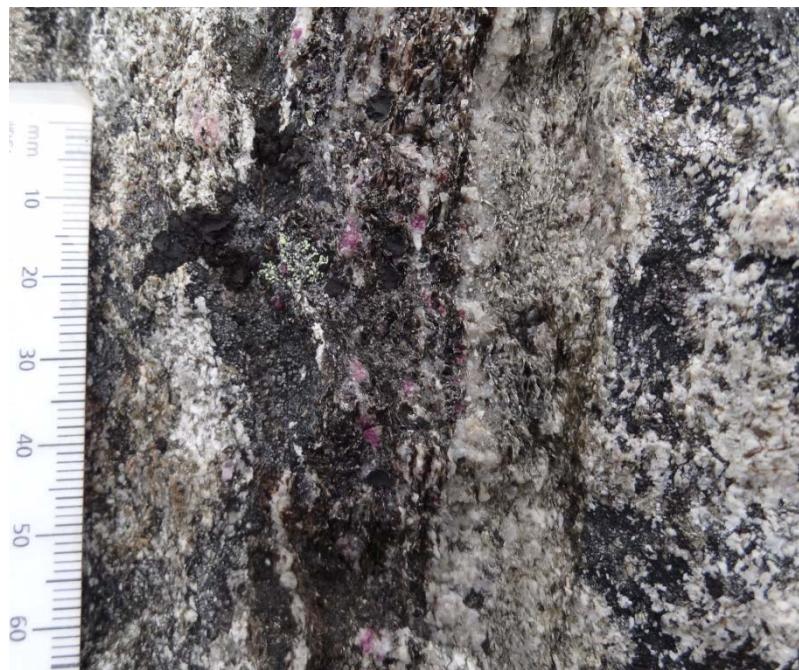
*Lower Annertussoq set mod Ø –
hvor person i rød jakke kan
anes.*



Lokalitet hvor TNG har udtaget stor prøve.



Rubinførende horisont
ved Lower Annertussoq.



Nærbillede af rubinfø-
rende bjergarter fra Lo-
wer Annertussoq.

4.2.6 Kigutilik

Lokalitet: 62,98217 °N / 50,46949 °W; 197 moh (TNG-koordinat)

TNG har i 2005 og 2006 udtaget henholdsvis 3 t og 30 t bulkprøver fra Kigutilik, og lokalitten er af selskabet rapporteret som forekomsten med det højeste rubinindhold per ton bjergart (8688 g/t). Det lykkedes ikke RD/GEUS at finde forekomsten på TNG's koordinat; der er efterfølgende opstået usikkerhed om, hvorvidt vi har brugt den rigtige position i vores søgning. Under eftersøgning af Kigutilik fandt vi rubiner/korund på nedenstående koordinat,

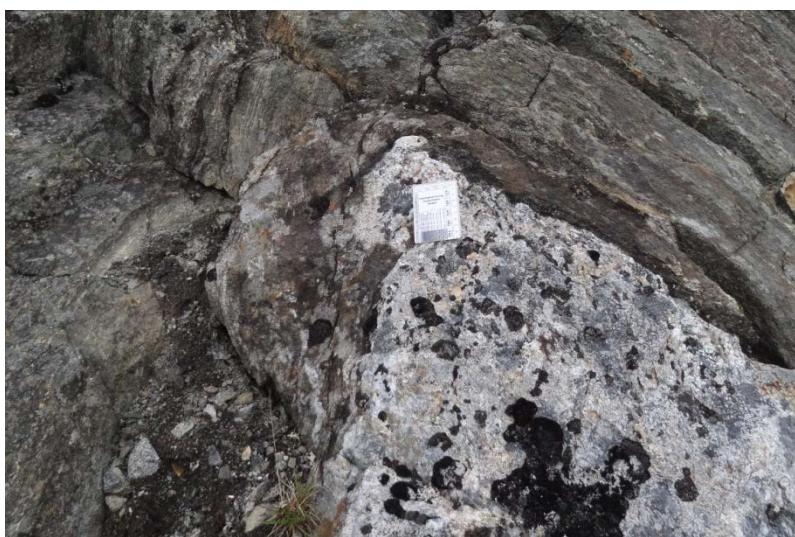
som ligger syd for Lower Annertusaq, og som på indsamlingstidspunktet blev opfattet som værende Kigutilik:

Lokalitet: 63,98878° N / 50,47944° W; 239 moh

Lokaliteten var markeret med blå og orange markeringstape, men der blev ikke set spor af indsamling af større bulkprøver, og det konkluderes, at vi ikke har været på den egentlige Kigutilik-forekomst. Der blev på denne lokalitet set en lille blotning med blege lyserøde, ikke-transparente rubiner, hvoraf de fleste er mindre end ca. 1,5 mm; de største der blev set, var omkring 2-3 mm store. RD/GEUS indsamlede 6,5 kg bjergartsmateriale til tekniske undersøgelser (GEUS prøvenumre 521149-152).



