

## YTTRANDE

Stockholm och Göteborg den 30 september 2019

**Till:**

Miljödepartementet  
103 33 Stockholm  
m.remissvar@regeringskansliet.se  
magnus.moreau@regeringskansliet.se  
anna.sanell@regeringskansliet.se

Miljödepartementets dnr: M2018-00217/Me  
och M2018/00221/Ke

**Yttrande från Naturskyddsföreningen, Jordens Vänner och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) rörande remisser i regeringens prövning av ansökningar av ett slutförvarssystem för använt kärnbränsle enligt miljöbalken (M2018-00217/Me) och kärntekniklagen (M2018/00221/Ke)**

Naturskyddsföreningen, Jordens Vänner och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) i fortsättningen benämnda *föreningarna*, vill lämna nedanstående synpunkter på remisserna från den 25 april 2019 i regeringens prövning av ansökningar av ett slutförvarssystem för använt kärnbränsle enligt miljöbalken (M2018-00217/Me) och kärntekniklagen (M2018/00221/Ke).

Remissen gäller kompletteringarna och yttrandena som kärnavfallsbolaget Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) i fortsättningen benämnd *sökanden*, överlämnade till regeringen den 4 april 2019 rörande ansökningarna om att få tillstånd till ett kärnbränsleförvar i Forsmark. Föreningarnas yttrande gäller både prövningen enligt miljöbalken och kärntekniklagen men fokuserar rättsligt på miljöbalksprövningen, eftersom föreningarna uppfattar att regeringen först ska ta ställning till frågan om tillåtlighet enligt balken.

Den 23 januari 2018 överlämnade Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt sitt yttrande i mål M 1333-11 rörande ett system för slutförvaring av använt kärnbränsle med ett kärnavfallsförvar i Forsmark. Domstolen ställde som krav för att ansökan enligt miljöbalken ska kunna ges tillåtlighet att sökanden redovisar underlag som visar att kärnbränsleförvarssanläggningen på lång sikt uppfyller miljöbalkens krav, trots de osäkerheter som kvarstår om hur kapselns skyddsförmåga påverkas av fem olika degraderingsprocesser.

Samma datum, den 23 januari 2018, överlämnade Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) sitt yttrande enligt kärntekniklagen till regeringen. SSM tillstyrkte ansökan enligt kärntekniklagen.

**1. Föreningarnas huvudsakliga inställning i tillåtlighetsfrågan**

Efter att ha tagit del av sökandens komplettering och yttrande enligt miljöbalken gör föreningarna gällande att det redovisade underlaget *inte* visar att den planerade kärnbränsleförvarsanläggningen på

lång sikt uppfyller miljöbalkens krav. Föreningarnas huvudsakliga inställning i tillåtlighetsfrågan är därför att föreningarna *yrkar*:

a) *i första hand* att regeringen *avslår* ansökan om tillåtlighet;

b) *i andra hand* att regeringen *avvisar* ansökan om tillåtlighet; och

c) *i tredje hand* att regeringen *återförvisar* ansökan till mark- och miljödomstolen för återupptagen beredning.

## 2. Grunderna för föreningarnas yrkanden

Slutförvaret ska enligt ansökan förvara 12 000 ton utbränt kärnbränsle, där varje gram avfall är så radioaktivt att det vid kontakt kan orsaka dödliga skador hos människor. Inandning av plutonium, en av de radioaktiva fissionsprodukter som förekommer i betydande mängder i avfallet, kan vara akut dödligt redan i doser om 90 milligram vid inandning.<sup>1</sup>

De cirka 6 000 kopparkapslar som ska innesluta det använda kärnbränslet är jämte berggrunden den viktigaste barriären som ska garantera att ingen radioaktivitet läcker ut under de minst etthundra tusen år som kärnavfallet är som farligast. Kraven på kapselmaterialets hållfasthet är därför avsevärda, liksom därmed bevisbördan för att materialet verkligen klarar uppgiften under de långa tidsrymder det handlar om.

Föreningarna gör gällande att ett stort antal av kapslarna kan gå sönder redan inom några hundratals år, om koppar används som kapselmateriell. Området runt Forsmark kan därmed bli en kontaminerad zon om tusen år. Därför kan inte ansökan om kärnbränsleförvaret bifallas.

Efter att ha följt frågan om problemen med kopparkapselns långsiktiga integritet i över 10 år är föreningarna ytterst tveksamma till om valet av koppar som kapselmateriell i slutet av 1970-talet var rätt väg att gå. Ett högkvalitativt rostfritt stål hade sannolikt varit en bättre materialteknisk utgångspunkt för att utveckla ett robust kapselmateriell.

Föreningarna är av den uppfattningen att det förmodligen är bättre att avsluta KBS-projektet nu innan ännu mer pengar ur kärnavfallsfonden förloras, och att en ny organisation för att utreda och utprova slutförvarsmetoder skapas. Dagens organisation har inte lyckats ta till sig nya tekniska rön på ett sådant sätt att man förmått ompröva de metodval man gjort, vilket inneburit en beklaglig låsning vid en metod som är behäftad med avgörande brister enligt övertygande forskningsrapporter.

Det innebär att regeringen nu försatts i en svår situation, där regeringen ställs inför valet att godta en potentiellt farlig slutförvarsmetod – mot att låta det gå åt ytterligare tid för att utveckla säkra slutförvarsmetoder. Att återuppta arbetet med att ta fram säkrare metoder kommer att betyda att tusentals ton högaktivt avfall måste förvaras i mellanlager under en obestämbar tid.

Ändå är det detta alternativ regeringen måste välja för att efterleva kraven i lagstiftningen. Att lösa de tekniska metodproblemen kan ta år. Föreningarna gör gällande att en sådan tidsåtgång ändå väger relativt lätt jämfört med det misstag det skulle innebära att utsätta framtidens befolkning för höga risker för kontamination av radioaktivitet under tiotusentals år.

Föreningarna påminner om att mellanlagret i Clab räcker till för att förvara allt det använda kärnbränslet från den svenska kärnkraften. Avfallet kan ligga där i relativ säkerhet, under tiden som man undersöker bättre kapselmateriell. Möjligtvis kan metoden djupa borrhål användas, en metod som kan bli både säkrare och billigare men ännu inte varit föremål för några försök i svensk berggrund.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> SKB R-99-58, Plutonium – data, egenskaper med mera, P. Ahlström m.fl., november 1999.

<sup>2</sup> Metoden var under utveckling i USA mellan 2011 och 2016, men fortsatt utveckling stoppades av Trump-administrationen som ville återta ett tidigare arbete med ett slutförvar i Nevada.

## **2.1 Frågan om sökandens komplettering är tillräcklig för att medge tillåtlighet**

Mark- och miljödomstolen har ställt som krav för att ansökan enligt miljöbalken ska kunna ges tillåtlighet att sökanden redovisar underlag som visar att kärnbränsleförvarsanläggningen på lång sikt uppfyller miljöbalkens krav, trots de osäkerheter som kvarstår om hur kapselns skyddsförmåga påverkas av fem olika degraderingsprocesser.

Föreningarna konstaterar att domstolen dessutom i sitt yttrande till regeringen uttalade följande:

”Ansökan gäller ett omfattande projekt för att slutförvara använt kärnbränsle och annat kärnavfall från det svenska kärnkraftsprogrammet. Under mer än 30 år har SKB bedrivit forskning och utveckling av KBS-3-metoden för detta ändamål. Detta har resulterat i en allsidig och gedigen utredning för bedömning av om verksamheten kan tillåtas enligt miljöbalken. En omfattande säkerhetsanalys har redovisats om slutförvarets säkerhet under en miljon år efter förslutning.

Mark- och miljödomstolen bedömer att miljökonsekvensbeskrivningen uppfyller miljöbalkens krav och därför kan godkännas. Sammantaget uppfyller utredningen de högt ställda kraven enligt miljöbalken utom i ett avseende, kapselns säkerhet.

Utredningen visar att det finns osäkerheter, eller risker, avseende hur mycket vissa korrosionsformer och andra processer kan försämra kapselns förmåga att innesluta kärnavfallet på lång sikt. Dessa osäkerheter om kapseln är sammantaget betydande och har inte fullt ut beaktats i resultatet i SKB:s säkerhetsanalys.

Mark- och miljödomstolen anser att det finns ett visst utrymme att acceptera ytterligare osäkerheter. Men de osäkerheter som finns om vissa korrosionsformer och andra processer är så pass allvarliga att domstolen inte, utifrån SKB:s säkerhetsanalys, kan komma fram till att riskkriteriet i Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter är uppfyllt. Det nuvarande underlaget ger, vid en samlad riskbedömning enligt miljöbalken, inte tillräckligt stöd för att slutförvaret är långsiktigt säkert.”

Föreningarna anför i linje med domstolens resonemang, att om tillåtlighet ska ges måste regeringen säkerställa att sökanden i sin komplettering i april 2019 visat att det nu finns avgörande ny kunskap om de fem degraderingsprocesserna för kopparkapseln. Denna nya kunskap måste vara tillräcklig för att sökanden ska kunna anses uppfylla sin bevisbörda för att slutförvaret i alla delar kommer att bli säkert.

Föreningarna har gått igenom sökandens komplettering rörande de degraderingsprocesser som domstolen pekade på och kan inte finna att sökanden gjort särskilt mycket för att ta fram ny kunskap. Det nya underlag som sökanden hänvisar till är snarare en upprepning av vad som framgår av material och undersökningar som redan lämnats in i målet. Sökanden synes vara av den uppfattningen att det räcker med att återupprepa att bolaget anser att allt är säkert, eftersom det står i den säkerhetsanalys som bifogades ansökan.

