



FOTO: PER WESTERGÅRD

Deltagarna i den internationella expertpanelen bestod från vänster av Dave Shoemith, University of Western Ontario; Ron Latanision, Massachusetts Institute of Technology; Digby D. Macdonald, Penn State University och Gaik Khuan Chuah från National University of Singapore. Deltagarna var föreslagna av KTH, SKB, SSM och Kärnavfallsrådet.

Vetenskapligt seminarium om kopparkorrosion den 16 november

Fler bitar krävs i korrosionspusslet

Mer forskning behövs för att svara på om vatten kan korrodera kopparkapslarna i ett slutförvar. Nya experiment bör designas för att förklara specifika delfrågor, sade de vetenskapliga experter som Kärnavfallsrådet bjudit in till den första öppna debatten om korrosionsfrågan.

Ingen i expertpanelen på seminariet i Näringslivets hus i Stockholm kunde svara på om vatten kan korrodera koppar i en syrefri miljö, vilket forskare från Kungliga tekniska högskolan i Stockholm, KTH, hävdar. Samtliga var dock överens om att frågan är viktig och att mer forskning krävs.

– KTH:s resultat kan vara korrekta, men det finns osäkerheter kring dem, sa Dr Ron Latanision, Massachusetts Institute of Technology.

Experterna var också eniga om att ett enda omfattande experiment inte skulle kunna svara på alla frågor som uppstått kring ämnet, utan rekommenderade en serie undersökningar.

Gaik Khuan Chuah, doktor i kemi, från National University of Singapore, ansåg att KTH-gruppen och SKB tillsammans borde utföra experimenten för att få svar på frågor som uppkommit. Hon kritiserade SKB:s planer på utökade litteraturstudier.





Professor Gunnar Hultqvist, KTH, visade 1986 forskningsresultat som tyder på att koppar korroderar i rent syrefritt vatten. Han hävdar att både experimentella och teoretiska observationer visat detta sedan dess och att de borde ha betydelse för KBS-3-förvaret.

- – Det hjälper inte att göra fler rapporter om och om igen kring arbeten som redan utförts, beskriva dem och peka ut fel som gjorts, sa hon.

Koppar kan korrodera

Kärnkraftsindustrin planerar att slutförvara det radioaktiva kärnavfallet i kopparkapslar som bäddas in i bentonitlera på cirka 500 meters djup i berget. Kopparkapseln spelar alltså en central roll för denna metod som Svensk kärnbränslehantering, SKB, utvecklat under 25 år.

För en tid sedan presenterade emellertid doktor Peter Szakálos och professor Gunnar Hultqvist från KTH resultat som tyder på att koppar kan korrodera i vatten under syrefria förhållanden genom att koppar oxideras av vätejoner i vattnet. Vätejonerna reduceras genom processen och bildar vätgas, samt en hittills odefinierad korrosionsprodukt. Om vätgasen försvinner ur systemet, kan processen fortsätta så länge det finns vatten kvar. Koppar kan dessutom bli sprödare genom att den bildade vätgasen kan transporteras in i och lösas i metallen, hävdar Szakálos och Hultqvists, vars experiment är en uppföljning på den forskning som utfördes av Hultqvist för mer än 20 år sedan.

Christina Lilja från SKB anser inte att de nya forskningsresultaten är övertygande utan att de till viss del är motsägelsefulla. Hon sa att KTH:s experiment inte heller har kunnat upprepas av andra forskare. Lilja menade att övergående föreningar mel-



Peter Szakálos hävdar att det finns lösningar på problemet med kopparkorrosion i syrefria miljöer. Kopparkapslarna i slutförvaret kan täckas med ett tunt skikt av ett annat material, exempelvis tenn, som håller kopparn borta från vatten under den tid det tar för bentoniten att mättas med syrefritt grundvatten.

lan koppar, syre och väte är möjliga, men att de inte är tillräckligt stabila för att orsaka en korrosionsprocess.

– När vi gör säkerhetsanalysen för slutförvaret utgår vi från både realistiska och pessimistiska beskrivningar. Vi gör till exempel uppskattningar av mängden specifika ämnen som kan orsaka en reaktion, hur dessa ämnen kommer att röra sig till och från kapslarna och hastigheten på de reaktioner som eventuellt kan uppstå. Även vid våra pessimistiska antaganden om kopparkapslarnas omgivning, kommer de att hålla sig oskadade, sa hon.

