

**Till:** Miljö- och energidepartementet  
**Kopia:** Magnus Blücher, Björn Dufva och Per Ångquist

Miljöbalksprövningen ärende nr: M2018-00217-Me  
Kärntekniklagsprövningen ärende nr: M2018-00221

## **Analys av kärnbränsleförvarsfrågan efter mark-och miljödomstolens yttrande till regeringen**

I NACKA TINGSRÄTT, Mark- och miljödomstolens sammanfattning av sitt yttrande av den 2018-01-23, Mål nr M 1333-11 anges att

Verksamheten är tillåtlig om följande korrosionsfrågor utreds (med gynnsamt utfall):

Svensk Kärnbränslehantering AB redovisar underlag som visar att slutförvarsanläggningen på lång sikt uppfyller miljöbalkens krav trots de osäkerheter som kvarstår om hur kapselns skyddsförmåga påverkas av

- a. korrosion på grund av reaktion i syrgasfritt vatten
- b. gropkorrosion på grund av reaktion med sulfid, inklusive sauna effektens inverkan på gropkorrosion
- c. spänningskorrosion på grund av reaktion med sulfid, inklusive saunaeffektens inverkan på spänningskorrosion
- d. väteförsprödning
- e. radioaktiv strålningens inverkan på gropkorrosion, spänningskorrosion och väteförsprödning.

Mark- och Miljödomstolen (MMD) har under ledning av domaren Anders Lilienau gjort, enligt vår mening, en mycket noggrann och korrekt analys av bristerna och osäkerheterna med den föreslagna metoden KBS-3 för slutförvar av högaktivt kärnkraftsavfall utvecklad av SKB AB, se ovan.

SKB har studerat kopparkorrosion i 40 år i såväl laboratoriemiljö om under förväntade slutförvarsförhållandena vid Äspö-bergslaboratoriet Oskarshamn. Sammanfattningsvis har SKB vid dessa försök inte en enda gång uppmätt korrosionshastigheter för koppar i grundvattenmiljö som är i närheten av det som anges i säkerhetsanalysen. Vår bedömning är att resultaten från SKB:s försök i grundvattenmiljö och från andra undersökningar är samstämmiga och visar att den allmänna korrosionshastigheten av koppar i grundvatten är 1-20 mikrometer per år, där variationen beror främst på olika vattentemperaturer. Detta kan relateras till SKB:s säkerhetsanalys som anger att kopparkapseln korroderar med ca 2 nanometer per år. En nanometer är en tusendels mikrometer vilket innebär att det i säkerhetsanalysen finns ett fundamentalt fel med en faktor i intervallet 500 till 10 000 gånger.

Koppars korrosionshastighet i slutförvaret ökar vidare på grund av saltanrikning i deponeringshålen (Sauna-effekten), radioaktiv strålning, läckströmmar (från Fenno-Scankabeln) samt gropfrätning. Kopparkapslarnas mekaniska integritet (resistens mot sprickbildning) kommer vidare att degraderas på grund av spänningskorrosion, väteförsprödning, krypning och försprödning förorsakad av strålning.

Det allvarligaste felet med KBS-3 modellen är inte den grava missbedömningen av den allmänna kopparkorrosionshastigheten i grundvatten utan att SKB anser att alla s.k. lokala korrosionsprocesser samt försprödningsfenomen som beskrivits ovan inte äger rum. Såväl

SSM:s granskning, påpekanden från KTH och som fastställs i MMD:s yttrande visar att betydande osäkerheter rörande dessa snabba nedbrytningsprocesser föreligger. Det är vår mening att är både ovetenskapligt och helt oansvarigt att hävda att dessa nedbrytningsprocesser inte kan ske och kan bortses från i säkerhetsanalysen.

En förklaring till att SKB har vägrat att införa dessa snabba nedbrytningsprocesser i säkerhetsanalysen är att KBS-3 modellen då skulle ha minimala chanser att godkännas. Vetenskapligt underlag saknas idag för att exakt kunna bedöma hur snabbt kopparhöljet kan brytas ned av dessa processer och utan denna kunskap måste man anta att kopparhöljets skyddande kapacitet är mycket begränsad så fort som dessa nedbrytningsprocesser startar. När det väl sker innebär det utläckage av det radioaktiva avfallet inom i sammanhanget korta tidsrymder. I praktiken betyder det att om spänningskorrosion samt övriga snabba processer inkluderas i säkerhetsanalysen så måste man konservativt anta att kapselhaverier initieras redan inom 100 år och att en majoritet av kopparkapslarna är förstörda inom 1000 år. Detta innebär att KBS-3 metoden inte har några vetenskapliga förutsättningar att fungera och är dessutom långt ifrån "bästa tillgängliga teknologi" (BAT). Ren olegerad koppar har helt enkelt inga marginaler överhuvudtaget mot ett flertal korrosions- och försprödningsfenomen i den aggressiva slutförvarsmiljön på 500 meters djup. Att tillstyrka tillståndsansökan med nuvarande skrivning för att i senare steg i tillståndprocessen ta ställning till de betydande osäkerheter i nedbrytningsprocesser som förekommer anser vi därför vara ett helt felaktigt sätt att hantera denna viktiga fråga. Beslut måste baseras på en säkerhetsanalys där samtliga nedbrytningsprocesser och osäkerheter är inkluderade. Därefter kan fortsatt forskning eventuellt reducera de radiologiska riskerna i kommande steg inom i tillståndprocessen. Detta medför att det enda sättet att på ett robust sätt hantera den uppkomna situationen är att SKB före regeringens beslut gör om säkerhetsanalysen med en referensutveckling där samtliga nedbrytningsprocesser som beskrivs ovan anses som aktiva.