Föreningarna konstaterar dessutom att sökanden varit tvungen att medge att gropfrätning kan uppstå vid korrosion av kopparkapseln, något man tidigare inte vidgått. Detta är inget nytt för föreningarna men betyder att sökanden genom sina kompletterande utredningar har visat att så är fallet och därmed tillförs ett skäl för regeringen att inte ge ansökan tillåtlighet.

Föreningarna har sedan 2007 konsekvent arbetat med att förstå hur kopparkapseln kommer att fungera som barriär i en slutförvarsmiljö. Arbetet har lett till en bred förståelse för att koppar är ett anmärkningsvärt dåligt val som kapselmateriäl.

Föreningarna konstaterar att de KTH-forskare som varit kritiska till användning av koppar som kapselmateriell tillsammans med SSM:s tidigare kopparkorrosionsexpert Jan Linder kommit fram till samma slutsats i ett yttrande till regeringen den 13 september 2019.

Föreningarna konstaterar att det bör tillmätas särskild vikt för regeringens kommande ställningstagande att regeringens vetenskapliga rådgivande organ Kärnavfallsrådet i sitt yttrande till regeringen samma datum skriver att frågor om barriärernas funktion kvarstår efter sökandens komplettering. Föreningarna tolkar rådets yttrande som att rådet i dagsläget inte vet om slutförvaret kan bli säkert. Dessutom tolkar föreningarna rådets yttrande som att rådet i dagsläget är osäker på om det kommer att gå att veta detta senare.

Föreningarna har efter den långa utredningstiden tvingats till slutsatsen att det med största sannolikhet inte kommer att hjälpa kunskapsläget att kräva mer forskning i kärnavfallsbolagets regi. Kärnavfallsrådet har kommit fram till att det kan finnas allvarliga problem med kopparkapselns integritet. Rådet menar att även om det bedrivs mer forskning så är det osäkert om det kommer att visa att slutförvaret är säkert. Mer forskning skulle lika gärna kunna visa att slutförvaret inte blir säkert. Bara detta konstaterande bör vara tillräckligt för regeringen att inte ge tillåtelse och i stället avvisa ansökan.

Föreningarna anser att Kärnavfallsrådets yttrande är väl försiktigt. Föreningarna finner att det nu föreligger ytterst starka skäl att betvivla att koppar är rätt val som kapselmateriell. Att koppar valdes som kapselmateriell för 40 år sedan beror på en nu förlegad teoretisk modell, där koppar som metall nästan ansågs nå samma robusta egenskaper som guld i slutförvarsmiljön.

Koppar som metall är emellertid betydligt mer reaktivt. Runt omkring oss ser vi exempel på att kopparkapsel korroderar och blir gröna på grund av det syre som finns i luften. Eftersom syre snabbt ansågs förbrukas i slutförvarsmiljön, skulle emellertid kopparkapselerna inte oxidera. Utan syre i slutförvaret efter det att det försluts, skulle kopparkapselerna vara skinande blanka i hundratusentals år.

Forskningsläget har emellertid förändrats. Snart visade det sig att det fanns processer även i ett slutet slutförvar, som kan försämra kapselernas funktion. Det upptäcktes att bakterier i slutförvaret skulle kunna producera sulfid från svavel i grundvattnet som skulle leda till korrosion på koppar. Men detta ansågs bara påverka några millimeter av ytan på de fem centimeter tjocka kapselväggarna. Därför kan de teoretiska beräkningarna i säkerhetsanalysen för slutförvaret ge att bara 0,6 kapslar av 6 000 deponerade kapslar skulle gå sönder efter en miljon år.

Det är nu klarlagt att det finns fler och allvarligare nedbrytande processer än sulfidkorrosion. De olika processerna samverkar dessutom. En del är kemiska reaktioner som verkar i kopparytan och orsakar korrosion så att kopparkapseln blir tunnare. Dessa reaktioner går snabbare ju högre temperaturen är. Kopparkapselerna i slutförvaret kommer att vara mycket heta, närmare ett hundra grader under lång tid.

Ännu mer problematiskt är att korrosionen kan resultera i gropfrätning. Om korrosionen skulle vara jämn skulle 5 centimeter koppar kanske klara sig från genomrostning på flera tusen år. Men på samma sätt som det relativt snabbt blir hål i plåten på det ställe en bil börjar rosta, skulle gropfrätning av kopparkapseln skapa hål på några hundra år. Ytterligare processer förvärrar läget. Om det finns spänningar i kopparkapseln, t.ex. i det nedre påsvetsade locket som belastas i deponeringshålet, sker en särskilt allvarlig spänningskorrosion som ger sprickor i kapseln. När vatten orsakar korrosion av kapseln produceras väte som tränger in i kopparkapseln, gör den spröd och försvagar den.

Sammantaget innebär processerna en snabb korrosion. Det är ännu inte fastlagt i detalj exakt hur de degraderande processerna samverkar, och hur snabbt kopparkapseln skulle förstöras i slutförvaret, men det står klart att metoden inte kan anses tillförlitlig. Föreningarna gör gällande att sökanden i sin komplettering inte förmått tillbakavisa att dessa processer sammantaget kan resultera i läckage och strålningsnivåer över de tillåtna gränsvärdena.

Föreningarna anför av ovan anförda skäl att sökandens komplettering inte uppfyller mark- och miljödomstolens krav på ytterligare underlag och att regeringen inte kan ge tillåtlighet till slutförvarsansökan.

## **2.2 Domstolen har haft tillgång till ett fullgott beslutsunderlag i kapselintegritetsfrågor**

Föreningarna noterar att sökanden menar att skälet till att domstolen i sitt yttrande till regeringen anser att säkerhetsanalysen innehåller osäkerheter kopplade till kapselns skyddsförmåga till viss del är att domstolen inte haft tillgång till samma omfattande underlag som Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM.

Föreningarna menar att detta är oriktigt. Tvärtom har domstolen haft tillgång till hela det underlag om kopparkapselns integritet som SSM haft tillgång till, eftersom föreningarna i sina yttranden fört in det i domstolsprocessen och dessutom haft det tillgängligt på MKG:s hemsida och meddelat domstolen på att det finns där.

Mark- och miljödomstolen genomförde en nära sju års omfattande och ingående prövning av kärnbränsleförvarsansökan enligt miljöbalken. Domstolen tog inte endast del av den kritik mot kärnbränsleförvaret som framfördes från en grupp kvalificerade korrosionsforskare vid Kungliga Tekniska högskolan. Domstolen har dessutom i ett antal yttranden från föreningarna i miljöprövningen kunnat ta del av ett omfattande material, som sammantaget gör det troligt att kopparkapseln inte kommer att fungera som kärnavfallsbolaget SKB avser. Föreningarna har i detalj beskrivit det experimentella underlaget som visar att koppar inte fungerar. Men minst lika viktigt är föreningarnas beskrivning av hur kärnavfallsbolaget konsekvent misslyckats med att hantera kopparkorrosionsfrågorna på ett sätt som skulle klarlägga sakförhållandena på ett korrekt sätt.

Domstolen har tagit del av ett omfattande underlag om båda dessa frågeställningar i föreningarnas yttranden i kompletteringsfasen och i sakprövningen av ansökan i domstolen. Dessutom har domstolen fått ta del av ett kvalificerat vetenskapligt underlag från en grupp professorer och forskare i yt- och korrosionsvetenskap, metallurgi och kondenserade materiens fysik vid Kungliga Tekniska högskolan (KTH) som ifrågasatt användningen av koppar som kapselmateriell. Gruppen leddes under huvudförhandlingen i miljödomstolen av professor emeritus Christofer Leygraf, som är den person som byggt upp ämnet yt- och korrosionsvetenskap vid KTH. Professor Leygraf är internationellt erkänd och mottagare av ett flertal prestigefulla bemerkelser för sin vetenskapliga gärning.<sup>3</sup>

## **2.3 Domstolens förståelse för hur riskkriteriet och säkerhetsanalys fungerar**

Sökanden försöker visa att mark- och miljödomstolen inte riktigt förstått hur SSM:s riskkriterium fungerar och vilken analys som krävs för att komma fram till risker för att riskkriteriet skulle överskridas.

Föreningarna gör gällande att domstolen gjort en fullt korrekt bedömning. Att domstolen anger att SSM:s riskkriterium ska anses vara vägledande i prövningen enligt miljöbalken är ett juridiskt ställningstagande, inte en avvägningsfråga. Domstolen har haft tillgång till sökandens säkerhetsanalys och SSM:s yttrande i sak till domstolen, vilka tillsammans utgör en fullgod grund för att förstå och bedöma risker för att SSM:s riskgräns överskrids.

Domstolens ordförande påvisade vid huvudförhandlingen en påtaglig kompetens i att förstå och bedöma tekniska och naturvetenskapliga frågeställningar. Dessutom har domstolen under huvudförhandling och framtagning av yttrandet till regeringen haft tillgång till två tekniska råd, anställda vid domstolen, som har teknisk eller naturvetenskaplig utbildning och två särskilda ledamöter som tillfört sakkunskap inom kärnbränsleförvarsmålets område. Enligt föreningarna råder det inget tvivel om att domstolen haft den kompetens som behövs för att komma fram till slutsatserna som framförts i yttrandet till regeringen.