Rubinførende horisont.



*Rubinførende enhed
koncentreret i foldeom-
bøjning.*



Nærbillede af rubiner fra ovenstående foto.

4.2.7 Qaqqatsiaq / Waltons Showing.

Lokalitet: 63,12601° N / 49,82317 °W; 1181 moh

Qaqqatsiaq ligger indenfor TNG's koncessionsområde, og selskabet udtog i 2005 en prøve på ca. 3 tons, hvorfra TNG rapporterer fund af rubiner i både smykkestenskvalitet og næsten-smykkestenskvalitet.

Lokaliteten Qaqqatsiaq består af flere horisonter, som strækker sig fra ca. 800 m til 1300 m. Rubinforekomsterne findes i kontaktområdet mellem en række ultramafiske bjergarter og anorthositer. Forekomsten er kendt for – ud over rubiner – at indeholde en del ret sjældne mineraler, heraf mange som store krystaller. Forekomsten indeholder mange 5-20 cm brede bånd af rød spinel, som kan følges over 5-10 m. Indholdet af rubiner er forholdsvis beskedent: de fleste har ret dårlig transparens og er mindre end 1-2 mm; farven er typisk rødviolet med mellemgod farvemætning. Rubinerne findes i forskellige parageneser, hvoraf phlogopit synes at dominere på den besøgte lokalitet.

På grund af forekomstens unikke mineralogi har den gennem årene været undersøgt af mange forskellige forskere, og forekomsten har stadig stor forskningsmæssig betydning. Det anbefales derfor at 'frede' denne forekomst, så den ikke fremover kan indgå i nogen form for kommercial mineraludnyttelse.



Udsigt fra Waltons showing – set mod Bjørnesund.



Pargasitige bånd i Waltons showing.

4.2.8 Qaqat Agulerit = Beer Mountain

Lokalitet: 63,13965 °N / 49,55727° W; 929 moh

Der blev i 1970 fundet to rubinlokaliteter på Qaqat Aqulerit. Det lykkedes os ikke at finde lokaliteterne; Richard Herd beskriver forekomsterne således: Rubinerne findes i (i) en 1 m tyk horisont i anorthositbjergarten; og (ii) 'ruby-bearing gravel'. På landingsstedet blev der observeret en del 5-20 cm chromitbånd med fuchsitmineraliseringer. Der blev udtaget ca. 2 kg bjergartsprøver af dette materiale (GEUS prøvenummer 521154). Det vil bl.a. blive undersøgt om fuchsitmineraliseringerne kan bruges til fremstilling af smykkestens.



Fuchsit- og kromitrige horisonter ved Qaqat Aqulerit.



Nærbillede af ovenstående foto af fuchsit- og kromitrige bånd ved Qaqat Aqulerit.

4.2.9 Bjørnesund TNG

Lokalitet: 63,08451° N / 49,78794° W

Denne lokalitet blev først registreret af TNG i 2006. Der foreligger ikke oplysninger om kvaliteten af de rubiner, der er indsamlet.

Det lykkedes ikke RD/GEUS at finde en lokalitet med korund/safir; der blev dog observeret m-store linser af ultramafiske bjergarter samt anorthosit, som ofte er associeret med rubinmineraliseringer.

4.2.10 Bjørnesund GEUS 2008

Lokalitet: 63,12672 °N / 49,74599 °W; 969 moh

Forekomsten blev fundet af GEUS i 2008 og ligger uden for TNG's licensområder. Efter fundet lukkede RD området for licensansøgninger.



Kig mod øst over rubinforekomsten GEUS 2008.