Peter Szakálos hävdar å andra sidan att koppar korroderar minst 1000 gånger snabbare än vad SKB antar i sina säkerhetsanalyser. Han menar att kopparkapslarna kan kollapsa redan om 1000 år.

Termodynamikens lagar utmanas

Anledningen till den stora uppståndelsen kring Szakálos' och Hultqvists forskningsresultat är att dessa tycks utmana några av de termodynamiska samband som utgör fysikens och kemins vetenskapliga grundbultar. Ett sådant är sambandet om Gibbs fria energi som beskriver om en reaktion är möjlig eller inte. Enligt Gibbs ska inte koppar korrodera i rent, syrefritt vatten med hittills kända reaktioner.

Deltagarna i expertpanelen, lutade sig mot termodynamiken när de studerade KTH-gruppens resultat och försökte förklara dem. De lyckades dock inte resonera sig fram till hur KTH-gruppens resultat kunnat uppstå, utan efterlyste större tydlighet när det gäller experi-

ment- och analysmetoder. Szakálos och Hultqvist kan dessutom inte säga hur korrosionsprodukten är sammansatt.

Hur ska då KTH-gruppens resultat förklaras? En förklaring kan vara att de har utfört experimenten på tunna kopparfolier, där ytorna möjligen kan katalysera korrosionsreaktioner såsom sönderdelning av vatten. Willis Forsling, ledamot i Kärnavfallsrådet och professor emeritus i oorganisk kemi vid Luleå tekniska universitet, säger att reaktionerna kanske är begränsade till just ytan.

– I experimentet hade vattnet fritt tillträde till folierna och den bildade korrosionsprodukten kunde transporteras bort. Då exponerades en ny och fräsch yta för vatten, som i sin tur kan korrodera.

Han beskriver att ytor ofta reagerar annorlunda än den så kallade bulken, dvs. merparten av materialet innanför ytan, och att bildade oxider har delvis andra egenskaper än ren koppar.

Forsling vill se nya experiment med en begränsad mängd vatten, vilket också flera panelexperter föreslog.

– Det blir då också möjligt att mäta t.ex. pH-förändringar i vattnet, vilket vore värdefullt för att vi ska kunna förstå reaktionsmekanismen, säger Forsling.

SKB säger att KTH-gruppens resultat inte kan appliceras på förhållandena som råder i slutförvaret. Bolaget hävdar att vattnet inte kommer att flöda i förvaret, utan transporten av eventuella korrosionsprodukter diffunderar, dvs. transporteras i en långsam process genom bentoniten. Då kan inte korrosionsprodukterna försvinna och ytan förnyas därmed inte hela tiden. Dessutom kommer den bildade vätgasen att hållas kvar av ett högt mottryck från bentoniten.

– Men det räcker inte att anta något sådant, säger Forsling. I ett förvar kan någon eller några kapslar utsättas för ett högre vattenflöde än förväntat och då blir villkoren helt annorlunda. KTH

har funnit vätgas i sina experiment. Det betyder att det sker någon form av reaktion.

Det kan också finnas andra förklaringar till KTH-gruppens resultat, om än hittills okända.

Expertpanelen pekade på en rad viktiga faktorer för framtida experiment.

Både Latanision och Chuah menade att väte kan produceras genom korrosion av koppar i syrefritt vatten, men att man också måste veta om korrosionsprodukterna är termodynamiskt stabila.

Det förutsätter att de kan identifieras och att reaktionen i fråga är möjlig enligt termodynamikens lagar.

Digby Macdonald underströk att man också måste undersöka kinetiken, dvs. så väl korrosionsmekanismen som hur snabbt reaktionen sker. Han betonade också hur viktigt det är att vattnet i experimentet är helt rent.

Även mycket låga halter av envärda

kopparjoner och löst vätgas i vattnet har stor betydelse för reaktionsförloppet.

Så var står vi idag? Willis Forsling illustrerar med ett pussel: SKB har vissa pusselbitar. KTH har andra. Det kanske krävs att vi tar fram fler bitar för att pusslet ska gå ihop.

Om KTH-gruppen har rätt i sina experiment, vill Forsling veta mekanismen för korrosion av koppar i experimentet. Om gruppen inte har rätt, bör SKB och övriga vetenskapssamhället tala om vad dessa har gjort för fel.

Varför så lite forskning om kopparkorrosion?