---

<sup>3</sup> Korta biografier som beskriver prof. Leygrafs meriter finns på länkarna <http://www.interfinish2016.org/en/page.asp-hid=&pageid=84.html> och <https://bit.ly/2nqReRd> (PDF).

## **2.4 Sökanden har inte haft intresse av att genomföra en vetenskaplig utredning av kopparkorrosion**

Kärnavfallsbolaget SKB hävdar i sin säkerhetsanalys för kärnbränsleförvaret att av de 6 000 kopparkapslar som ska deponeras så kommer endast 0,6 att gå sönder inom en miljon år. Föreningarna har genom hela prövningsprocessen förevisat den forskning som finns som visar betydande brister hos bärande komponenter i slutförvarssystemet. Dessa synpunkter har inte kunnat vederläggas av sökanden.

Med tanke på de höga krav som måste ställas på systemets integritet under lång tid och kärnämnenas farlighet, har kärnavfallsbolaget SKB tillerkänts ett betydande förtroende av samhället att utveckla en fungerande slutförvarsmetod. De resurser som samhället avsatt för forskning och utveckling har i stort sett gått oavkortade till SKB:s verksamhet. Trots det har sökanden inte hörsammat upprepade instruktioner från regeringen att utreda andra metoder, och inte förmått omvärdera inkapslingsmetoderna efter senare tids forskning. Sökanden har när det gäller en rad viktiga frågor snarast verkat på ett sätt som försvårat samhällets möjlighet att få en korrekt bild av sakförhållandena, bland annat genom att inte ta upp försökskapslar inom LOT-projektet (se nedan).

Föreningarna har viss förståelse för SKB:s agerande, som utan tvivel har fördelar sett ur industrins perspektiv. Betydande resurser har lagts ner i att utveckla KBS 3-metoden och utveckling av nya kapselmateriell och slutförvarsmetoder skulle betyda merkostnader. KBS 3-metoden har fördelen att framtida kostnader de närmaste åren i hög utsträckning kan förutses och tekniken kan exporteras. Sett ur näringslivsperspektiv är det därför naturligt att det finns ett betydande intresse för att förverkliga ett slutförvar av KBS 3:s modell. Det hör också till saken att man tagit emot stöd från bolag och konsulter i andra länder med intresse av att koppar används som kapselmateriell.

I andra näringsgrenar hade förmodligen inte konstruktionen varit lika problematisk, den följer i stort den gängse ordningen med verksamhetsutövers ansvar. När det gäller slutförvarsfrågan är dock situationen avvikande i och med det att de potentiella riskerna är så stora och utsträckta i tiden. Samtidigt finns det ett avsevärt samhällsintresse av att undanröja de risker i nutid det innebär att ha tusentals ton högaktivt avfall i ytläge.

När samhället som i förevarande fall koncentrerat medel och kompetens till en och samma industriella aktör, och denna aktör följer en logik som är fullt förståelig ur näringslivssynpunkt, uppstår en närmast unikt svårbemästrad situation där regeringen förväntas ta beslut om tillåtlighet på ett bristande underlag.

Enligt föreningarnas mening bör regeringen inte förbise de uppenbara brister som mark- och miljödomstolen visat på i sitt yttrande och som alltjämt kvarstår. Istället bör en ny organisation utvecklas som kan ta sig an problemen på ett bättre sätt.

## **2.5 Koppar reagerar med vatten**

Frågan om vatten – och inte bara syrgas – kan orsaka korrosion av koppar har fått mycket uppmärksamhet. Det är emellertid bara en del av den vetenskapliga frågan om koppar fungerar som kapselmateriell. Frågan undersöktes redan på 1980-talet av KTH-forskaren Gunnar Hultquist, en erkänt duktig experimentalist. Hultquist visade att koppar reagerar med vatten i en syrgasfri miljö. Genom att använda isotopmärkning av syre kunde han även visa att koppar reagerar med vatten även om det finns syre närvarande, trots att detta normalt inte märks vid undersökning av korrosionsprodukterna. Tillsammans med KTH-forskaren Peter Szakálos m.fl. upprepades och publicerades nya försök 2007 och därefter har det blivit allmänt erkänt att koppar reagerar med vatten även om det inte är exakt klargjort hur reaktionen sker. Flera försök gjorda även på andra sätt har visat på denna kopparkorrosionsprocess.

Sökanden hävdar att alla försök som kommer fram till att koppar reagerar med vatten måste vara felaktiga. Det måste sökanden göra, annars faller hela den teoretiska grunden för sökandens

slutförvarsmetod. Det vanligaste argumentet sökanden framför är att ”det måste komma in syre i försöket”. Detta är oftast helt orimligt och avvisas av de som utfört försöken. Sökandens ifrågasättande bidrar till en föreställning om osäkerheter i de vetenskapliga metoderna, trots att resultaten kommer från flera välmeriterade forskargrupper från olika vetenskapliga institutioner i flera länder.

Föreningarna har förstått att det som gör att en kopparyta reagerar med vatten är att koppar är ett ämne som inte är en ädelmetall som guld eller silver, men inte heller kan karakteriseras som en ”vanlig” metall som termodynamiskt beter sig enligt de korrosionsmodeller som finns. På en kopparyta finns det uppenbarligen kopparatomer som orienterar sig på ett sätt som gör att de kan spjälka de relativt hårda bindningarna i vattenmolekyler. Detta leder till att väte frigörs och syret bildar korrosionsprodukter i form av kopparoxider. Det bildas även kopparhydroxider.

Om ytan är helt polerad, elektrolytiskt, tar det längre tid för korrosionsprocessen att komma igång. Sökanden pekar på att sökanden gjort försök i vid Uppsala Universitet och vid bolaget Micans i Göteborg. Här har elektropolerad koppar använts vilket gör dessa försök ointressanta för att förstå hur koppar reagerar med vatten. För att vetenskapligt studera hur koppar reagerar med vatten måste kopparytan vara beskaffad som den är när den normalt sett t.ex. i kopparkapslarna i slutförvaret. Elektropolering är inte något som kan göras på stora kärnbränslekapslar. Dessutom skulle en sådan behandling endast ge ett skydd en kortare tid.

Det är även värt att nämnas att försöken vid Uppsala Universitet gjordes med en utrustning med stål som hade en så hög vätgasbakgrund att den ändå inte fungerade för att kunna upprepa de försök som KTH-forskarna gjort.

Det finns även en ökande förståelse för att koppar reagerar med vattenmolekyler i nya teoretiska beräkningar. En del återstår att göra, men något som uppmärksammas på senare tid är att om andra ämnen, t.ex. platina tillsätts koppar så skapas mycket effektiva katalysatorer som kan spjälka vatten för att göra vätgas.<sup>4</sup> Denna utveckling kan bli en viktig del för framtida tekniker för energilagring. När det finns ett större allmänintresse för att förstå vad som gör att koppar reagerar med vatten minskar också möjligheterna för sökanden att förringa kunskapsutvecklingen i frågan.

## **2.6 Sökandens beskrivning av LOT-projektet är missvisande**

Sökanden anger i yttrandet att de resultat som har erhållits i sökandens s.k. LOT-försök i Äspölaboratoriet har varit i överensstämmelse med sökandens teoretiska modeller. Detta är helt fel.

Sex försökspaket placerades i berget kring år 2000. Tre uppvärms till samma temperatur som förväntas i slutförvaret, ca 90 grader (S-paketet). Tre uppvärms till över 100 grader för att se vad som händer då (A-paketet). Ett paket av varje typ skulle enligt plan tas upp efter 1 år, två efter 5 år och två efter 10 år.

Ett S- och ett A-paket togs upp efter ett år (S1 och A1). S-paketet skadades så att ett nytt ettårsförsök genomfördes (S0). I början av 2006 togs ett femårspaket upp (A2). Det tog en betydande tid för sökanden att redovisa resultatet, eftersom det var problem både med leran och med kopparn. Bentonitleran hade påverkats kemiskt på ett irreversibelt sätt, så att det skulle bli problem med att svälla på det sätt som dess funktion som barriär i slutförvaret förutsätter. Men det viktiga var att korrosionen på koppar blivit oväntat omfattande.

Enda sättet sökanden har kunnat förklara den oväntat omfattande kopparkorrosionen är att allt det lösa syre som funnits i provpaketet nått kopparytor och reagerat. Men detta är inte korrekt. Syret konsumeras i stället av bakterier och av kemiska reaktioner nästan direkt efter förslutningen. Till och med en hel deponeringstunnel som fylls med lera blir syrgasfritt på några månader.<sup>56</sup> All korrosion har