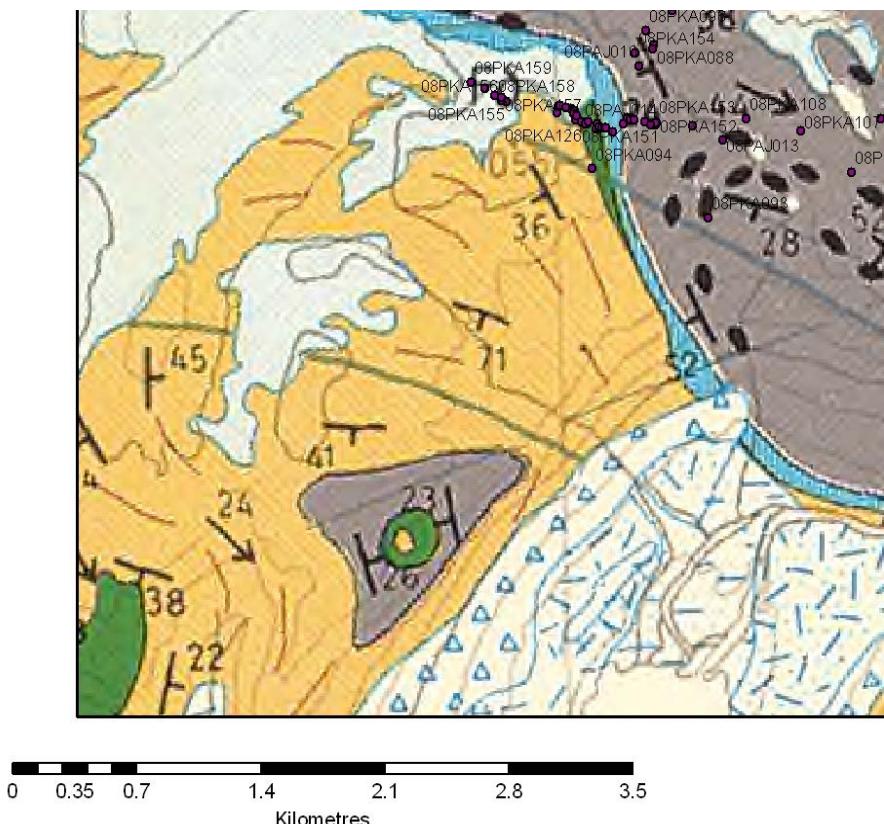


Fig. 5. Prøvekort for prøver indsamlet af GEUS i 2008.

Forekomsten danner et ca. 1,5 km langt bælte, hvori der findes et stort antal rubinførende enheder; enhederne varierer i længde fra omkring få meter til mere end 20 m lange og med tykkelser varierende fra 0,3 m til lag af flere meters tykkelse. Kvaliteten varierer, men semi-transparente, røde rubiner blev observeret flere steder. Denne forekomst synes i størrelse at være ganske betydelig sammenholdt med de øvrige besøgte forekomster. Det anbefales derfor at overveje, om forekomsten kan danne grundlag for én eller flere småskala-licenser.

RD/GEUS indsamlede ca. 22 kg bjergartsmateriale fra denne forekomst (GEUS prøvenummer: 521131-136).



Rubinførende phlogopite-sapphirin schist (loc. PKA144).



Rubinførende phlogopite-sapphirine schist (loc. PKA153).

Tabel 3. Informationer om GEUS 2008 forekomsten, indsamlet i forbindelse med feltarbejdet i 2008.

| Lokalitet | Prøve | Foto | Tykkelse (m) | Bemærkninger |
|-----------|----------------------------|---------------|--------------|---|
| PKA 90 | 513719 513720 513721 | 020-28 | 0,5 | Ruby, phlogopite; Rubies: 1-5 mm; locally up to 5% Strike: 320/30SW |
| PKA 91 | | | 0,5 | |
| PKA 92 | | | 1 | |
| PKA 95 | 513722 513723 | 036-37 086 | | Bands of pseudo tachylite, with plk phenocrysts |
| PKA 110 | | | 1 | |
| PKA 111 | | | 0,5 | |
| PKA 112 | | | 0,5 | |
| PKA 114 | | | 1 | |
| PKA 115 | | | 2 | |
| PKA 122 | | | 1 | |
| PKA 123 | | | 2 | |
| PKA 124 | | | 1 | |
| PKA 126 | | | 0,5 | |
| PKA 127 | | | 2 | |
| PKA 132 | | | 2 | |
| PKA 134 | | | 1,5 | |
| PKA 135 | | | 1 | |
| PKA 136 | | | 1,5 | |
| PKA 137 | | | 1,5 | |
| PKA 138 | | | 0,5 | |

| | | | | |
|---------|----------------------------|--|---------|---|
| PKA 139 | | | 0,3 | |
| PKA 140 | | | 0,5 | |
| PKA 141 | | | 5 | |
| PKA 142 | | | 2 x 0,5 | |
| PKA 144 | 513731 513732 513733 | | 2 | Phlogopite and sapphirin Ruby, phlogopite, sapphirin Ruby, phlogopite, sapphirine |
| PKA 146 | | | 2 | |
| PKA 147 | | | 1 | |
| PKA 150 | | | 1 | |
| PKA 151 | | | 1,5 | |
| PKA 152 | | | 2 | |
| PKA 153 | | | | Biotite rich peridotite |
| PKA 155 | | | 0,2 | |
| PKA 156 | | | 0,2 | |
| PKA 159 | | | 0,2 | |

