

# Sällsyntare än en LOTTOVINST



Axel Sjöqvist tycker till om REE, sällsynta jordartsmetaller.

De senaste åren har sällsynta jordartsmetaller (rare-earth elements eller REE) varit ett hett ämne som har fått mycket uppmärksamhet. Det talas en hel del om potentiell europeisk gruvdrift, men till exempel mindre om europeisk separering, tillverkning och återvinning. Och hur sällsynta är REE, egentligen?

**Geologiskt forum** har det skrivits om REE tidigare och inte minst om den högtintressanta svenska REE-fyndigheten Norra Kärr, se referenslistan. Eftersom det har skrivits så mycket om ämnet antar jag att läsaren är bekant med huvuddragen av problematiken kring sällsynta jordartsmetaller?! Här ger jag kanske en annan bild av problemet än den som brukar presenteras...

Mycket kortfattat är sällsynta jordartsmetaller en grupp på 17 grundämnen (skandium, yttrium och lantaniderna) som är nödvändiga inom högteknologiska applikationer, som vindkraftverk, elbilar, lågenergilampor och mobiltelefoner. Kina har sedan 1990-talet dominerat världsproduktionen av dessa metaller och har på senare år rubbat världen med sina exportrestriktioner.

**När det skrivs om REE**, nämns det i regel att de egentligen inte är så sällsynta och att de i jordskorpan är ungefär lika vanligt förekommande som koppar. Man brukar försvara namnet med att säga att REE finns överallt i låga koncentrationer och att de endast i sällsynta fall ansamlas i höga halter, till exempel i ett REE-mineral.

Det finns olika sätt att uppskatta jordskorpans genomsnittliga sammansättning och det är svårare än man kanske tror. De olika metoderna ger ganska lika svar för huvudämnen. För sällsynta jordartsmetaller ligger de olika svaren ungefär inom 20 procent av varandra

och fungerar bäst som en uppskattning om storleksordningen. I denna artikel har jag använt mig av värdena i *Composition of the Continental Crust*.

Visst, de vanligaste sällsynta jordartsmetallerna (skandium, cerium, neodym, lantan och yttrium) brukar i dessa uppskattningar vara i samma storleksordning som koppar (se bild på nästa sida). Dessa är, i snitt, inte så sällsynta som namnet skulle antyda. Däremot är värdena räknade utifrån grundämnenas vikt. Sett till antalet atomer som finns i jordskorpan, förekommer koppar i dubbelt så stora antal som yttrium, se diagram på sida 19.

**Det finns fler REE** än bara de vanligaste fem. Hur ser det ut för de mer sällsynta? Hur mycket finns det av europium, holmium, terbium, tulium och lutetium?

Tulium eller lutetium är troligen den sällsyntaste. Tulium utgör endast 0,3 miljondelar av jordskorpans vikt, men det förekommer bara 100 atomer per miljard! Det motsvarar en sannolikhet på ungefär en på tio miljoner. Det är alltså ungefär fem gånger mer sannolikt att vinna en miljon på en trisslott än att hitta en tuliumatom!

REE kan delas upp i "lätta" (La–Sm) och "tunga" (Eu–Lu och Y). Tunga REE är två gånger sällsyntare än lätta; sju gånger sällsyntare än de lätta om man räknar utan yttrium. Kritiska REE som dysprosium, europium, gadolinium och terbium är alla tunga REE. Terbium är ungefär lika "vanlig" som tantal och tallium.

Tabellen visar viktiga applikationer för sällsynta jordartsmetaller.

Magneter	Nd, Pr, Dy, Tb, Sm
Lågenergilampor	Eu, Tb, Y, Ce, Gd, La
Batterier	La, Ce, Nd, Pr
Poleringsmedel	Ce
Katalysatorer	La, Ce, Pr, Nd, Y

Att REE "inte är så sällsynta" anser jag vara en sanning med modifikation och i vardagligt språk måste lantaniderna med högre atomnummer (Eu–Lu) ändå anses som sällsynta, som namnet säger!

**Varifrån kommer REE?** Det olyckliga med dessa resonemang är att genomsnittliga förekomsten av sällsynta jordartsmetaller i jordskorpan egentligen inte nödvändigtvis är så relevant ur (malm)genetisk eller ekonomisk synpunkt.

De allra flesta och största mineraliseringarna av sällsynta jordartsmetaller hittas i magmatiska bergarter med ett ursprung i jordens mantel: karbonatiter och alkalina magmatiska bergarter. I huvudsak är det alltså dynamiken och halterna av REE i manteln och processerna i och runt de exotiska magmorna som är avgörande. Alla aktiva signifikanta REE-gruvor i världen exploaterar malmer som härstammar från ett karbonatitiskt ursprung (Bayan Obo, Kina; Mountain Pass, USA; Mount Weld, Australien). Gigantiska förekomster som i Ilímaussaq på Grönland och intrusionerna i Kolahalvöns alkalina provins (till exempel Khibina och Lovozero) kristalliserades från utvecklade mantelsmältor. Även Norra Kärr har troligtvis sitt ursprung i manteln.

Sällsynta jordartsmetaller är litofila element, enligt Goldschmidts klassificering, vilket betyder att de anrikas i jordskorpan. Manteln har i snitt mycket lägre halter av REE än jordskorpan. Detta leder med dagens förståelse till något märkliga genetiska modeller för hur extremt REE-rika alkalina bergarter kan utvecklas från manteln.

Kort sagt förstår vi i dag inte tillräckligt bra hur REE beterar sig i manteln, hur de anrikas i exotiska magmor och de termodynamiska egenskaperna hos REE-mineral, samt hur samtidiga eller senare hydrotermala och metamorfa processer ytterligare påverkar REE-malmer.