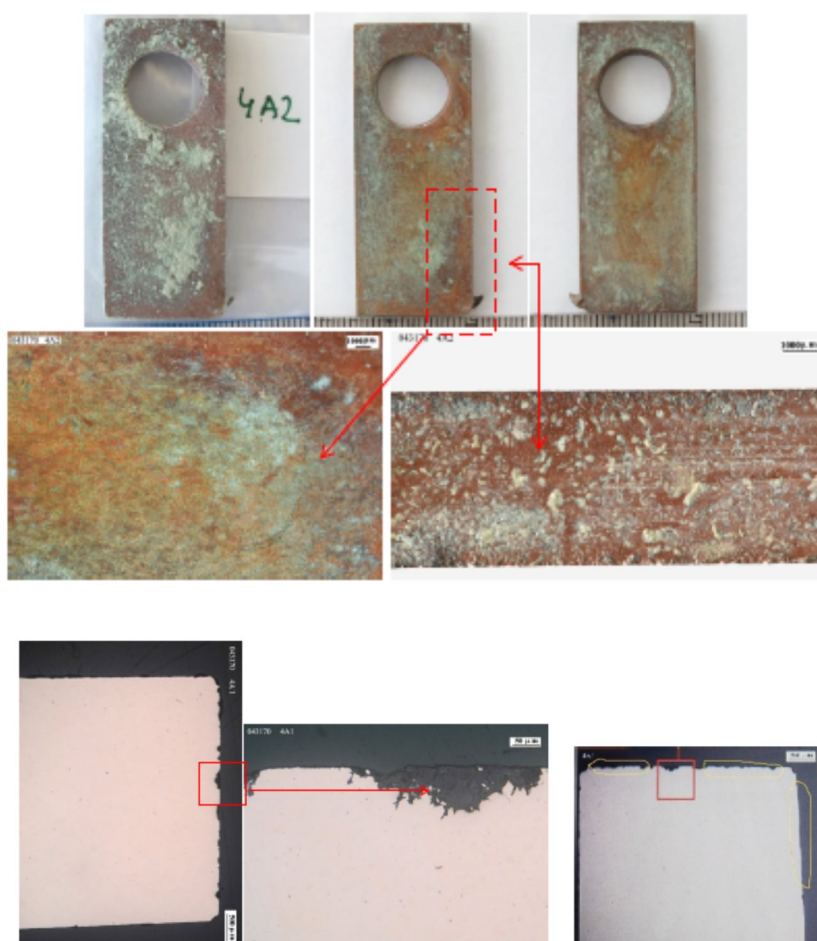
<sup>4</sup> Se exempelvis: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acscatal.8b01710?src=recsys>.

<sup>5</sup> När det nya schweiziska slutförvarsförsöket FE installerades mättes syrgasförbrukningen och allt syre i hela försökstunneln förbrukades på några månader. Se ab 598

skett i en syrgasfri miljö, vilket inte stämmer med sökandens modell för hur koppar ska bete sig i en slutförvarsmiljö.

Trots att det nu gått snart 20 år har sökanden inte kunnat övertygas om att ta upp nästa försökspaket – som skulle tagits upp redan kring 2007. Föreningarna befarar att orsaken till att sökanden inte vill ta upp försökspaketet enligt plan är att sökanden är medveten om att det med säkerhet kommer att visa att koppar inte fungerar som kapselmaterial.

Att koppar korroderar i en sådan hastighet att det är olämpligt som kapselmaterial visas tydligt i bland annat det Schweiziska FEBEX-försöket, där koppar funnits i en syrgasfri miljö i 18 år och där det finns en betydande korrosion, inklusive gropfrätning (se figur 1). Om sökandens teorier om hur koppar fungerar i slutförvaret skulle vara riktig skulle korrosionen bara vara en bråkdel av den påvisade och utan gropfrätning.<sup>7</sup>



**Figur 1.** Kopparkorrosion i FEBEX-försöket

### **2.7 SSM:s bristande prövning av kapselintegritetsfrågor**

SSM:s prövning av kapselintegritetsfrågor kan ifrågasättas. Under kompletteringsfasen av miljöprövningen ställde SSM på ett kompetent sätt en omfattande mängd frågor till sökanden rörande processer som kan påverka kopparkapselns långsiktiga integritet. När sökandens svar inte var

---

[http://www.mkg.se/uploads/Aktbilagor/598\\_Nacka\\_TR\\_M1333-11\\_Aktbil\\_598\\_Yttrande\\_Naturskyddsforeningen\\_och\\_MKG\\_bilaga\\_2\\_170830.pdf](http://www.mkg.se/uploads/Aktbilagor/598_Nacka_TR_M1333-11_Aktbil_598_Yttrande_Naturskyddsforeningen_och_MKG_bilaga_2_170830.pdf) .

<sup>6</sup> Sökanden har indirekt mätt syrgashalten i Mini-Can-försöket i Äspölaboratoriet och syrgasen förbrukades på någon månad. Se: <http://www.mkg.se/ssm-rapport-avslojar-att-skb-dolt-problem-med-kopparkorrosion> .

<sup>7</sup> Se även <http://mkg.se/omfattande-syrgasfri-korrosion-i-det-schweiziska-febex-forsoket> .



tillräckliga följde SSM upp med nya kompletteringskrav. Föreningarna har uppfattat att SSM inte hade fått fullgoda svar på de frågor som ställts i flera frågeställningar vid den tidpunkt då ansökan kungjordes. Att SSM inte fortsatte med att ställa kompletteringskrav i detta läge beror enligt föreningarna förmodligen på att myndigheten ansåg kvarstående oklarheter skulle kunna hanteras i myndighetens stegvisa prövning enligt kärntekniklagen, efter att regeringen gett sitt tillstånd.

Föreningarna har förstått att SSM efter det att ansökan kungjordes i januari 2016 fick svårighet med hur kvarvarande osäkerheter skulle hanteras i arbetet med att ta fram ett yttrande i sak till mark- och miljödomstolen. Föreningarna har uppfattningen att SSM:s ledning under våren 2016 beslutade att det var av alltför stor strategisk betydelse för Sverige att åstadkomma ett slutförvar för använt kärnbränsle skyndsamt, för att slutförvarsansökan ska kunna stoppas. Kvarvarande osäkerheter skulle kunna lösas i den stegvisa prövningen.

Även om kopparkapseln inte fungerade som tänkt skulle andra barriärer (lera och berg) ansågs förmodligen hindra radioaktiva utsläpp så att ett en allvarlig radiologisk katastrof skulle kunna undvikas, eller i alla fall undvikas. Även om myndighetens riskgräns skulle överskridas.

SSM:s lednings ställningstagande blev problematiskt för vissa av myndighetens experter. Den myndighetsexpert, Jan Linder, som ansvarade för korrosionsfrågor och som lett arbetet med att ta fram kompletterande information i kapselintegritetsfrågor från sökanden, meddelade på ett internt möte den 15 juni 2016, d.v.s. strax innan SSM den 29 juni 2016 yttrade sig i sak till domstolen, att han inte kunde ställa sig bakom att SSMS avsikt att tillstyrka SKB:s tillståndsansökan i yttrandet till domstolen. Följande är protokollfört<sup>8</sup>:

”Under mötet ville XX [Jan Linder, föreningarnas anm.] att det skulle noteras att han har en avvikande åsikt gällande delprojekt GLS avsikt att tillstyrka SKB:s tillståndsansökan. XX menar att osäkerheter för ett antal degraderingsprocesser för kopparhöljet som redovisas i GLS-rapporten (ex krypduktillitet, spänningskorrosion, gropkorrosion, väteförspredning) kan medföra att kopparbarriären går sönder och därmed förlorar sin isolerande funktion betydligt tidigare än som anförs av SKB. XX menar att osäkerheterna. med degraderingsprocesser för kopparhöljet ska bedömas i detta steg i den stegvisa prövningen och ska inte skjutas upp till kommande steg. Anledningen är dels att SKB i tillståndsansökan inte beaktat hur osäkerheter med degraderingsmekanismer kan påverka utsläpp av radionuklider och därmed uppfyllande av 5§ SSMFS 2008:37 dels att osäkerheter i degraderingsmekanismer inte medtagits i den kvantitativa analysen för beräkning av slutförvarets skyddsförmåga de första 1000 åren efter förslutning enligt 11§ SSMFS 2008:37. XX menar vidare att den forskning som behöver utföras för att minska osäkerheten för degraderingsmekanismerna kan genomföras innan tillstånd att inneha och driva slutförvaret ges. Av dessa anledningar är det XX:s åsikt att tillståndsansökan ska avstyrkas alternativt kan SSM be SKB att komplettera ansökan med analyser hur dessa osäkerheter påverkar slutförvarets skyddsförmåga.”

Efter att tag började Jan Linder arbeta mer med korrosionsfrågor vid avdelningen för kärnkraftsäkerhet vid myndigheten för att därefter sluta. Idag samarbetar han med de forskare vid KTH som är kritiska till att använda koppar som kapselmateriel och har skrivit yttranden till regeringen i frågan tillsammans med dem.

Under huvudförhandlingen framkom det i ett omfattande material som läckt ut från myndigheten till media, att SSM i sitt arbete med att granska slutförvarsansökan hade funnit scenarier där degraderingsprocesser påverkade kopparkapseln så mycket att myndighetens riskgräns överskreds.<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Protokollet finns som bilaga 4 i det yttrande (ab 770) som Naturskyddsföreningen och MKG skickade in till mark- och miljödomstolen den 13 oktober 2017 under huvudförhandlingen i kärnbränsleförvarsmålet. Aktbilagan finns här: [http://www.mkg.se/uploads/Aktbilagor/797\\_Nacka\\_TR\\_M1333-11\\_Aktbil\\_797\\_Yttrande\\_fran\\_Naturskyddsforeningen\\_MKG\\_171023.pdf](http://www.mkg.se/uploads/Aktbilagor/797_Nacka_TR_M1333-11_Aktbil_797_Yttrande_fran_Naturskyddsforeningen_MKG_171023.pdf).

<sup>9</sup> Se de yttranden (ab 770 och 797) som Naturskyddsföreningen och MKG skickade in till mark- och miljödomstolen den 13 oktober 2017 och den 23 oktober under huvudförhandlingen i kärnbränsleförvarsmålet. Aktbilagorna finns här: [http://www.mkg.se/uploads/Aktbilagor/770\\_Nacka\\_TR\\_M1333-](http://www.mkg.se/uploads/Aktbilagor/770_Nacka_TR_M1333-)

Detta betyder att SSM inte borde ha sagt till mark- och miljödomstolen eller regeringen att det finns ett underlag som säger att slutförvaret kan bli säkert.

