

Mursten fra affaldsmateriale

Mineralforekomsten ved Kringlerne i Sydgrønland er et eksempel på, at bæredygtig minedrift er blevet væsentligt mere realistisk. Nye resultater viser, at mursten kan fremstilles ved anvendelse af affaldsfraktionen fra minedriften. Stenene kan brændes ved lavere temperatur end normalt, hvorved energi kan spares. Samtidig er stenene væsentlig stærkere end almindelige mursten.

Af Andreas Peter Vestbø, Christian Prinds, Teknologisk Institut og Hans Kristian Schönwandt, Tanbreez Mining Greenland A/S

I Sydgrønland, ikke langt fra byen Narssaq, ligger den geologisk set verdenskendte intrusion Ilímaussaq. Det er en lagdelt intrusion, der består af en række meget specielle alkali-rige bjergarter, der kun findes meget få steder i verden blandt andet på Kolahalvøen i Rusland.

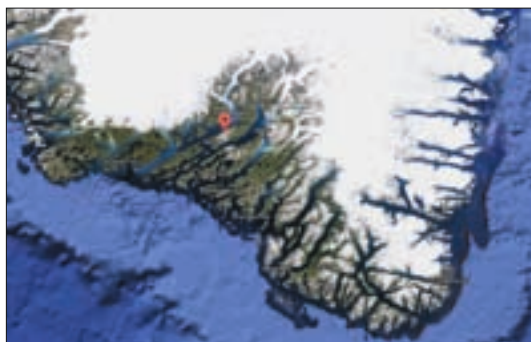
Intrusioner af denne sammensætning er kendt for at have et meget højt indhold af sjældne jordartsmetaller (Rare Earth Elements, REE). Mineralindustrien har derfor over en år-række udført undersøgelser i netop Ilímaussaq-intrusionen med henblik på at lokalisere eventuelle REE-forekomster, der kunne danne grundlag for en minedrift på disse grundstoffer. Et vigtigt aspekt i forbindelse med efterforskningen af REE-forekomster er det forhold, at Kina så at sige har monopol på produktionen af REE, hvad der har skabt en vis usikkerhed i markedet både med hensyn til priser på REE, men også på forsyningssikkerheden.

Det australske efterforskningsselskab Rimbal Pty Ltd. fik i 2001 efterforskningslicens på store områder af den sydlige del af Ilímaussaq-intrusionen med henblik på at udnytte REE i området. Dette førte til etableringen af det grønlandske daterselskab Tanbreez Mining Greenland A/S, der står for det praktiske og faglige arbejde med henblik på etablering af en eventuel minedrift. Det har foreløbig ført til, at der til de grønlandske myndigheder er blevet fremsendt en ansøgning om en udnyttelseskoncession [1, 2].

Forekomsten ved Kringlerne

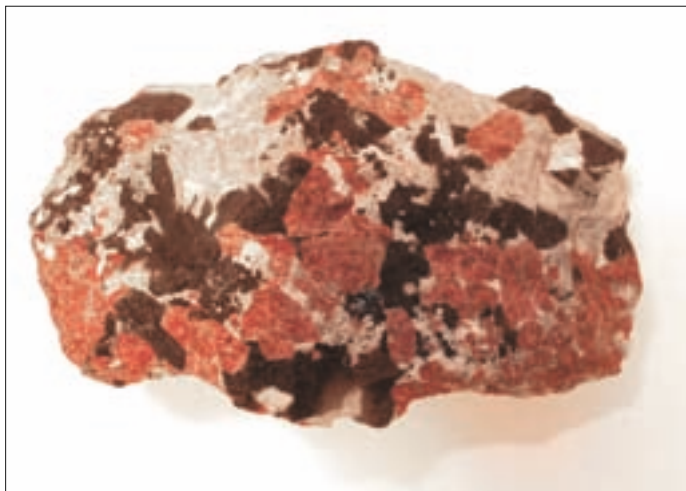
Navnet "Tanbreez" er et akronym, der henviser til de grundstoffer, der planlægges udvundet: Ta-Nb-REE-Z(r) Tantal, niob, sjældne jordsartsmetaller (REE) og zirkonium. Undersøgelser har vist, at den overvældende del af disse grundstoffer findes i ét og samme mineral: Eudialyt, der er et natrium-zirkon-silikat mineral. Da eudialyt er det helt dominerende zirkonium-holdige mineral i malmen, finder man en lineær korrelation mellem zirkonium og de nævnte grundstoffer i malmen, hvad utallige analyser har dokumenteret.