Nyligen (efter MMD:s yttrande) har även forskare på amerikanska myndigheter, Center for Nuclear Waste Regulatory Analyses samt U.S. Nuclear Regulatory Commission, bekräftat att grundkorrosionen av koppar i syrgasfritt vatten sker med en hastighet inom området mikrometer per år [1]. Denna vetenskapliga publikation är intressant då den visar på det paradigmskifte som just nu sker inom kopparkorrosionsforskningen. Bortförklaringen som SKB-kopplade forskare använt genom åren att "syre måste ha läckt in" i alla de försök som påvisat kopparkorrosion i syrgasfritt vatten accepteras inte längre av vetenskapssamhället.

Angående korrosion i rent syrgasfritt vatten så råder det en grav missuppfattning av dess konsekvenser hos både bolaget SKB samt kontrollmyndigheten SSM. Båda organisationerna hävdar att även om koppar korroderar litegrann i rent syrgasfritt vatten så spelar det ingen roll för slutförvaret vilket är fundamentalt felaktigt. Vetskapen om att koppar reagerar direkt med vattenmolekyler, om än långsamt, förklarar varför kopparkorrosionen i slutförvarssammanhang blir så katastrofal. Det öppnar nämligen upp för ett otal olika kopparkorrosionsreaktioner med vattenmolekyler och olika joner samt lösta gaser i den komplexa grundvattenkemin. Dessutom hjälper denna nyvunna kunskap till att vetenskapligt förstå varför det uppstår både spänningskorrosion och väteförsprödning i kopparmetall exponerat för grundvatten.

Från öppna vetenskapliga publikationer rörande kopparkorrosion kan man redan i dag dra slutsatsen att KBS-3 modellen inte fungerar som det var tänkt från början där förutsättningen var att koppar är termodynamiskt immunt i rent syrgasfritt vatten, vilket då skulle innebära att koppar inte korroderar i vatten över huvudtaget. Det har nu även visats att nedbrytnings-

processerna är många fler än vad SKB tar höjd för i sin säkerhetsanalys. Kompletterande korrosionsstudier kan inte ändra på detta faktum, endast minska osäkerheterna om hur stora felaktigheter SKB:s säkerhetsanalys innehåller. Vi och även internationella slutförvarsexperter bedömer det som helt uteslutet att de radiologiska konsekvenserna kan accepteras om kapslarna börjar haverera inom hundra eller några hundra år. Således bör ytterligare forskning fokuseras på korrosionsresistenta metaller såsom legerad koppar, titan och nickelbaslegeringar. Dessa försök kan med fördel baseras på MMD:s utpekade fem områden som kräver komplettering men där ren (SKB-) koppar då endast utgör ett referensmaterial till de övriga mer korrosionsresistenta materialen. Dessutom bör även parallellt forskning initieras på andra slutförvarskoncept (exempelvis slutförvaring i djupa borrhål eller i dränerade ”torra” bergrum eller nyttjande av avfallet som bränsle i Gen IV reaktorer).

Om det fortfarande anses relevant att utföra de föreslagna omfattande kompletteringarna vad avser ren koppar (flera års forskning) trots att tillräcklig vetenskaplig kunskap redan finns idag för att underkänna KBS-3 modellen, så är det av yttersta vikt att oberoende forskare anlitas som ej får bakbindas av detaljerade krav i kontrakt med SKB på så sätt som gjorts med bl.a. Uppsalaforskarna, se sidan 5 i Aktbilaga 645 [2].

Enda säkra sättet att systematiskt studera alla korrosionsfenomenen med samtliga tänkbara samverkans effekter är att genomföra försök där mindre mängder utbränt kärnbränsle omsluts av minikopparkapslar och bentonitlera varefter de installeras i Äspö bergslaboratorium under verkliga förhållanden. Det torde vara fullt möjligt att genomföra denna typ av ”skarpa” försök med full säkerhet genom att allokera och försegla en tunnel(del) på 500 meters djup. För att spara tid och forskningsmedel bör ett antal provkuponger av de mer korrosionsresistenta metallerna inkluderas i dessa försök. Förslagsvis installeras två minikapslar som kan tas upp efter 5 och 10 år varpå ingående metallografiska undersökningar genomförs av kapselmaterialet samt de inkluderande provkupongerna av de korrosionsresistenta kandidatmaterialen.