SSM har under 2019 publicerat samma resultat i en vetenskaplig tidskrift.<sup>10</sup> I artikeln påstår SSM att det inte är intressant att myndighetens riskgräns överskrids, eftersom det är osannolikt att processerna äger rum. Detta är fel. Scenarierna visar att korrosionsprocesser separat ger scenarier där riskgränsen överskrids. En iögonfallande brist är att myndigheten inte kombinerar effekterna av olika korrosionsprocesser. Dessutom kan inte SSM bedöma hur stor effekten av kopparkorrosion i syrgasfritt vatten verkligen blir. FEBEX-försöket visar att effekten blir stor. Föreningarna menar att inte bara kommer SSM:s riskgräns att överskridas inom 1 000 år, utan det kommer att bli omfattande effekter på människa och miljö. Föreningarna gör gällande att det räcker med att det finns en risk för att SSM:s riskgräns ska överskridas för att myndigheten ska säga nej till ansökan. Föreningarna menar att det är anmärkningsvärt att SSM inte gjort det. Detta är ett viktigt skäl till att mark- och miljödomstolen sa nej i sitt yttrande till regeringen.

Föreningarna har förstått att det under slutskedet av arbetet med att ta fram yttrandet i sak till mark- och miljödomstolen pågick ett intensivt arbete med att se till att det i granskningsrapporten om långsiktig säkerhet, som skulle vara en del av yttrandet, inte skulle framstå som om någon degraderingsprocess för kopparkapseln skulle vara så allvarlig att det i myndighetens fortsatta stegvisa prövning inte skulle kunna visas att slutförvaret skulle bli säkert.

När SSM yttrade sig till mark- och miljödomstolen i sak den 29 juni 2017 (ab 406-411) uttalade myndigheten att ”SKB uppfyller, eller har visat att företaget har *förutsättningar* att uppfylla, de allmänna hänsynsreglerna i 2 kap. miljöbalken för att skydda människors hälsa och miljön mot skadlig verkan av joniserande strålning” [föreningarnas kursivering]. Av ordalydelsen framgår att SSM menade att det inte var visat att slutförvaret skulle bli säkert i detta läge – men att detta skulle kunna visas i myndighetens stegvisa prövning efter att tillstånd enligt kärntekniklagen getts av regeringen. Föreningarna gör gällande att detta inte är tillräckligt eftersom det enligt de allmänna hänsynsreglerna ska vara visat att slutförvaret är tillräckligt säkert innan tillåtlighet eller tillstånd kan ges.

Föreningarna konstaterar att mark- och miljödomstolen under huvudförhandlingen i målet om kärnbränsleförvaret ifrågasatte SSM:s inställning om att det enligt de allmänna hänsynsvillkoren i miljöbalken skulle räcka med att vid en senare tidpunkt visa att slutförvaret skulle bli säkert. Men sedan sakprövningen i domstolen inleddes efter kungörelsen av slutförvarsansökan har SSM visat ett tydligt ointresse för att det genomförs ytterligare forskning eller det tas fram viktiga resultat från pågående forskning (t.ex. sökandens pågående LOT-försök i Äspölaboratoriet). SSM menar att det endast är upp till sökanden att planera, bedriva och utvärdera den forskning som behövs för att visa att slutförvaret är säkert (eller osäkert). Detta är bl.a. tydligt i minnesanteckningarna från ett möte mellan SSM och miljöorganisationer den 19 februari 2010.<sup>11</sup>

## **2.8 Sökandens beskrivningar av scenarier för konsekvenser av kapselhaverier är missvisande**

Föreningarna konstaterar att sökanden fortsätter att redovisa missvisande scenarier av konsekvenserna för att kopparkapslarna i slutförvaret havererar. Föreningarna börjar med att hänvisa till föreningarnas yttrande i sak till mark- och miljödomstolen den 31 maj 2016 (ab 401).<sup>12</sup> Där visade föreningarna att

---

[11 Aktbil 770 Yttrande från Naturskyddsforeningen MKG 171013.pdf](#) och

[http://www.mkg.se/uploads/Aktbilagor/797\\_Nacka\\_TR\\_M1333-](http://www.mkg.se/uploads/Aktbilagor/797_Nacka_TR_M1333-)

[11 Aktbil 797 Yttrande från Naturskyddsforeningen MKG 171023.pdf](#).

<sup>10</sup> Se: <https://doi.org/10.5194/adgeo-49-67-2019> .

<sup>11</sup> Nyhet på MKG:s hemsida om mötet: <http://www.mkg.se/ssm-ordnade-informationsmote-med-miljoorganisationerna> . Själva minnesanteckningarna:

[http://www.mkg.se/uploads/SSM\\_Minnesanteckningar\\_mote\\_miljoorg\\_2019-02-19.pdf](http://www.mkg.se/uploads/SSM_Minnesanteckningar_mote_miljoorg_2019-02-19.pdf) .

<sup>12</sup> Se avsnitt ”3.2 Stor risk för spridning av radioaktiva ämnen” i yttrandet som finns här:

[http://www.mkg.se/uploads/Aktbilagor/401\\_Nacka\\_TR\\_M\\_1333-](http://www.mkg.se/uploads/Aktbilagor/401_Nacka_TR_M_1333-)

[11 Aktbil 401 Naturskyddsforeningen och MKG yttrande i sak 160531.pdf](#) .

sökanden i de scenarier som redovisas i säkerhetsanalysen SR-Site alltid lämnar en barriär ”tät”. Det betyder att det sämsta scenariot inte redovisas, vilket leder till att riskerna när förvaret läcker underskattas.

Föreningarna menar dessutom att ett sådant sämsta scenario i själva verket är det mest troliga. Om kopparkapslarna förstörs på ett sådant sätt att de läcker kommer även lerbufferten kring kopparkapslarna att förstöras. Därmed fungerar inte de två konstgjorda barriärerna. Då återstår berget som barriär. Berget i Forsmark är relativt sprickfritt och sökanden räknar i sina scenarier med att allt vatten från deponeringshålen ska vandra genom berget. Om det istället blir så, vilket är mycket mer troligt, att vattnet rinner ut i deponeringstunnlarna kan radioaktiva ämnen nå ytan via större sprickzoner på endast cirka ett hundra år. Resultatet kan bli att Forsmark blir en radiologisk zon som områdena runt de havererade kärnkraftverken i Tjernobyl eller Fukushima, redan om cirka 1 000 år. Om människor som bor i området dricker vattnet och äter mat odlad inom zonen kommer alla att dö av cancer inom en förkortad livstid. Idag dör ca 30 % av befolkningen av cancer, de flesta vid en hög ålder. Dessutom påverkas antalet barn som föds med missbildningar och erfarenheterna från Tjernobyl visar att det troligtvis även blir problem med hjärt-kärlsjukdomar.

De nya scenarier på utsläpp som redovisas i kompletteringen är av sökandens ”standardtyp”. Det ena visar att det inte är några problem om alla kopparkapslarna har ett litet hål. Skälet till detta är att lerbufferten och berget antas fortfarande vara perfekta barriärer. I det andra scenariot anges att bufferten går sönder i deponeringshålen med störst flöden. Men, detta sker inte annat än i några deponeringshål och ”efter typiskt 100 000 år”, dvs efter några istider har påverkat slutförvaret. Föreningarna gör därför gällande att scenarierna inte är realistiska.

Föreningarna vill påpeka att ett slutförvar för använt kärnbränsle innehåller synnerligen höga andelar radioaktiva ämnen även efter 1 000 år har löpt till ända. Om inte det ska bli en radiologisk zon i Forsmark om 1 000 år måste allt fungera perfekt i slutförvaret enligt sökandens modeller. Så kommer inte att bli fallet, eftersom lerbufferten inte någonsin kommer att bli tät i det relativt torra Forsmarkberget. Likaså kommer inte leran i tunnlarna att bli tät. I stället kommer vatten från de större sprickzonerna om tusen år sannolikt att rinna genom tunnlarna och ta med sig radioaktiva ämnen från de havererade kopparkapslarna.

## **2.9 Krav på utredningar om återförvisning sker till mark-och miljödomstolen**

Föreningarna är alltmer övertygade om att koppar inte är ett lämpligt kapselmateriell för kärnbränsleförvaret. Om regeringen vill få detta bekräftat finns möjligheten att återförvisa målet till mark- och miljödomstolen som kan använda sin särskilda utredningsskyldighet för att ta fram den kunskap som behövs.

För att visa att koppar inte fungerar som kapselmateriell för kärnbränsleförvaring kan följande utredningar göras:

1. Det nästa försökspaketet (S2) i sökandens LOT-försök i Äspölaboratoriet tas upp och analyseras med avseende på kopparkorrosion. Både de kopparkuponger som finns i försöket och det centrala kopparröret måste undersökas, samt den koppar som finns i leran runt om kring. Eftersom all syrgas i försöket konsumerats efter några månader bör det vara entydigt att den omfattande kopparkorrosion som skett efter 20 år, och som inte ska kunna ha skett enligt sökandens säkerhetsanalys, visar att koppar är ett dåligt kapselmateriell.