Tabel 4. Detaillokaliteter for GEUS 2008 forekomsten, indsamlet i forbindelse med feltarbejdet i 2008

| Lokalitet | Dato | Time | Latitude (°N) | Longitude (°W) |
|-----------|------------|----------|---------------|----------------|
| 08PKA090 | 14/07/2008 | 10:52:31 | 63.12679667 | -49.74729500 |
| 08PKA091 | 14/07/2008 | 11:22:52 | 63.12661500 | -49.74603333 |
| 08PKA092 | 14/07/2008 | 11:41:46 | 63.12646167 | -49.73842500 |
| 08PKA095 | 14/07/2008 | 16:14:36 | 63.12843500 | -49.75735000 |
| 08PKA110 | 15/07/2008 | 17:14:09 | 63.12716167 | -49.74942000 |
| 08PKA111 | 15/07/2008 | 17:20:27 | 63.12747833 | -49.74927167 |
| 08PKA112 | 15/07/2008 | 17:22:57 | 63.12750667 | -49.74900333 |
| 08PKA114 | 15/07/2008 | 17:27:13 | 63.12740167 | -49.74835333 |
| 08PKA115 | 15/07/2008 | 17:31:18 | 63.12723500 | -49.74742167 |
| 08PKA122 | 15/07/2008 | 17:40:20 | 63.12709000 | -49.74751000 |
| 08PKA123 | 15/07/2008 | 17:42:06 | 63.12699833 | -49.74724167 |
| 08PKA124 | 15/07/2008 | 17:45:05 | 63.12668667 | -49.74662833 |
| 08PKA126 | 15/07/2008 | 17:47:23 | 63.12661333 | -49.74625000 |
| 08PKA127 | 15/07/2008 | 17:47:55 | 63.12669833 | -49.74592500 |
| 08PKA132 | 15/07/2008 | 17:56:36 | 63.12657000 | -49.74496000 |
| 08PKA134 | 15/07/2008 | 17:58:33 | 63.12634667 | -49.74502667 |
| 08PKA135 | 15/07/2008 | 17:59:28 | 63.12644833 | -49.74472667 |
| 08PKA136 | 15/07/2008 | 18:00:46 | 63.12635833 | -49.74443667 |
| 08PKA137 | 15/07/2008 | 18:01:29 | 63.12639167 | -49.74406667 |
| 08PKA138 | 15/07/2008 | 18:01:57 | 63.12635833 | -49.74390833 |
| 08PKA139 | 15/07/2008 | 18:03:57 | 63.12614667 | -49.74318167 |
| 08PKA140 | 15/07/2008 | 18:06:09 | 63.12653500 | -49.74200667 |
| 08PKA141 | 15/07/2008 | 18:09:50 | 63.12685500 | -49.74153500 |
| 08PKA142 | 15/07/2008 | 18:10:29 | 63.12675167 | -49.74125167 |

| | | | | |
|----------|------------|----------|-------------|--------------|
| 08PKA144 | 15/07/2008 | 18:15:05 | 63.12676167 | -49.74079167 |
| 08PKA146 | 15/07/2008 | 18:21:45 | 63.12674500 | -49.74071833 |
| 08PKA147 | 15/07/2008 | 18:23:44 | 63.12661667 | -49.73959667 |
| 08PKA150 | 15/07/2008 | 18:27:43 | 63.12646167 | -49.73855500 |
| 08PKA151 | 15/07/2008 | 18:28:18 | 63.12652833 | -49.73837167 |
| 08PKA152 | 15/07/2008 | 18:28:54 | 63.12657167 | -49.73826667 |
| 08PKA153 | 16/07/2008 | 08:11:24 | 63.12659423 | -49.73837856 |
| 08PKA155 | 17/07/2008 | 11:15:44 | 63.12774167 | -49.75500333 |
| 08PKA156 | 17/07/2008 | 11:57:09 | 63.12779000 | -49.75559833 |
| 08PKA159 | 17/07/2008 | 13:03:31 | 63.12874667 | -49.75893833 |

4.2.11 Lichtenfels

Lichtenfels-lokaliteten blev ikke besøgt på grund af manglende tid, men blev overfløjet. Fra luften ses der tydelig kontakt mellem Fiskenæsset-kompleksets bjergarter og ultramafiske bjergarter, som ofte er det geologiske miljø, hvor der findes rubiner. Forekomsten har været kendt siden 1971 og har i 2005 været undersøgt af TNG, men ligger uden for selskabets eneretskoncession. Forekomsten er af Richard Herd beskrevet som én til to lokaliteter, som mest består af sapphirin, gedrit, hornblende og rubin.