## **Generell analys av kärnbränsleförvarsfrågan**

Orsaken till att slutförvarsforskningen i Sverige har misslyckats beror till stor del på följande punkter:

- 1) Villkorslagen. I slutet på 70-talet införde regeringen Fälldin villkorslagen som krävde att kärnkraftsindustrin måste visa att en säker slutförvarslösning finns framtagen för att få tillstånd att starta nya kärnkraftverk. Detta ledde till att industrin i all hast tog fram kopparkapselkonceptet (1978) och hävdade att det var den säkraste och bästa lösningen. SKB har vidhållit kopparkapselns förträfflighet under dessa 40 år trots att ett stort antal forskningsrapporter, särskilt under senare år, visat på motsatsen och trots att villkorslagen är avskaffad sedan länge.
- 2) FUD programmet. SKB har även på uppdrag av reaktornnehavarna enligt kärntekniklagens 12 § upprättat ett program för att beskriva den allsidiga forsknings- och utvecklingsverksamhet och de övriga åtgärder som behövs för säker hantering av kärnavfall och använt kärnbränsle samt säker avveckling rivning av kärntekniska anläggningar (FUD). Detta program har av SSM och de dåvarande (SKI och SSI) granskats vart tredje år. Myndigheternas granskning av FUD programmet har inte heller

den påtalat de uppenbara bristerna i SKB:s hantering av olika nedbrytningsprocesser på ett tillräckligt tydligt sätt. Vad värre är att det råder en uppfattning på SSM att då dessa brister inte påtalats i tidigare granskningar kan myndigheten inte avstyrka den nu aktuella tillståndsansökan för ett slutförvar enligt KBS-3 metoden.

- 3) SKB har ett ekonomiskt och ansvarsmässigt incitament att deponera avfallet fortast möjligt. När väl kärnavfallet är deponerat i ett slutförvar så övergår ansvaret till staten, d.v.s. oss skattebetalare.
- 4) Avsaknad av fri och oberoende forskning. SKB kontrollerar forskningsmedlen på slutförvarsområdet via kärnavfallsfonden och citat ”anlitar egna forskare som SKB kan lita på”. Detta omöjliggör i praktiken att ”dåliga” resultat kommer fram på ett öppet och vetenskapligt korrekt sätt.
- 5) Ej fungerande kontrollmyndighet på slutförvarsområdet. Vi forskare har försökt slå larm genom åren till dåvarande SKI och nuvarande SSM men med mycket svårt mottagande. Under miljödomstolsförhandlingarna framstod det för oss forskare samt för övriga utomstående som att kontrollmyndigheten SSM i det närmaste stöttade SKB och KBS-3 metoden i stället för att agera som en kritiskt granskande kontrollmyndighet. Detta har bidragit till att det har varit och fortfarande är närmast omöjligt för utomstående experter och forskare att komma med konstruktiv kritik och förslag till förbättringar rörande slutförvaret. Därtill har kontrollmyndigheten SSM:s egna korrosionsexperter inte fått möjligheten att framföra sin allvarliga kritik utan har upplevt att de har blivit starkt styrda av ledningen, vilket är synnerligen allvarligt [3,4].

Undertecknade kommer gärna och gör en muntlig presentation för att förtydliga våra synpunkter och svara på eventuella frågor om så önskas, Stockholm, 26 april 2018.

Tekn. Dr. Peter Szakálos,  
Prof. em. Christofer Leygraf  
Prof. em. Anders Rosengren  
Prof. em. Seshadri Seetharaman  
Docent Olle Grinder  
Tekn. Dr. Jan Linder (f.d. materialexpert på Strålsäkerhetsmyndigheten)

## REFERENSER

[1] X. He, T. Ahn, J-P. Gwo, “Corrosion of Copper as a Nuclear Waste Container Material in Simulated Anoxic Granitic Groundwater” Corrosion, Feb 2018, Vol. 74(2), pp.158-168

[2] P. Szakálos et al. Aktbilaga 645, MMD mål nr: M1333-11, 8 september 2017.

[3] C. Elfström, SVT intervju med Jan Linder, f.d. korrosionsexpert på SSM, ”Strålsäkerhetsmyndighetens egen expert kritisk - slutade”, 24 januari 2018.

<https://www.svt.se/nyheter/lokalt/uppsala/stralsakerhetsmyndighetens-egen-expert-kritisk-slutade>

[4] K. Lundell, Sveriges Natur, ”Strålsäkerhetsmyndigheten mörkade risker med slutförvaret” 11 oktober 2017. <http://www.sverigesnatur.org/aktuellt/stralsakerhetsmyndigheten-morkade-risker-med-slutforvaret/>