2. Om sökanden fortsätter att hävda att all korrosion även i detta försökspaket kommer från syrgas som stängts in i försöket görs ett nytt försök. Ett nytt försökspaket placeras i Äspölaboratoriet. Denna gång sätts dock sensorer för att mäta syrgas in i försöket. Föreningarna menar att dessa kommer att visa att försöket blir syrgasfritt efter några månader p.g.a. att syret snabbt konsumeras av bakterier och kemiska processer. Därmed blir det klargjort även för sökanden att LOT-försöket visar att det blir en oväntat stor kopparkorrosion i slutförvarsmiljön även efter instängd syrgas konsumerats.

3. Ett flertal parallella försök kan samtidigt sättas i större s.k. autoklaver i ett laboratorium. Koppar och lera placeras i vatten med slutförvarssammansättning i autoklaverna som värms upp till slutförvarstemperatur samtidigt som mängden syrgas i autoklaven mäts. Sedan öppnas autoklaverna efter ett, fem, tio år. o.s.v. för att undersöka hur kopparn korroderat. Detta försök måste även genomföras om regeringen trots allt ger tillåtlighet och tillstånd till slutförvaret.

Föreningarna påpekar att ovanstående utredningar inte enbart kan genomföras i sökandens regi, full insyn och öppenhet måste säkerställas i utredningarna.

Föreningarna anser dock att det inte behövs fortsatt forskning för att visa orsaken till att koppar inte fungerar som kapselmateriäl. Den tid och de resurser som skulle gå åt för att genomföra ytterligare studier kan i stället bättre användas för att finna en metod för säker långsiktig förvaring av det använda kärnbränslet. Bland annat bör förutsättningarna för att använda metoden djupa borrhål undersökas.

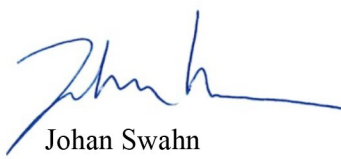
### 3. Sammanfattande slutkommentar

Föreningarnas inställning i tillåtlighetsfrågan är klar. Tillåtlighet kan inte ges till ett kärnbränsleförvar vars viktigaste säkerhetsbarriär är en kapsel med koppar som kapselmateriäl. Det bästa är om regeringen redan nu antingen *avslår* ansökan eller *avvisar* ansökan eftersom ett fullgott beslutsunderlag saknas. Föreningarna håller det för högst troligt att alternativet att *återförvisa* ansökan till mark- och miljödomstolen för en fortsatt och förutsättningslös utredning av möjligheten att kärnbränsleförvarsanläggningen på lång sikt uppfyller miljöbalkens krav, trots de osäkerheter som kvarstår om hur kapselns skyddsförmåga, endast skulle visa att koppar inte är ett fungerande kapselmateriäl. En sådan process skulle endast ta onödig tid och förbruka onödiga resurser. I stället bör arbete snarast påbörjas för att finna en metod för säker långsiktig förvaring av det använda kärnbränslet. Bland annat bör förutsättningarna för att använda metoden djupa borrhål undersökas.

Dag som ovan,



Oscar Alarik  
Chefsjurist, Naturskyddsföreningen  
Mobil: 070-611 32 29  
E-post: oscar.alarik@naturskyddsforeningen.se



Johan Swahn  
Kanslichef, MKG  
Mobil: 070-467 37 31  
E-post: johan.swahn@mkg.se

## YTTRANDE

Stockholm och Göteborg den 28 oktober 2019

**Till:**

Miljödepartementet  
103 33 Stockholm  
m.remissvar@regeringskansliet.se  
magnus.moreau@regeringskansliet.se  
anna.sanell@regeringskansliet.se

Miljödepartementets dnr: M2018-00217/Me  
och M2018/00221/Ke

**Komplettering av yttrande från Naturskyddsföreningen, Jordens Vänner och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) rörande remisser i regeringens prövning av ansökningar av ett slutförvarssystem för använt kärnbränsle enligt miljöbalken (M2018-00217/Me) och kärntekniklagen (M2018/00221/Ke)**

Naturskyddsföreningen, Jordens Vänner och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) i fortsättningen benämnda *föreningarna*, har den 30 september 2019 yttrat sig i regeringens prövning av ansökningar av ett slutförvarssystem för använt kärnbränsle enligt miljöbalken (M2018-00217/Me) och kärntekniklagen (M2018/00221/Ke).

Kompletteringen sker för att informera regeringen om att försökspaketet S2 i LOT-försöket i Äspölaboratoriet är upptaget och att en kvalitetssäkrad analys av den kopparkorrosion som skett i försöket kan ge regeringen ett viktigt, kanske avgörande, underlag i frågan om kärnbränsleförvaret i Forsmark ska ges tillåtelse eller ej.

I avsnitt 2.6 av föreningarnas yttrande den 30 september beskriver föreningarna vikten av att nästa försökspaket, benämnt S2, i det s.k. LOT-projektet i Äspölaboratoriet tas upp och analyseras. Försökspaketet innehåller koppar och lera och har legat i en syrgasfri slutförvarsmiljö i tjugo år. Paketet har hettats upp till samma temperatur som förväntas existera i kärnbränsleförvaret i Forsmark.

Föreningarna menar att om upptaget och analysen av S2-paketet görs på rätt sätt kan resultaten skapa klarhet i om koppar är ett bra kapselmateriale för kärnbränsleförvaret eller inte. Därför har föreningarna sedan 2011 krävt att Svensk kärnbränslehantering AB (SKB), i fortsättningen benämnd *sökanden*, tar upp och analyserar S2-paketet under insyn av intresserade aktörer och med kvalitetssäkring av resultaten. Föreningarna har ansett att detta bör ske så att resultaten kan utgöra ett underlag till regeringens tillåtelseprövning enligt miljöbalken.

Sökanden har fram till nu vägrat att ta upp S2-paketet och har inte redovisat några närmare planer för när så ska ske. I huvuddokumentet till kompletteringsyttrandet till regeringen den 4 april 2019 säger sökanden på sid. 27 att ”resultaten från dessa försök kommer att redovisas och hanteras i kommande steg i KTL-prövningen” Detta betyder att sökanden inte vill att regeringen ska ha tillgång till resultaten av upptaget av LOT S2-paketet förrän efter regeringen eventuellt har beslutat om både

tillåtlighet enligt miljöbalken och tillstånd enligt kärntekniklagen. Föreningarna menar att ett skäl till detta kan vara att sökanden är medveten om att resultaten från studier av hur kopparytorna ser ut i försökspaketet skulle kunna försvåra möjligheten att erhålla tillåtlighet och tillstånd.

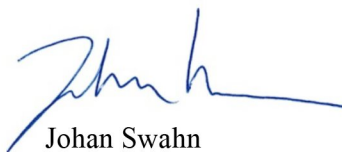
I en något oväntad utveckling av frågan är det nu känt att sökanden har tagit upp försökspaket S2 i LOT-försöket, men helt utan insyn och extern kvalitetssäkring. MKG deltog onsdagen den 16 oktober på mötet som Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) anordnade för att informera om kärnavfallsbolaget SKB:s forskningsprogram Fud 2019. På mötet ställde föreningen frågan till sökanden om när nästa försökspaket i projektet (S2) ska tas upp. Något förvånande uppgav sökanden att försökspaketet S2 redan har tagits upp.

MKG har skickat en skrivelse till SSM för att formellt uppmärksamma myndigheten på att upptaget av försökspaketet har skett. Skrivelsen bifogas som bilaga 1. MKG och dess medlemsföreningar vill att Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) omedelbart agerar för att se till att tillräckliga resultat tas fram från LOT S2-paketet för att kunna visa om koppar är ett bra kapselmateriale eller inte för kärnbränsleförvaret. I skrivelsen, som avslutas med tre frågor till SSM, betonar föreningarna vikten av att kopparytan vid den varmaste delen av det centrala kopparröret analyseras. Detta bör kunna ske relativt snabbt, men det måste ske av från sökanden oberoende expertis.

Dag som ovan,



Oscar Alarik  
Chefsjurist, Naturskyddsföreningen  
Mobil: 070-611 32 29  
E-post: oscar.alarik@naturskyddsforeningen.se



Johan Swahn  
Kanslichef, MKG  
Mobil: 070-467 37 31  
E-post: johan.swahn@mkg.se

2019-10-24

Till: Strålsäkerhetsmyndigheten  
171 16 Stockholm  
[registrator@ssm.se](mailto:registrator@ssm.se)

## Frågor om kvalitetssäkring och redovisning av resultat från LOT-försöket

MKG deltog onsdagen den 16 oktober på mötet som Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) anordnade för att informera om kärnavfallsbolaget SKB:s forskningsprogram Fud 2019. På mötet ställde föreningen en fråga till kärnavfallsbolaget om dess LOT-försök som genomförs i Äspölaboratoriet. Frågan gällde när nästa försökspaket i projektet (S2) ska tas upp. Något förvånande uppgav bolaget att försökspaketet S2 redan har tagits upp.

Det har inte funnits någon information om detta från bolaget tidigare, inte heller i forskningsprogrammet Fud 2019. Bolaget har dessutom sagt att resultaten från upptaget inte ska redovisas och hanteras förrän i SSM:s stegvisa prövning efter att regeringen har gett både tillåtlighet enligt miljöbalken och tillstånd enligt kärntekniklagen<sup>1</sup>.