## REFERENSER

- Jörgen Langhof, 1994. 'Svenska' mineral i grundämneshistorien. *Geologiskt Forum*, 4, p.3–7.
- Erik Jonsson, 2012. *Alternativa energikällor kräver mer än sol och vind*. *Geologiskt Forum*, 76, p.31.
- Anders Hallberg, 2011. *Nya svenska gruvor – vad händer?* *Geologiskt Forum*, 71, p.22–23.
- Ulla Sundin Beck, 2010. *Het marknad för sällsynta jordartsmetaller*. *Geologiskt Forum*, 67, p.11.

Dessa är viktiga frågor, inte bara ur ekonomisk eller samhällsynpunkt, men även i sambandet av förståelsen för jordklotet som dynamiskt geologiskt system.

**Hur är läget med sällsynta jordartsmetaller nu, efter "hopen"?** Det talas och skrivs inte alls lika mycket om sällsynta jordartsmetaller längre. Priserna på metallerna har rasat efter krisen i 2010–2011. Betyder det att problemet är löst?

Gruvorna utanför Kina (Mountain Pass och Mount Weld) producerar nästan enbart lätta REE. Det finns fortfarande ingen produktion av tunga REE i västvärlden. Det är tunga REE, vilka är de sällsyntaste ur geologiskt perspektiv, som fortfarande är de i särklass mest kritiska råvarorna i EU.

I oktober 2014 presenterade en europeisk expertgrupp som jag är delaktig i—European Rare Earth Competency Network (ERECON)—sina rekommendationer till Europeiska kommissionen. Rapporten sammanfattar ett år av möten som har genomarbetat hur situationen ser ut för EU från perspektivet av utvinning, återvinning och efterfrågan.

Även om vi ännu inte har någon aktiv gruvdrift för REE i Europa, är det rimligt att säga att de geologiska förutsättningarna i det korta perspektivet inte är den mest begränsande faktorn. De blir mer betydliga i det långa perspektivet. Viktigare faktorer är hur man löser metallurgin och separering och framställning av enskilda sällsynta jordartsmetaller till ett konkurrenskraftigt pris på fria marknader. Om man inte kan producera metallerna i EU till ett pris som kunden är villig att betala, köper de billigare kinesiska metaller. Om vi inte själva framställer metallerna i EU, spelar det ingen roll att vi har en gruva i EU: då måste metallerna ändå framställas utanför EU och importeras!

Det som krävs för långsiktig stabilitet av REE-marknaden i EU är utveckling av industrierna längs hela värdekedjan: från gruva till separering, tillverkning och återvinning. Samtidigt behövs forskning efter nya tekniska lösningar för framställning och nya tekniska tillämpningar på mindre eftertraktade REE, samt ökad förståelse för de geologiska förutsättningarna som är grunden till värdekedjan.

---

AXEL SJÖQVIST, forskarstudent, Göteborgs universitet

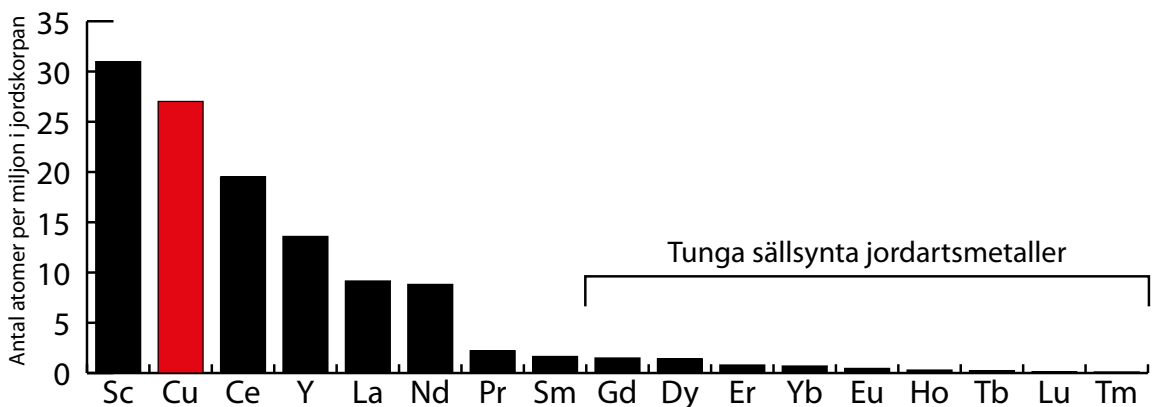
- Roberta L. Rudnick & Shan Gao, 2003. *Composition of the Continental Crust*. Treatise on geochemistry, 3, p.1–64.
- Anton R. Chakhmouradian & Anatoly N. Zaitsev, 2012. *Rare Earth Mineralization in Igneous Rocks: Sources and Processes*. Elements, 8, p.347–353.
- CRM\_InnoNet, 2014. *Report on Critical Raw Materials for the EU*. Brussels: European Commission.
- ERECON, 2014. *Strengthening the European Rare Earths Supply-Chain: Challenges and Policy Options*.



Det talas och skrivs inte alls lika mycket om sällsynta jordartsmetaller längre.



Nefelinsyenitpegmatit från Norra Kärr. Det mörkröda mineralet är REE-rik eudialyt, ett komplext zirkoniumsilikat. Här förekommer det med blå katapleiid, ett annat zirkoniumsilikat. Foto: Axel Sjöqvist.



Genomsnittliga förekomster av koppar och sällsynta jordartsmetaller i jordskorpan räknade som antal atomer per miljon. Data från *Composition of the Continental Crust*.