Det anbefales at undersøge forekomsten nærmere for at se, om den evt. kan være af interesse for småskala-licenshavere.

4.3 Separation af rubiner

Som led i en kvalitetsundersøgelse af Fiskenæsset-områdets rubiner er udvalgte prøver indsamlet i sommeren 2011, sammen med prøver fra Siggartartulik uden specifikke koordinater, tre prøver fra Intex AS licensområde, samt en prøve af ukendt herkomst, fundet i et lager i Nuuk, blevet knust og rubiner separeret (se Tabel 5). Prøverne blev knust i 3 trin i kæbeknuser og mellem hvert trin blev materialet sorteret på 2 mm sigte og frie korn (>2 mm) blev frasorteret manuelt.

Tabel 5: Makroskopisk beskrivelse af prøver fra Fiskenæsset-området. Farvebeskrivelse på grundlag af GIA (http://www.gemval.com/color_grade.html); i prøver med stor farvevariation er bedste farve angivet. Der er store usikkerheder på både farve og transparens som følge af størrelsesfordeling og manglende polering.

| Lokalitet | GEUS no. | Rubin karakteristik | Farve | Transparens |
|------------|----------|---------------------------|--|-------------|
| Aappalutoq | 521101 | Rather few and small size | 214. Medium dark strongly purplish red | Good |
| Aappalutoq | 521104 | Plenty and big size | 199. Light reddish purple | Milky |
| Aappalutoq | 521105 | Rather few and small size | 214. Medium dark strongly purplish red | Good |
| Aappalutoq | 521106 | Rather few and small | 214. Medium dark strongly | Some good |

| | | | | |
|-----------------|--------|----------------------------------|---|-----------------|
| | | size | purplish red | |
| Aappalutoq | 521107 | | 215. Medium dark stronly purplish red; slightly brownish | Some good |
| Aappalutoq | 521108 | Plenty and big size | 003. Light red; very slightly brownish | Milky |
| Aappalutoq | 521109 | Plenty and big size | 222. Medium dark slightly purplish red; | Milky |
| Aappalutoq | 521110 | Plenty and big size | 011. Medium dark red; very slightly brownish | Medium |
| Aappalutoq | 521111 | Few and small size | 214. Medium dark strongly purplish red | Good |
| Aappalutoq | 521113 | Rather plentiful and medium size | 215. Medium dark strongly purplish red; slightly brownish | Medium |
| Aappalutoq | 521120 | Plenty and big size | 214. Medium dark strongly purplish red | Low |
| Aappalutoq | 521121 | Plenty and big size | 213. Medium strongly purplish red; slightly brownish | Medium |
| U. Annertus-saq | 521123 | Plenty and big size | 215. Medium dark strongly purplish red; slightly brownish | Milky |
| U. Annertus-saq | 521127 | Rather few and small size | 214. Medium dark strongly purplish red | Milky |
| L. Annertus-saq | 521130 | Few and small size | 207. Light strongly purplish red; very slightly brownish | Low - medium |
| Bjørnesund 2008 | 521131 | Rather plentiful and small size | 209. Medium strongly purplish red; very slightly brownish | Low - medium |
| Bjørnesund 2008 | 521132 | Rather plentiful and medium size | 222. Medium dark slightly purplish red; | Good |
| Bjørnesund 2008 | 521134 | Plenty medium size | 219. medium slightly purplish red; very slightly brownish | Low - medium |
| Bjørnesund 2008 | 521135 | Plenty medium size | 214. Medium dark strongly purplish red | Medium |
| Siggartartulik | 521138 | Plenty and big size | 199. Light reddish purple | Very low; milky |
| Siggartartulik | 521140 | Plenty and small size | 221. Midium slightly purplish red; very slightly brownish | Medium - good |
| Siggartartulik | 521158 | Plenty and medium size | 214. Medium dark strongly purplish red | Medium - good |
| Siggartartulik | 521159 | Plenty and big size | 221. Midium slightly purplish red; very slightly brownish | Low - medium |
| Siggartartulik | 521160 | Plenty and big size | 214. Medium dark strongly purplish red | Low |
| Rubin Ø | 521142 | Few and small | 204. Medium dark reddish purple | Medium - good |
| Rubin Ø | 521144 | Medium size | 205. Very light strongly purplish red. | Low |
| Rubin Ø | 521148 | Very few and small | 214. Medium dark strongly purplish red | Medium |
| Kigutilik | 521149 | Rather few and medium size | 213. Medium strongly purplish red; slightly brownish | Low |
| Kigutilik | 521151 | Few and small | 214. Medium dark strongly purplish red | Good |