MKG och dess medlemsföreningar har sedan 2011 framfört att försökspaket måste tas upp och analyseras med avseende på hur mycket kopparkorrosion som skett. Föreningarna menar att om upptag och analys görs på rätt sätt kan det avgöras om koppar är ett lämpligt kapselmateriale eller inte för kärnbränsleförvaret. Föreningarna har dessutom krävt att upptaget sker med full öppenhet och med kvalitetssäkring av resultaten, med insyn från fristående forskargrupper och andra intresserade aktörer på plats. Vad vi förstår har detta än så länge inte skett för upptaget av S2-paketet och det är därför viktigt att Strålsäkerhetsmyndigheten agerar för att upptaget ska kunna ha den roll som behövs i den pågående miljöprövningen av kärnbränsleförvaret.

Det är för föreningarna en självklarhet att tillräcklig redovisning av resultat rörande kopparkorrosion måste föreligga innan regeringen tar beslut om tillåtlighet enligt miljöbalken. Nu har upptaget skett utan insyn och kvalitetssäkring vilket innebär en risk att kärnavfallsbolaget endast redovisar resultat som inte riskerar

---

<sup>1</sup> Se sid 27 i toppdokumentet till bolagets kompletteringsyttrande med till regeringen den 4 april 2019 [http://www.mkg.se/uploads/M2018\\_00217\\_Me/M2018-00217-40\\_01\\_Komplettering\\_och\\_yttrande\\_190404.pdf](http://www.mkg.se/uploads/M2018_00217_Me/M2018-00217-40_01_Komplettering_och_yttrande_190404.pdf) .

kärnbränsleförvarsprojektets framtid. Dessvärre finns det tidigare erfarenheter som pekar på att det finns en sådan risk.

MKG menar att även med en översiktlig studie av vad som hänt med koppar i S2-paketet kommer det med stor sannolikhet att gå att förstå att koppar inte beter sig i slutförvarsmiljön som sökandens teoretiska antaganden säger. Föreningen vänder sig nu till SSM för att få myndigheten att agera för att kvalitetssäkra resultaten från upptaget av S2-paketet och för att få fram översiktliga men tillräckliga resultat rörande kopparkorrosion så fort som möjligt.

## Bakgrund

Försökspaketet i LOT-försöket innehåller ett omkring fyra meter långt kopparrör med diametern tio centimeter. Runt röret finns cylindriska ringar av förkompakterad bentonit. Ringarnas ytterdiameter är 30 centimeter. I varje försökspaket finns även kopparkuponger.

Det finns två typer av försökspaket. Dels det s.k. A-paket som värmts upp till mellan 120-150 °C för att simulera en situation med högre temperatur än den förväntade i slutförvaret. Dels det s.k. S-paket som värmts upp till ca 90 °C, vilket är ungefär den förväntade temperaturen i slutförvaret. Uppvärmningen sker från en punkt ungefär två tredjedelar ner i röret vilket betyder att temperaturen är högst där och minskar mot ändarna, särskilt mot den övre delen av röret.

Ursprungligen fanns det tre A-paket och 3 S-paket. A1 och S1 var ettårsförsök, A2 och S2 var femårsförsök och A3 och S3 var 10-årsförsök. Vid upptaget av A1 förstördes det på ett sätt som gjorde att det gjordes om. Det försöket, alltså också ännu ett ettårspaket, kallades A0. Det innebär att tre ettårspaket har tagits upp. Dessutom har ett femårspaket (A2) tagits upp. För mer information om LOT-försöket se bilaga 1. En sammanfattande information om de olika försökspaketen finns i bilaga 2. Upptagen av försökspaket A1, S1, A0 och A2 är avrapporterade<sup>2</sup>.

## Vikten av försökspaketet S2

Försökspaket S2 har varit syrgasfritt sedan bara några månader efter att det installerades i oktober-november 1999. Uppvärmning av försökspaketet påbörjades i februari 2000, men ingen mätdata från försökets sensorer har publicerats sedan avrapporteringen av upptaget av A2-paketet för över tio år sedan.

Den koppar som finns i försökspaket S2 har utsatts för en syrgasfri slutförvarsmiljö i tjugo år. Kärnavfallsbolagets teoretiska modell, som är grunden för säkerhetsanalysen för kärnbränsleförvaret, anger att kopparytorna ska vara i stort sett opåverkade efter denna tid. Om det finns omfattande korrosion av koppar i S2-försöket kan detta påverka regeringens tillåtlighetsprövning av slutförvarsprojektet.

---

<sup>2</sup> SKB TR-00-22 "Long term test of buffer material: Final report on the pilot parcels (A1 S1)", Karnland et al., December 2000. (<https://www.skb.se/publikation/17931/>)

SKB TR-09-31 "Long term test of buffer material at the Äspö HRL, LOT project: Final report on the A0 test parcel" Karnland et al., February 2011. (<https://www.skb.se/publikation/2224202/>)

SKB TR-09-29 "Long term test of buffer material at the Äspö Hard Rock Laboratory, LOT project Final report on the A2 test parcel", Karnland et al., November 2009. (<https://www.skb.se/publikation/1961944/>)



Det var ursprungligen tänkt att S2-paketet, som ju är ett femårspaket, skulle tas upp och analyseras efter att analysen av det andra femårspaketet A2, som togs upp i januari 2006, var klar. Men så skedde aldrig, förmodligen för att det var oväntat mycket kopparkorrosion på kopparytorna i A2-paketet. Kärnavfallsbolaget har försökt förklara korrosionen med att all syrgas som inneslutits i försöket vid deponeringen nått fram till kopparytor och reagerat med koppar. Detta är helt orealistiskt och enligt MKG en felaktig förklaring eftersom allt syre förbrukades snabbt av bakterier och kemiska reaktioner efter deponering och därmed inte kunnat vandra genom leran fram till kopparytor annat än i mycket liten omfattning. Den oväntat stora korrosionen måste därför bero på en för bolaget okänd korrosionsprocess, förmodligen delvis beroende av att kopparytan reagerat med vatten.

Förningarna anser att det är oerhört viktigt att snabbt få en översiktlig bild av hur kopparytorna i det upptagna S2-paketet ser ut, både i bilder och i enkla metallurgiska studier. Det viktigaste området att undersöka är den yta på det centrala kopparröret som haft högst temperatur. Kärnavfallsbolaget menar att det centrala röret inte är av exakt samma kopparkvalitet som det som kommer att vara i kopparkapslarna och att korrosion på röret därför inte ska undersökas. Men röret innehåller i stort sett ren obehandlad koppar och är därför ett utmärkt studieobjekt av hur koppar beter sig i en slutförvarsmiljö.

Den enda bild som offentliggjorts av ett upptaget centrälrör publicerades 2009 på kärnavfallsbolagets hemsida. En nersparad version av sidan finns som bilaga 1 och bilden finns dessutom som figur 1 nedan. Det är oklart om det är röret från femårspaketet A2 som visas i bilden eller om det är ett ettårspaket. Hur som helst är bilden från den svala delen av röret nära toppen och inte från den mest upphettade delen där den största korrosionen skett.

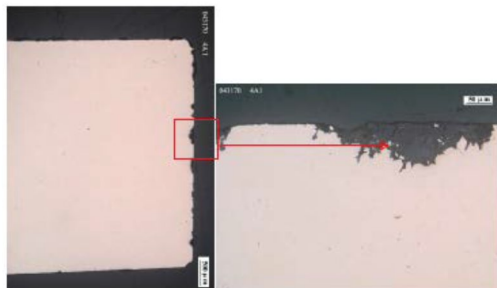


*Figur 1. Bild på den svalare delen av kopparröret från ett LOT-försökspaket*

Kärnavfallsbolaget har med säkerhet bilder på hela centrälröret från upptag av alla försökspaket som tagits upp. En studie av dessa bilder, inklusive en jämförelse mellan A2-röret och S2-rörets varmaste delar skulle ge en första indikation om kärnavfallsbolaget har rätt i att koppar är ett bra kapselmateriale. Detta borde kunna göras förhållandevis snabbt.

En studie av bilderna måste sedan följas upp av en metallografisk studie av den varmaste kopparytan inklusive studier av tvärsnitt av kopparytan. Ett exempel på

en likande studie finns i figur 2 som visar ett tvärsnitt från en kopparyta från det schweiziska FEBEX-försöket där koppar funnits i en syrgasfri slutförvarsmiljö i 18 år<sup>3</sup>. Bilden visar betydande kopparkorrosion inklusive gropfrätning.



Figur 2. Tvärsnittsbilder av korrosion från FEBEX-försöket

### Krav på av att Strålsäkerhetsmyndigheten agerar

MKG och dess medlemsföreningar vill att Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) omedelbart agerar för att se till att tillräckliga resultat tas fram från LOT S2-paketet för att kunna visa om koppar är ett bra kapselmateriale eller inte för kärnbränsleförvaret. Detta måste göras så att regeringen har tillgång till resultaten innan beslut tas om tillåtlighet eller ej enligt miljöbalken.

Föreningarna vill snarast ha svar på följande frågor:

1. Hur tänker SSM agera för att snabbt få fram och kvalitetssäkra de nödvändiga resultaten från S2-paketet rörande kopparkorrosion på centralrörets varmaste del och kopparkupongerna?
2. Kan SSM få fram bilder på de upptagna centralrören i LOT-försöken, inklusive den varmaste delen?
3. Kan SSM se till att oberoende metallografiska studier görs av den varmaste delen av kopparytan på det upptagna S2-paketet?

Bästa hälsningar,

Johan Swahn

Kanslichef

070-467 37 31  
johan.swahn@mkg.se

---

<sup>3</sup> Se <http://www.mkg.se/omfattande-syrgasfri-korrosion-i-det-schweiziska-febex-forsoket> .