Eudialyt er et bjergartsdannende mineral i bjergarten kakortokit, der udgør den nederste del af den lagdelte Ilímaussaq-intrusion. Det er eksponeret over et areal på 5 x 2,5 km og når fra havniveau op i 400 m højde, hvilket giver en forekomst i milliard tons-klassen. Kakortokit er i sig selv lagdelt, idet bjergarten består af sorte, røde og hvide lag, der som en trefarvet enhed gentages i alt 29 gange. Denne spektakulære lagdeling skyldes varierende indhold af de fire helt dominerende mineraler i kakortokit. De sorte lag er beriget i arfvedsonit, de røde i eudialyt og de hvide lag af feldspat og nefelin. De enkelte lag indeholder alle fire mineraler, men det er berigelsen af de specifikke mineraler, der slår igennem og giver de enkelte



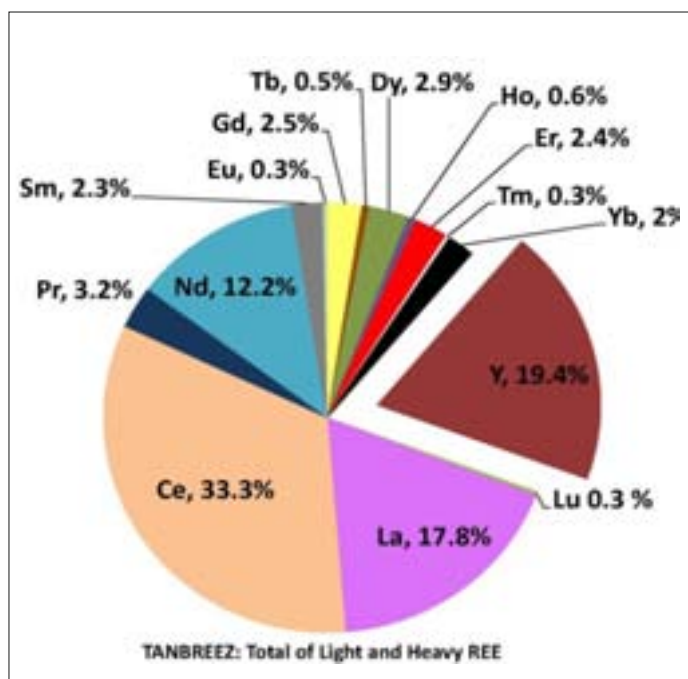
Figur 1. Beliggenhed for Kringlerne (rød cirkel i billedet nederst til højre), hvor mineselskabet Tanbreez Mining Greenland planmæssigt vil udvinde mineraler, Google Maps.

lag deres farve. Figur 2 viser en sten fra området, der indeholder materiale fra alle tre lag.



Figur 2. Sten fra forekomsten i Kringlerne. Mineraler eudialyt, som primært er sted for sjældne jordarter i forekomsten, er rødt. Den hvide del stammer fra feldspat, som bl.a. anvendes til fremstilling af porcelæn. Den sorte del indeholder jernholdigt arfvedsonit. Arfvedsonitten havde oprindeligt ikke fundet nogen anvendelse og ville planmæssigt blive deponeret.

I gennemsnit vil den malm, der skal brydes, indeholde 1,75% ZrO_2 , 0,18% Nb_2O_5 og 0,6% REO (sjældne jordartsoxider) inkluderende yttrium. Til sammenligning med andre REE-mineraliseringer, så indeholder Tanbreez-forekomsten en relativ stor andel af de tunge REE (27%) og mere værdifulde og efterspurgte REE. Figur 3 viser fordelingen af de enkelte REE i malmen. Det er normalt i efterforskningsindustrien at sætte grænsen mellem de lette og de tunge REE ved europium (Eu), således at de lette omfatter lanthan (La) til europium (Eu) og de tunge gadolinium (Gd) til lutetium (Lu) plus yttrium (Y).



Figur 3. Forholdsmæssig fordeling af sjældne jordarter i malmen fra forekomsten ved Kringlerne. En rapport fra den Europæiske Kommission i 2014 angiver, at sjældne jordarter er på vej til at blive en mangelvare i fremtiden og benævner dem som en kritisk ressource [3].