| | | | | |
|-----------|--------|----------------------|--|-----------------------|
| Kigutilik | 521152 | Rather few and small | 222. Medium dark slightly purplish red; | Good |
| Intex | 521161 | Rahter few and small | 215. Medium dark strongly purplish red; very slightly brownish | Very low (omdan-nede) |
| Intex | 521162 | Many big (fragments) | 219. medium slightly purplish red; very slightly brownish | Low |
| Intex | 521163 | Few and small | 212. Medium strongly purplish red; very slightly brownish | Medium |
| Ukendt | 521153 | Plenty and big | 214. Medium dark strongly purplish red | Low |

Yderligere karakterisering vil blive fortsat i 2012. Alle prøver blev forelagt Swiss Gemmological Institute (SGI), Basel, Schweiz, som på grundlag af en hurtig makroskopisk vurdering gav følgende karakteristik: Twilling-lameller er meget udbredt; en meget stor del har gennemgående sprækker, og rubinerne har et blåløst skær i den røde farve. SGI anbefalede at igangsætte forsøg med varmebehandling evt. suppleret med flux-behandling til at lukke sprækker.

4.3.1 Planlagte undersøgelser

Som led i karakteriseringsarbejdet påtænkes der gennemført følgende undersøgelser på udvalgte prøver (omtalt i Tabel 5): Geokemisk karakterisering; spektroskopi (evt. Raman), fluoressense målinger og bestemmelse af indeslutningstyper.

5. Gemmologikursus

Som led i gruppens vidensopbygning deltog følgende medlemmer i gemmologikursus i perioden 23-25. november 2011, hos Swiss Gemmological Institute: Anette Clausen (RD), Per Kalvig (GEUS), Nynke Keulen (GEUS), Henrik Stendal (RD) og Lærke L. Thomsen (RD).

Kurset omfattede følgende emner:

The origin determination of ruby
The origin determinatin of sapphire
The treatment of corundum,
og omfattede både teoretisk og praktisk (mikroskopi) gennemgang.

6. Studietur til Tanzania

En gruppe bestående af Henrik Stendal, Thomas Lauridsen og Anette Clausen (RD), samt Per Kalvig og Nynke Keulen, GEUS, deltog i en studietur til Tanzania fra 27. april til 8. maj 2011. Turen var arrangeret af Per Kalvig i samarbejde med Jesper Bosse Jönsson, som er fastboende i Dar es Salaam. Turen er rapporteret af Stendal et al. (2011): Smykkestensbranchen i Tanzania. Intern rejserapport, april – maj 2011. Rapportens sammenfatning er i let redigeret form gengivet nedenstående.

Tanzania har gennem mange år haft en betydelig produktion af farvede smykkestener, herunder også rubiner og safirer. Formålet med studieturen var at opnå et større kendskab til smykkestensbranchen fra brydning, processering, forarbejdning og salg til myndighedsbehandling, kontrol m.v. Turen omfattede besøg hos myndigheder, forhandlere og miner. Vi besøgte 8 miner, hvoraf 7 var småskala-miner og TanzaniteOne var den eneste storskala mine: En rubinmine i Longido, en turmalin/smaragdmine i Landanai, en tsavoritmine i Nyalulu og fire tanzanitminer i Merelani. Tanzania er inddelt i otte minezoner, hvor hver zone står for tilladelsestildelingen. Et Zonal Mines Office har uddover ansvaret for minetilladelser og salg også ansvar for miljø og sikkerhed. Småskala-minelicenser kan kun udstedes til borgere i Tanzania; varigheden for disse licenser er fem år. Der kræves ikke en egentlig efterforskningstilladelse for at få tildelt en småskala-tilladelse. Store selskaber skal dog først have en efterforskningstilladelse forud for en udnyttelsestilladelse, og efterforskning skal være pågået i minimum 1 år. Når der er tale om større mineselskaber med ædelmetal- eller smykkestensproduktion overvåges processeringen af offentlige repræsentanter, som hovedsagligt er uddannet i Indien og Sydafrika. For smykkestensminer i Tanzania skal minimum 51 % af aktiekapitalen være lokal. En minetilladelse er også en handelstilladelse; derudover kan enkeltpersoner søge om "Dealer's License", som giver indehaveren ret til at handle med og eksportere mineraler. Hvis udlændinge skal erhverve en "Dealer's License", skal mindst 25 % af selskabet være ejet af en borger i Tanzania.

