

Varför *koppar* och



Foto: Curt-Robert Lindqvist

Kopparplåt, som legat begravd i lersten i mer än 175 miljoner år, i en ram av guld.
Bilderna är ett montage.

Koppar, det är ämnet som ska stå sig genom årtusenden och åter årtusenden. Djupt nere i berget ska kapslar av gedigen koppar hålla det använda kärnbränslet på plats. Vad är det då som gör att kopparen klarar sig därefter utan att förstöras? Och varför använder man inte andra ämnen som titan eller rostfritt stål? Eller kanske guld?

Lars Werme är SKB:s expert på området materialfysik och tillika professor i fysik vid Uppsala universitet. Han känner kopparen och dess egenskaper utan och innan. På frågan om det skulle gå att slutförvara använt kärnbränsle i en kapsel av guld svarar han med ett skratt.

– Jo, det skulle kanske gå, fast vi skulle inte ha råd med det.

Dyrt skulle det bli, för att inte säga väldigt dyrt. I en kapsel behövs 6,5 ton koppar och efter en titt på börssidorna och råvarupriserna kan man snabbt räkna ut att det blir runt 400 000 kronor. En kapsel av guld skulle kosta mångdubbelt mer, uppåt miljarden. Och med

Koppar i tiden



Renare luft fördröjer gröna tak

Gamla koppartak som med tiden fått en vackert grön färg är ett vanligt inslag i många svenska städer. Men faktum är att nya koppartak tar betydligt längre tid på sig att övergå i den ärgade gröna färgen. Den gröna färgen beror nämligen på föroreningar i luften, och då särskilt svavelföreningar. I takt med att svavelutsläppen minskar och luften blir renare så tar det också längre tid för ett koppertak att få sin traditionellt gröna färg. Ett nylagt koppertak mörknar, övergår i svart och först efter flera decennier får det sin gröna färg. Koppertaket på Gripsholms slott i Mariefred har ännu efter 250 år inte blivit grönt.

Källa: Riksantikvarieämbetet

Foto: Curt-Robert Lindqvist

Inget liv utan koppar

Koppar är livsnödvändigt för troligtvis alla levande organismer. Växter använder till exempel ett speciellt kopparprotein i sin fotosyntes och hos många ryggradslösa djur som ringmaskar, insekter och kräftdjur sker syretransporten också med ett kopparhaltigt protein.

En vuxen människa har ungefär 80 milligram i kroppen och behöver varje dag fylla på med mellan två och tre milligram. Särskilt i hjärnan och levern finns mycket koppar. Gravida kvinnor har ett större behov och barn föds med 5–10 gånger högre halt koppar i levern än vad en vuxen människa har.



Foto: Curt-Robert Lindqvist

inte guld?

tanke på att det kan behövas 6 000 kapslar i slutförvaret så skulle inte den svenska Kärnavfallsfonden räcka långt.

Tåligt material

Men bortsett från priset är inte tanken helt dum, menar Lars Werme. Det viktigaste är nämligen att hitta ett material som inte åldras, inte rostar och inte påverkas av miljön nere i förvaret. Rostar förresten, det är egentligen bara järn som kan rosta i strikt bemärkelse. När andra metaller angrips av luft och vatten kallas det korrosion – de korroderar.

– Koppar är så att säga immun mot korrosion nere i förvaret, den angrips helt enkelt inte av andra ämnen därnere. Det är huvudsälet till att vi väljer koppar för slutförvaring, förklarar Lars Werme.

En förutsättning för att kopparen ska fungera i slutförvaret är att det inte finns löst syre därnere. Och det gör det inte, inte på någon av de två platserna som kan bli aktuella för ett slutförvar, Forsmark eller Oskarshamn. Det har man mätt vid de två platsundersökningarna.

Lars Werme funderar lite på den tidigare frågan om guld och tillägger:

– Ur korrosionssynpunkt skulle guld också fungera, kanske till och med bättre än kopparen eftersom guld är en ädlare metall och har ännu svårare att reagera med andra ämnen.

Men å andra sidan är guldet väldigt mjukt och en guldkapsel skulle knappast tåla trycket från vattnet och den omgivande bentonitleran.

Lång erfarenhet av koppar

Det är cirka trettio år sedan SKB insåg fördelarna med att använda koppar vid slutförvaring av använt kärnbränsle. Först funderade man på en kapsel av titan, men det övergavs ganska snart. Titan är tvärt emot vad man kanske tror, egentligen mycket instabilt och reagerar väldigt lätt med andra ämnen. Det som gör att titan är så hållbart är att det vid kontakt med luft och vatten bildas ett tunt skikt med titanoxid på ytan. Och det skiktet är till skillnad mot den rena metallen, mycket stabilt och skyddar mot yttre angrepp. Liknande fenomen sker på en yta av aluminium och rostfritt stål.

– Det här är fruktansvärt tunna skikt, vi pratar om miljondels millimeter. Att visa att ett så tunt skikt inte tappar gnistan utan håller i hundratusen år är inte så lätt, förklarar **Lars Werme**.



Nej, då är det bättre att förlita sig på ren koppar som forskarna har betydligt större erfarenhet av och dessutom vet hur den beter sig i olika miljöer. Det finns till och med viss kunskap om hur den har betett sig under mycket långa tidsrymder, liknande dem i ett slutförvar.

I naturen finns exempel på hur koppar bevarats i miljontals år utan att korrodera sönder. I södra England har man hittat kopparbitar som legat begravda i lersten i mer än 175 miljoner år. Undersökningar har visat att de behållit mellan 30 och 80 procent av sin ursprungliga tjocklek.

– Det här är inget bevis för att slutförvaret kommer att fungera men det hjälper oss att förstå hur kopparen beter sig.

Världsberömd koppar från Norge

Ett av världens mest berömda verk av koppar är kanske Frihetsgudinnan i New York. Hon består av inte mindre än 81 ton koppar som ursprungligen kommer från en koppargruva i Norge, närmare bestämt från ön Karmøy nära Stavanger. Att koppar är ett material som står sig bra mot väder och vind visade sig när statyn skulle renoveras på 1980-talet. Endast 0,1 mm av hennes 2,4 mm tjocka kopparbeklädnad hade gått förlorad på hundra år.

Källa: Copper Development Association

Foto: John Fox Images

Välbevarade kanoner på Kronan

Den 1 juni 1676 sjönk Regalskeppet Kronan utanför Ölands södra udde. Flera av kanonerna kastades ut från skeppet och begravdes till stora delar i lera på havets botten. Efter bärgning har SKB studerat hur en av kanonerna korroderat när den legat inbäddad i bottenleran. Det visade sig då att endast en hundradels millimeter per år hade försvunnit från ytan. Och det är tack vare att kanonen hade ovanligt högt kopparinnehåll, 96 procent.

Det här styrker forskarnas beräkningar att en kopparkapsel med använt kärnbränsle endast påverkas några millimeter på 100 000 år om den ligger inbäddad i lera.