Efter en række undersøgelser er man kommet frem til, at den optimale oparbejdning af malmen sker ved hjælp af en fysisk separation, der foregår i et tørt miljø. Malmen knuses ned til 600 μm og går derefter gennem flere magnetiske separationsstep. Dette resulterer i tre typer koncentreter:

- (1) Magnetisk, sort koncentration hovedsageligt bestående af arfvedsonit.
- (2) Middel-magnetisk, rødt koncentration hovedsageligt bestående af eudialyt.
- (3) Ikke magnetisk, hvidt koncentration bestående af feldspat-nefelin.

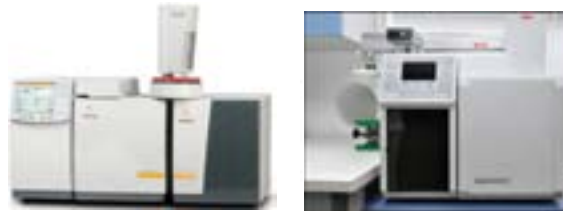
Mens det røde og hvide koncentration kan finde afsætning i markedet, så har man hele tiden betragtet det sorte koncentration som affald (tailing), der skulle deponeres tæt ved mineområdet i Grønland. Dette er normal praksis i minedrift [4]. Hvis det dog kunne være muligt at udnytte det sorte koncentration, vil dette være en situation, hvor alle dele af malmen bliver udnyttet, hvilket vil være et gennembrud inden for bæredygtig minedrift [5].

Udnyttelse af affaldsfraktion

På Teknologisk Institut blev det som en del af projektet REE-gain [6] undersøgt, om det var muligt at finde en anvendelse for det sorte arfvedsonit-koncentration. Til det formål modtog Teknologisk Institut i Taastrup en portion af den magnetiske fraktion fra de testforsøg, som Tanbreez Mining Greenland foretog i Perth, Australien. Teknologisk Institut er kendt for at have grænseflade i forhold til mange forskellige brancher i Dan-

WANTED

For service



Varian GC's were last seen on laboratories in Denmark

If you have seen this instrument, please contact

E-mail: serviceyourvariangc@samsi.no

Call: +47 35975600

REWARD

A great service deal, application support, parts and more



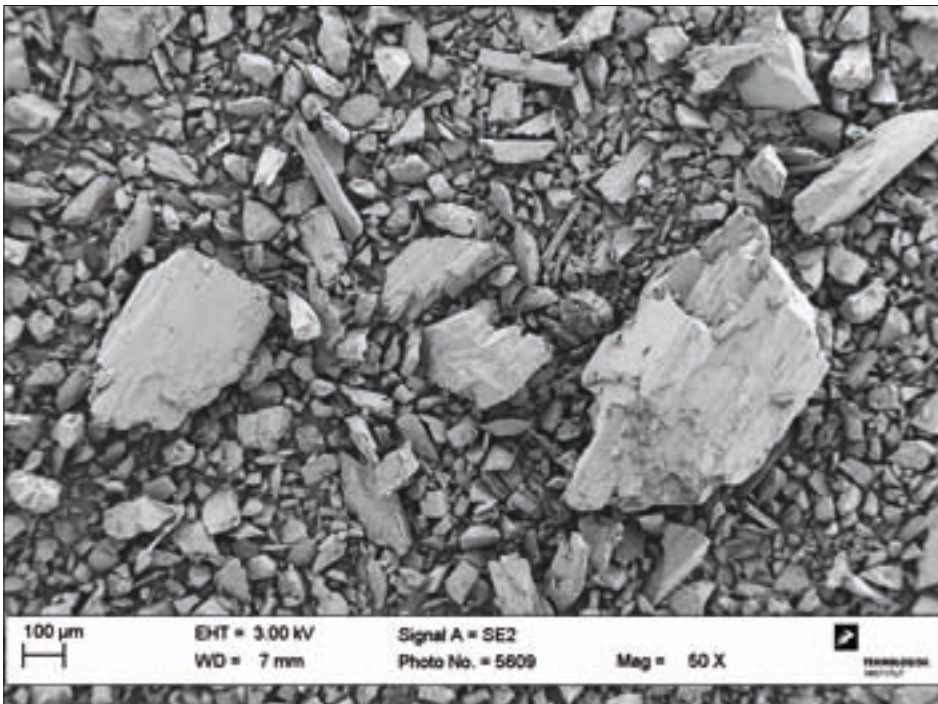


Figur 4. Fremstilling af murstensvæg med mørtel, der har et indhold på 93% arvedsonit-fraktion fra malmen fra Sydgrønland.

mark og internationalt, hvilket i REEgain-projektet førte til, at forskellige anvendelsesmuligheder blev undersøgt og afprøvet.