TAMIDA er brancheorganisation for forhandlere i Tanzania, og Regional Miners Association er brancheorganisationen for mineselskaberne. TAMIDA arbejder for, at smykkestenen skal kunne udnyttes af småskala-miner, og har meget fokus på, hvordan tanzanit udnyttes og markedsføres mest hensigtsmæssigt. TAMIDA hjælper småskala-minefolk og smykkestensopkøbere med salg af smykkestenen og giver rådgivning vedr. kontrol, produktion og værdisætning. Forhandlerne støtter også småskala-minerne finansielt i form af opstartslån forud for produktion og er aktive på en række internationale messer, herunder i Sri Lanka, Las Vegas, Bangkok og Hong Kong. Deltagelse på messerne betales i fællesskab, og ofte går flere firmaer sammen om en stand. Tanzania er underlagt Kimberley Processen, som bl.a. dikterer, at der ved eksport af diamanter skal tildeles et "Tanzania Kimberley Process Certificate". Tanzania har også en certifikat-ordning for tanzanit, hvor et "Certificate of Origin" tildeles af en "Commissioner for Minerals" forud for eksport. Dette kan lade sig gøre, idet tanzanitten kommer fra ét område og er fysisk indhegnet. Ved eksport værdiansættes stenene af ministeriet (gemmologer og geologer), og royalty til staten beregnes på den baggrund. Den endelige royalty beregnes ud fra den reelle markedspris, der opnås ved det efterfølgende salg i markedet. Zonal Mines Office gennemgår selskabets sorterede pakker og justerer prisen. Derefter pakkes, forsegles og stempler pakkerne. Der udstedes

et certifikat pr. pakke. De offentlige værdisættere deltager på diverse mineral shows i Tuscon, Bangkok etc. for at få en fornemmelse af markedet. Hver tredje måned justeres tanzanit-priserne af en komité bestående af selskaber og Northern Zonal Mines Office. Tanzania agter at etablere et gemmologicenter med henblik på værdiansættelse af smykkestene.

Markedsføring af Tanzanias smykkestenspotentiale foregår på smykkestensmesser i Tanzania. Dette blev tidligere afholdt i form af lokale smykkestensauktioner, men der forsøges med afholdelse af en større international smykkestensmesse i Arusha i 2012 i stedet. Indførelse af loven om, at tanzanit over ét gram (5 ct) skal slabes i Tanzania har haft nogle utilsigtede konsekvenser: Eksporten gik ned som følge af loven, men er nu på vej op igen. Det er dog muligt at få dispensation til slabning af sten over 1 gram; "specials" kan blive slebet udenfor Tanzania. Disse "specials" behandles enkeltvis. Mange sten udføres imidlertid ulovligt fra Tanzania gennem Kenya, hvor royalty er nul; det faktum, at regeringens indtægter er gået ned kan pege i retning af, at smuglingen er steget. Et generelt synspunkt var, at for en offentlig myndighed er smykken vanskelige at kontrollere, idet det er små sten med høj værdi, som let kan forsvinde (smugles).

Tanzania eksporterer hovedsageligt sine smykkestener som rå uslebne sten, hvoraf de fleste går til Thailand. Dette kan være forklaringen på, at mange af de interviewede havde vanskeligt ved at angive prisforskellen imellem rå og slebne smykkestener; Forskellen blev vurderet til alt mellem 100 % og 2.000 %. Det var en samstemmende generel opfattelse, at den samme smykkestener kan variere meget i pris i Tanzania og mangedobles i pris i udlandet. Prisen på rubiner og pink-safirer blev anslået til at være næsten identiske for de rå sten.

Tanzania er gået fra en overskudsroyalty til en omsætningsroyalty pga. vanskeligheder med at verificere mineselskabernes overskud. Blandt de interviewede var der nogenlunde enighed om, at Tanzanias omsætningsroyalty-ratio på 1 til 5 % for henholdsvis slebne og rå smykkestener er passende. Der kan være ekstremt stor forskel i prisen på, om der foretages varmebehandling eller ej. Mange gav gruppen det råd at foretage varmebehandlingsforsøg i Thailand og Sri Lanka, ligesom det blev foreslået at foretage et testsalg i Sri Lanka og Thailand via en pålidelig smykkestensforhandler, hvoraf nogle skulle have tilladelse til at få gennemført varmebehandling og andre ikke; flere mente, at salget bør foregå gennem en smykkestensforhandler, idet ikke alle kunder ønsker at gøre forretning med offentlige myndigheder.

