

Nya rön: Slutförvarets kapslar riskerar att försvagas av väte

2021-03-31 06:00 Av: [Linda Nohrstedt](#)

[Aktivera Talande Webb](#)

Förändringar i atomstrukturen syntes efter bara två månader i simulerad vattenmiljö. Efter mätningar med synkrotronljus menar forskare att kapslarna som ska förvara kärnavfall riskerar att drabbas av väteförsprödning.

En stor stötesten i frågan om det framtida slutförvaret för använt kärnbränsle är risken för att kopparmaterialet i kapslarna kan skadas av korrosion. Men fokus har främst riktats på ytan av materialet.

Nu har en forskargrupp från KTH, Finland och Tyskland studerat vad som händer inuti kopparmaterialet. Mätningar har gjorts i synkrotronljusanläggningen Desy utanför Hamburg, där material kan granskas ned på atomnivå.

– Så vitt vi vet har sådana undersökningar aldrig tidigare gjorts på kopparmaterialet som planeras till slutförvaret. Det är olyckligt, säger Jinshan Pan, professor i korrosionslära på KTH.

Målsättningen var att studera vad som kan hända inuti kopparmaterialet om det kommer i kontakt med syrefritt vatten, vilket kan inträffa ungefär 100 år efter att kärnavfallet har stoppats ned i marken och slutförvaret har förslutits. Experimentet bygger också

på att en av säkerhetsbarriärerna, den omgivande bentonitleran, inte fungerar som den ska.

Forskarna använde koppar som var avsett för inkapsling av kärnbränsle och levererades av det finska slutförvarsbolaget Posiva. Materialet skars i små bitar och utsattes för simulerat grundvatten i en behållare i 53 dagar. Vattnet var syrefritt och innehöll svavelföreningar, så kallade sulfider.

Därefter undersöktes bitarna med hjälp av synkrotronljusbaserad röntgendiffraktion vid Desy-anläggningen.

– Det anmärkningsvärda är att redan efter knappt två månaders exponering i simulerat grundvatten fanns tydligt påvisbara effekter på kopparens mikrostruktur, säger Christofer Leygraf, professor emeritus i korrosionslära.

Vanligtvis sitter atomerna i koppar i regelbundna mönster, så kallade gitter. Men när främmande atomer tränger in i materialet kan avståndet mellan kopparatomerna ändras.

Undersökningarna i Desy visade att avståndet mellan kopparatomerna ökade i ett ytskikt, cirka 90 mikrometer djupt, i de exponerade materialbitarna.

– Det betyder att atomstrukturen blir svagare och svagare. Fortsätter avståndet att öka riskerar materialet att gå sönder, säger Jinshan Pan.

Med hjälp av kvantkemiska beräkningar försökte forskarna komma fram till vad som var orsaken till förändringen i atomstrukturen. De drog slutsatsen att väte är den enda möjliga förklaringen.

När olika former av vätesulfid fastnar på kopparytan kan väteatomer tränga in i kopparmaterialets atomstruktur. Processen främjas om det finns svavel och vatten på kopparytan.

Om väteatomer lägger sig mellan kopparatomerna försvagas bindningarna mellan dessa atomer. Det leder till större lokala mekaniska spänningar och ökad risk för mikrosprickor, så kallad väteförsprödning.

– Dessa förändringar är sannolikt första steget mot väteförsprödning. Fenomenet blir än mer allvarligt om effekterna från strålning beaktas. Men SKB har aldrig velat tillstå att detta är ett problem och har, såvitt jag förstår, inte inkluderat fenomenet som något som påverkar deras säkerhetsanalys. Det är allvarligt, säger Christofer Leygraf.

Forskarna oroas över att de såg effekter djupt in i kopparmaterialet efter bara två månader, medan syftet med slutförvaret är att kärnavfallet ska vara säkert undanstoppat i 100 000 år.

Kärnkraftsindustrins avfallsbolag Svensk kärnbränslehantering, SKB, har å sin sida tidigare **avfärdat risken för väteförsprödning**, med hänvisning till att laboratorieförsök som har visat sådana resultat har gjorts under mer aggressiva förhållanden än vad som kommer att bli fallet i slutförvarsmiljön.

Det är också SKB:s invändning mot forskargruppens studie i Desy.

– Experimentet är gjort i en miljö som vi inte kommer att ha i slutförvaret och de har inte heller haft med bentonitleran. Sulfidflödet genom bentonitleran är många storleksordningar lägre än i experimentet och

koncentrationen av sulfid i experimentet är en storleksordning högre än vad som maximalt kan uppkomma i grundvattnet vid slutförvaret, säger Johannes Johansson, korrosionsexpert på SKB.

Men flödes hastigheten är ju hög i experimentet för att det ska spegla antagandet att bentonitleran inte håller helt tätt?

– Bentonitleran kan inte bli skadad på tidsskalan 100 år efter förslutning. Ska man förlora mycket bentonit hamnar vi 100 000 år in i framtiden, efter nästa istid, och då har radioaktiviteten klingat av. Bentonit har dessutom en självläkande förmåga och kan laga sprickor genom svälltryck, säger Johannes Johansson.

Forskarnas resultat föranleder därför inte SKB att ompröva sin bedömning att slutförvaret kommer att bli säkert.

Själva menar forskarna att de har använt en sulfidkoncentration som är i nivå med annan forskning och verkliga värden som har uppmätts i Italien.

I sin **säkerhetsanalys** har SKB landat i slutsatsen att om bentonitleran antas vara skadad kan "noll till mindre än två" kopparkapslar gå sönder på 100 000 år, förutsatt att sulfidkoncentration och flödes hastighet är som mest ogynnsamma.

Forskargruppens resultat har publicerats i **Corrosion Science**.