Inden for byggefaget gik et forsøg ud på at anvende arvedsonit-koncentrat i mørtel. Der blev fremstillet en mørk mørtel med 93% arvedsonit-koncentrat. Der blev lavet en demonstra-

tionsmur med den nye mørtel, figur 4. Det viste sig, at mørtlen var let at mure med, om end den var hurtigere til at sætte sig i forhold til almindelig murstensmørtel. Med tiden blev den mørkegrå farve til lys til middelgrå farve, der lignede almindelig mørtel.



Figur 5. Mikroskopibillede (Scanning Elektron-Mikroskopi, SEM) af arvedsonitkoncentratet. Størrelsen af partiklerne spænder fra 1 µm til 1 mm.

Et andet forsøg gik ud på at erstatte sand med arvedsonit-koncentrat i produktionen af mursten. Når man laver mursten, tilsætter man ofte sand som magringsmiddel, og i dette tilfælde var idéen, at man kunne erstatte sandet og måske få en mursten i mørk farve.

Fremstilling af mursten med arvedsonit

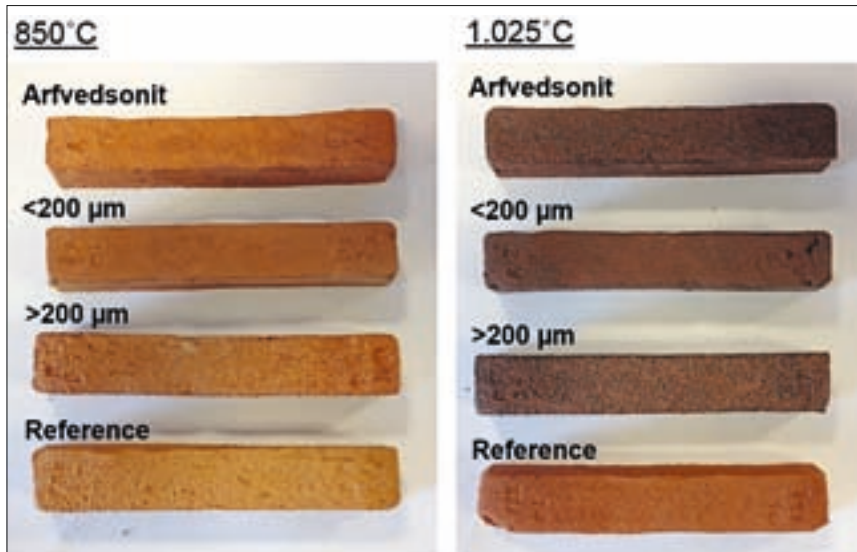
For at se effekten af forskellige kornstørrelser blev arvedsonit-koncentratet delt op i tre portioner:

- En portion mindre end 200 µm (< 200 µm)
- En portion større end 200 µm (> 200 µm)
- En portion repræsenterende hele arvedsonit-koncentratet.

Figur 5 giver et indtryk af kornstørrelsen og kornfacon i arvedsonit-koncentratet.

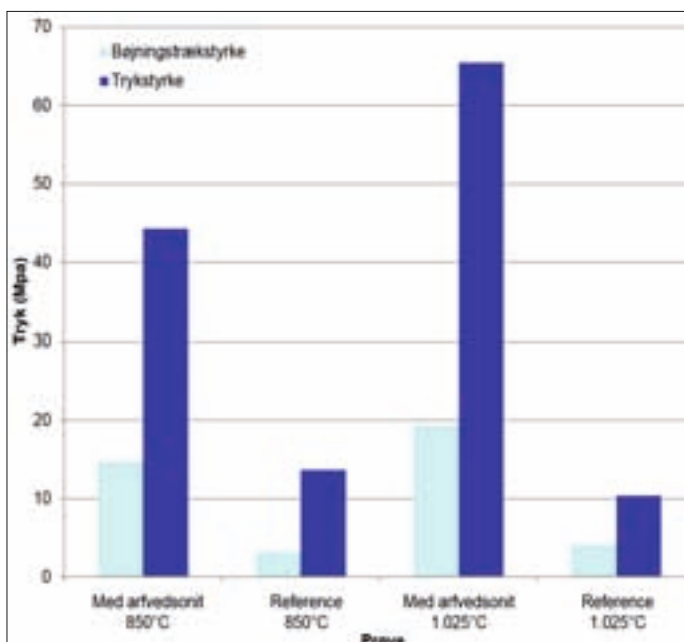
Rød dansk ler fra Vedstaarup Teglværk blev anvendt i testproduktionen. Hver af de tre portioner arvedsonit

blev blandet med det røde ler, således at den iblandede arfvedsonit udgjorde 40 vægt% af murstensmaterialet. I testkørslen (brændingen) blev der anvendt stænger, også kaldet prismer på 2 x 2 x 12 cm. Prismene blev brændt i fem timer ved følgende temperaturer: 850°C, 900°C, 950°C, 1000°C samt 1025°C.