Ved sortering og klassificering er det vigtigt, at dette afspejler noget, som kan produceres og aftages regelmæssigt, og det er vigtigt, at sælger og køber er enige om klassificeringen. I den forbindelse bør man undlade at benytte begreber som "precious" og "semi-precious". Inden der laves et fast inddelingssystem af rubin bør der etableres kvalitetskriterier for de grønlandske rubiner, hvor Grønland tester markedet. Et testsalg bør foregå via auktioner, og forudgående slabning bør gennemføres i Thailand eller Sri Lanka. Grønland vil være i stand til at kunne tiltrække smykkestensopkøbere fra hele verden til auktioner i Grønland. For at kunne opnå en slebet sten med en diameter på 1,5 mm behøves en rå sten med en diameter på ca. 2 mm. Minimumstørrelsen på smykkestenen til slabning er ca. 0,1 gram. Det

er ikke sikkert, at der er et marked for meget små rubiner – eksempelvis som slibemiddel - da det kan være billigere at bruge syntetisk korund som slibemiddel.

Ved "branding" af de grønlandske rubiner bør der fokuseres på en udvinding uden væsentlige miljøpåvirkninger og en lokal involvering i projektet. Hvis der kan etableres salg gennem f.eks. Cartier, vil dette mangedobле prisen. De dårligste rubiner kan evt. sælges via TVShop.

7. Referencer

- Giuliani, G., Fallick, A.E., Garnier, V. France-Lanord, C., Ohnenstetter, D. & Schwarz, D. 2005: Oxygen isotope composition as a tracer for the origins of rubies and sapphires. *Geology* **33**(4), 249-252.
- Giuliani, G., Fallick, A.E., Rakotondrazafy, M., Ohnenstetter, D., Andriamamonjy, A., Ralantsoarison, T., Rakotosamizanany, S., Razanatseheno, M., Offant, Y., Garnier, V. Dunaigre, C., Schwarz, D., Mercier, A., Ratrimo, V. & Ralison, B. 2007: Oxygen isotope systematics of gem corundum deposits in Madagascar: relevance for their geological origin. *Mineralia Deposita* **42**, 251-270.
- Guilong, M. & Günther, D., 2001: Quasi 'non-destructive' laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry fingerprinting of sapphires. *Spectrochimica Acta Part B* **56**, 1219-1231.
- Herd, R.K. 1973: Sapphirine and kornerupine occurrences within the Fiskenæsset complex. *Rapport Grønlands Geologiske Undersøgelse* **51**, 65-71.
- Herd, R.K., Windley, B.F. & Ghisler, M. 1969: The mode of occurrence and petrogenesis of the sapphirine-bearing and associated rocks of West Greenland. *Rapport Grønlands Geologiske Undersøgelse* **24**, 44pp.
- Kalvig, P. & Frei, D. 2010: Testing the use of geochemical characteristics of corundum from Greenland as a tool for geographical typing. *Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Rapport* **2010/68**, 36pp.
- Kasemann S., Meixner A., Rocholl A., Vennemann T., Schmitt A., & Wiedenbeck M., 2001: Boron and oxygen isotope composition of certified reference materials NIST SRM 610/612, and reference materials JB-2G and JR-2G. *Geostandards Newsletter* **25**, 405-416.
- Keulen, N. & Heijboer, T. 2011: The provenance of garnet: semi-automatic plotting and classification of garnet compositions. *Geophysical Research Abstracts* **13**, **EGU2011-4716**.
- Rumble D. III. & Hoering T.C., 1994: Analysis of oxygen and sulfur isotope ratios in oxide and sulfide minerals by spot heating with a carbon dioxide laser in a fluorine atmosphere. *Accounts of Chemical Research* **27**, 237-241.
- Schumacher, J.C., van Hinsberg, V.J. & Keulen, N. 2011: Metamorphism in supracrustal and ultramafic rocks in southern West Greenland and South-West Greenland 64-61.5 °N. *Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport* **2011/06**, 29pp.
- Schwarz, D., Pardieu, V., Saul, J.M., Schmetzer, K., Laurs, B.M., Giuliani, G., Klemm, L., Malsy, A.K., Erel, E., Hauzenberger, C., Du Toit, G., Fallick, A.E. & Ohnenstetter, D. 2008: Rubies & Sapphires from Winza, central Tanzania. *Gems & Gemmology*, **44**, 322-347.
- Sharp, Z. D., 1990: A laser-based microanalytical method for the in-situ determination of oxygen isotope ratios of silicates and oxides: *Geochimica et Cosmochimica Acta* **54**, 1353-1357.
- Stendal, H., Lauridsen, Th., Clausen, A.; Kalvig, P. & Keulen, N. 2011: Smykkestens i Tanzania. Intern rejserapport, april – maj 2011. Naalekkersuisut.