Bristen på forskning om kopparkorrosion i Sverige verkar vara ett känsligt ämne för såväl SKB som myndigheterna och Kärnavfallsrådet. Ron Latanision ställde frågan varför det tagit nästan 25 år från frågan att ta sig upp till ytan i den svenska debatten.

Allan Hedin, ansvarig för SKB:s säkerhetsbedömning, svarade

"Peter Szakálos hävdar att koppar korroderar minst 1000 gånger snabbare än vad SKB antar i sina säkerhetsanalyser. Han menar att kopparkapslarna kan kollapsa redan om 1000 år."



Christina Lilja från SKB sa att den vetenskapliga kunskapsbasen inom korrosionsforskning är stor och väl dokumenterad. SKB har gjort flera genomgångar av kunskapsläget som gäller koppar.



Willis Forsling, ledamot av kärnavfallsrådet var nöjd med den naturvetenskapliga diskussionen. Han vill se mer forskning om kopparkorrosion i syrefria miljöer och veta hur en korrosionsmekanism skulle påverka slutförvaret.



Seminarier i Näringslivets hus i Stockholm riktade sig till vetenskapsmän och specialister, men även många andra intresserade deltog.

► att frågan kom upp 1986 med Gunnar Hultqvists rapport och att man försökte upprepa hans experiment, men misslyckades.

– Intresset för frågan ebbade ut. De nya resultaten har gjort att SKB de senaste två åren aktivt arbetat inom området och nya publikationer kommer att tas fram, sa Hedin.

Men Peter Szakálos hade en avvikande mening om händelseförloppet. Han hävdade att endast ett experiment utförts av SKB de senaste 23 åren för att få fram korrosion i syrgasfritt vatten. Detta utfördes felaktigt och syre kom in i processen. Detta kan utläsas av SKB:s rapport, men inte i en vetenskaplig artikel i tidskriften Corrosion Science, där SKB:s forskare i stället hävdade att experimentet inte kunnat upprepas. Ytterligare ett experiment gjordes, men av Statens Provningsanstalt, på uppdrag av Statens kärnkraftinspektion, SKI, i början av 1990-talet. Endast ett av delproven gjordes enligt KTH-forskarens instruktioner. Och det visade, enligt Hultqvist, att koppar korroderar i syrefritt vatten, men någon uppföljning gjordes aldrig.

Även Johan Swahn från Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning, MKG, är kritisk till att myndigheterna och SKB lade ned de fortsatta undersökningarna så snart.

– SKB försvarar sig fortfarande med att experimenten inte gick att upprepa och avvisar forskarna genom att hålla felaktiga argument vid liv. Därför är diskussionen om dessa experiment viktig, sa han.

Swahn nämner också korrosionsforskning som SKB finansierar sedan två år.

– Szakálos utförde sina experiment på 6 månader. Jag är förvånad

över att SKB ännu inte har något nytt att komma med från sin egen forskning, säger han.

Han anser att Strålsäkerhetsmyndigheten och Kärnavfallsrådet måste ta konsekvenserna av att inte SKB utför undersökningar om korrosion som man låter alla aktörer och allmänheten ta del av. Det måste till forskning som förhåller sig fristående från industrin.

Willis Forsling håller med om att f.d. SKI och Kärnavfallsrådet, långt tidigare borde ha insisterat på mer forskning från SKB i frågan. Fler tester borde ha utförts för att försöka återupprepa Hultqvists experiment. Han tycker också att SKB i stora stycken varit sig själv nog och trots att all kunskap finns hos bolaget. Det kan visa sig ha varit fel, menar han.

– Vi har inte råd med prestige i frågor kring kärnbränsleförvaret. Vi måste gå till botten och reda ut frågorna kring korrosion.

Panelen rekommenderade en uppföljning av kopparkorrosionsfrågan i form av ett nytt seminarium om ett eller två år.

RAPPORTER I VÅR

Expertpanelen ska sammanställa en rapport som blir tillgänglig på rådets hemsida i vår. Kärnavfallsrådet kommer att utarbeta en dokumentation över seminariet liksom en populärvetenskaplig skrift.

KÄRNAVFALLSRÅDET
Swedish National Council for Nuclear Waste

Kontakter hos Kärnavfallsrådet:

Eva Simic, kanslichef, tel 08 - 405 12 04

Holmfridur Bjarnadóttir, sekreterare, tel 08 - 405 27 28

Karolina Brogan, assistent, tel 08 - 405 24 37

Uppgifter om Kärnavfallsrådets genomlysningprogram finns på rådets webbsida: www.karnavfallsradet.se