Figur 6. Mursten (prismer) fremstillet med 40 vægt% materiale fra arfvedsonitkoncentratet ved hhv. 850°C (billedet til venstre) og 1025°C (billedet til højre). Fra top til bund i begge billeder: ren affaldsfraktion med arfvedsonit leveret af Tanbreez, sigtet til over 200 µm, sigtet til under 200 µm og reference-sten uden arfvedsonit. Referencen er som alm. rød mursten.

I figur 6 ses resultaterne af brændingerne, hvor reference-prismen svarer til den sædvanlige type mursten med 40 vægt% sand blandet med rødt ler. Det fremgår af figuren, at prismen med den rene portion arfvedsonit brændt ved 850°C har en farve, der er meget lig den almindelige røde mursten brændt ved 1025°C (nederst til højre i figuren markeret "reference"), og at arfvedsonit-prøverne brændt ved denne temperatur er væsentlig mørkere, hvilket også var håbet.



Figur 7. Bøjningstrækstyrke og trykstyrke for arfvedsonit- og reference-mursten (alm. rød mursten) brændt ved hhv. 850 og 1025°C. Standard brændetemperatur for røde mursten er 1025°C.

Væsentlig øget styrke

Der blev udført diverse standardtests på stenene og disse afslørede nogle overraskende træk. Styrken af stenene, figur 7, var omkring fire gange højere for de sten, hvor arfvedsonit-koncentrat var blevet anvendt i forhold til de sædvanlige mursten (reference) ved en brænding på 850°C, og styrken var seks gange højere ved en brændingstemperatur på 1025°C. Hvor der var anvendt sigtet arfvedsonit-koncentrat, blev der vist samme øgede styrke.

Dette resultat betyder, at mursten fremstillet af arfvedsonit-koncentrat kan opnå en større styrke ved en brændingstemperatur på 850°C end den normale sandbaserede mursten, der normalt brændes ved 1025°C. Det vil sige, at der kan anvendes en væsentlig lavere brændingstemperatur og derved en energibesparelse ved at anvende arfvedsonit-koncentrat som magringsmiddel i murstensproduktionen og så samtidig få en væsentlig stærkere mursten.

Den øgede styrke af det brændte murstensmateriale åbner op for andre aspekter som f.eks. i fremstillingen af tagsten, hvor det stærkere materiale vil være mere holdbart og desuden gøre det muligt at fremstille tagsten tyndere end normalt og dermed gøre det muligt at gøre tagkonstruktionerne lettere. Alt i alt ser det ud til, at denne form for produktion vil være ressourcebesparende.

Anerkendelse

REEgain-projektet er støttet af Innovationsfonden i Danmark. Kontrakt 11-118451.

E-mail:

Andreas Peter Vestbø: aspv@teknologisk.dk

Kilder

1. www.tanbreez.com.
2. Hans K. Schönwandt, et al., 2016, "Rare Earths Industry – Technological, Economic, and Environmental Implications", p. 73, Elsevier.
3. European Commission, Maj 2014, "Report on Critical Raw Materials for the EU: Report of the Ad hoc Working Group on defining critical raw materials", tilgængelig på <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/10010/attachments/1/translations/en/renditions/native> (hentet maj 2016).
4. Joni S. Adiansyah, December 2015, "A framework for a sustainable approach to mine tailings management: disposal strategies", Journal of Cleaner Production Vol. 108, PartA, p. 1050.
5. Stuart Kirsch, 2010, "Sustainable Mining", Dialectical Anthropology Vol. 34, p. 87.
6. www.reegain.dk, Dansk Innovationskonsortium (2012-2016) bestående af partnere fra industri, GTS-institut og universiteter i Danmark.

Pipettecenteret

Kalibrering og service af alle fabrikater pipetter.

Vi kalibrerer både ved indsendelse eller på kundens adresse.

Salg af pipetter og laboratorie varer.



Pipettecenteret

Skovkanten 41 · 4700 Næstved
Tlf. 55 73 62 05 · Mobil 30 33 32 49
Email: nielslindgaard@stofanet.dk
www.pipettecenteret.dk