## Svensk Kärnbränslehantering AB

Blekhornstorget 30, Box 250, 101 24 Stockholm  
Telefon: 08-459 84 00, Fax: 08-579 386 10  
E-post: [fraga@skb.se](mailto:fraga@skb.se)

Start / Lösningen på L... / Forskning och ... / Tema: Kopparko... / Lotförsöket

## Lotförsöket

Lotförsöket ska ge svar på frågan hur bentonitleran uppför sig i en miljö som liknar det framtida kärnbränsleförvaret under långa tider.

Förkortningen Lot står för Long Term Test of Buffer Material. I hål borrade i Äspötunnels golv på 450 meters djup, finns paket med fyra meter långa kopparrör omgivna av förkompakterade block av bentonitlera.

I försöken ska rören motsvara kapseln i slutförvaret och bentoniten den buffert av bentonitlera som ska omge kapslarna. Kopparrören har en diameter av tio centimeter och är försedda med elektriska värmeelement. Värmeelementen används för att simulera resteffekten från använt kärnbränsle.

### Buffertens roll i slutförvaret

Bentonit är ett slags lera som innehåller mineraler där flera platta skikt av lermineral är travade på varandra. Ursprungligen är leran bildad av vulkanisk aska. När bentonitleran kommer i kontakt med vatten sväller den.

I slutförvaret har bentonitbufferten bland annat till uppgift att:

- Hålla kapseln på plats så att den inte kommer i direkt kontakt med berget.
- Minska vattenflödet från bergets sprickor in till kapseln.
- Ta upp små rörelser från berget.

### Därför gör vi Lotförsöket

Syftet med Lotförsöket är att ta reda på hur i första hand bentonitlera uppför sig vid förhållanden som liknar dem i ett slutförvar för använt kärnbränsle. Speciellt viktigt är att leran sväller som avsett, samtidigt som den ska minska vattenflödet från berget in mot kapseln.

Den viktigaste frågan i Lotförsöket är om bentonitens egenskaper förändras under den tid som förvaret ska fungera, dvet vill säga omkring 100 000 år.

Under vissa förhållanden kan bentonitens egenskaper påverkas. Exempelvis kan höga salthalter påverka bentonitens svällförmåga och höga temperaturer leda till att lermineralen i den omvandlas till andra mineral. När vi analyserar slutförvarets säkerhet på lång sikt är det viktigt att ha kunskap om alla sådana förändringsprocesser.

### Vilka förändringar sker?

Under flera årtionden har vi undersökt dessa förändringsprocesser både i laboratorium och genom jämförelser med naturliga fyndigheter. Vi gör också försök under verkliga förhållanden. Lotförsöket är ett experiment som tillhör denna senare kategori. Eftersom Lotförsöket erbjuder en lämplig miljö för att undersöka även andra förändringsprocesser i slutförvaret gör vi också mindre försök i syfte att undersöka bakteriers aktivitet, överlevnad och rörelseförmåga i bentonit, omfattningen av kopparkorrosion samt hur transporten av vissa metalljoner sker i bentoniten.

### Så är försöket utformat

Som tidigare nämnts består ett försökspaket av ett omkring fyra meter långt kopparrör med diametern tio centimeter. Runt röret finns cylindriska ringar av förkompakterad bentonit. Ringarnas ytterdiameter är 30 centimeter.

Kopparrören är försedda med elektriska värmeelement, som ska simulera resteffekten från använt kärnbränsle. Något riktigt använt kärnbränsle används alltså inte i försöket.

Lotförsöket omfattade från början sex försökspaket. Enligt den ursprungliga planen skulle två paket värmas under omkring ett år, två stycken under cirka fem år och två stycken under ungefär tio år. Även tio år är naturligtvis en mycket kort tid jämfört med den tidsperiod på ungefär 100 000 år som förvaret ska fungera.

### Normala och accelererade förhållanden

Hälften av paketet utsätts därför för så kallade accelererade förhållanden. Bland annat är temperaturen (130°C) och koncentrationen av vissa ämnen förhöjd. Detta medför att förändringsprocesserna går snabbare.

Den andra hälften av paketet utsätts för normala förhållanden (90°C). De paket som utsätts



Lotförsöket består av paket med kopparrör omgivna av block av bentonitlera. Illustration: Jan Rojmar



Nyss upptaget Lotpaket.



Kopparrören i Lotpaketen är till-verkade i en annan kopparkvalitet än kapseln det går därför inte att dra några slutsatser om korrosion utifrån dessa.

### Rapporter

[TR-09-29](#)

[TR-00-22](#)

för 90°C benämns S-paket och de som utsätts för 130°C kallas A-paket.

En rad olika mätinstrument registrerar effekt, temperatur samt vattentryck och vatteninnehåll i bentoniten under försökets gång.

Två ettårsförsök, som omfattade paket A1 och S1, startade 1996 och avslutades 1998. Syftet med dessa var framför allt att fastställa buffertens egenskaper i samband med att bentonitleran mätades med vatten.

När paketen togs upp förstördes delar av paket A1. För att få en intakt försöksserie utökades därför serien med ett sjunde paket. Detta fick beteckningen A0 och installerades hösten 1999 tillsammans med de tidigare planerade paketen A2, A3, S2 och S3.

## Vad händer när paketen tas upp?

När försökstiden är slut tas paketen upp. Detta sker genom att hela paketet överborras och lyfts upp ur hålet. Därefter analyseras bentoniten på flera olika laboratorier.

Analys av bentonitens mineralogi har genomförts i av nio olika laboratorier i Sverige, Schweiz, Frankrike, Tyskland och Finland. Bakterieöverlevnad, kopparkorrosion och transport av radioaktiva ämnen har analyserats i Sverige.

I laboratoriet undersöker vi först och främst hur mineralen i bentonitleran förändras när de värms upp. Vi tittar på hur stabil bentonitlerans huvudbeståndsdel mineralet montmorillonit är, det vill säga i vilken utsträckning den har omvandlas till ett annat mineral – illit.

Detta kan ske om tillgången på kaliumjoner är hög. Natriumjonerna i bentoniten byts då ut mot kaliumjoner, varvid bentonitens struktur förändras så att svällegenskaperna blir sämre. Vi undersöker också om det finns andra mineral närvarande samt om det finns utfällningar av salt eller gips. Även detta kan påverka egenskaperna.

## Fungerar som filter

I slutförvaret ska bentonitleran fungera som ett filter och bromsa upp transporten av radioaktiva ämnen från en otät kapsel till omgivningen. Lösta ämnen kan transporteras i bentonitens stillastående porvatten genom diffusion. Därigenom rör sig ämnen från områden med högre koncentration till områden med lägre. Diffusionen leder till att de lösta ämnena omfördelas i porvattnet.

I Lotförsöket har bentoniten dopats med radioaktiva spårämnen (cesium-134 och kobolt-60) på olika ställen nära kopparrörets nedre delar. Genom att undersöka hur långt de radioaktiva ämnena har förflyttats sig vid försökstidens slut, kan vi få en uppfattning om diffusionsprocesserna i bentoniten.

## Kan bakterier överleva?

Vi är också intresserade av att undersöka om bakterier kan överleva i bentonit. Om sulfatreducerande bakterier kan överleva och föröka sig nära kapseln skulle detta kunna innebära en ökad risk för att kopparkorrosion. Sulfatreducerande bakterier producerar sulfid, som i sin tur kan bilda kopparsulfid om den kommer i kontakt med koppar. För att försäkra oss om att bufferten inte är en lämplig livsmiljö för bakterier finns det bakteriekolonier införda på olika ställen i bentoniten genom bakteriedopade bentonitpluggar.

Ett annat syfte med försöket är att studera kopparkorrosion. Ett antal välkarakteriserade kopparbitar, så kallade kopparkuponger, har därför placerats på olika ställen i bentoniten. Kopparkupongerna är framställda av samma kopparkvalitet som kapslarna ska tillverkas av. På en del av kopparkupongerna har vi droppat sulfidlösningar med sulfidproducerande bakterier.

Däremot kan vi inte dra några slutsatser om korrosion utifrån analyser av de kopparrör som finns innanför bentoniten. De är tillverkade av en helt annan kopparkvalitet. Utgångsläget för dessa är heller inte lika väl känt som för kopparkupongerna. Kopparrörets främsta uppgift i försöket är att avge koppar till bentonitleran, så att vi ska kunna se hur denna påverkas.

## Hur har det gått?

Hittills har fyra paket tagits upp: A1, S1, A0 och A2. Näst på tur står S2. Tidpunkten för detta är ännu inte bestämd. Beslut i frågan kommer förmodligen att fattas våren 2010. Resultaten från analyserna av paket A1 och S1 finns avrapporterade i TR-00-22.

Det grundläggande analysarbetet för paket A0 och A2 är avslutat och rapportering pågår. Båda rapporterna beräknas bli publicerade i slutet av 2009. De tre resterande försökspaket (S2, S3 och A3) fungerar enligt plan.

De preliminära resultaten från samtliga tester visar att:

- De mineralogiska förändringarna i bentoniten är små.
- De fysikaliska egenskaperna uppvisar inga stora förändringar. Undantaget är de reologiska egenskaperna, det vill säga hur bentoniten deformeras. Här visar laboratorieförsök att en kortvarig uppvärmning under ett dygn ger lika stora förändringar som en långtidsexponering i A2-försöket.
- Diffusionshastigheterna för cesium och kobolt är som förväntat jämfört med tidigare laboratorieförsök.
- Korrosionshastigheten för koppar är som förväntat jämfört med tidigare laboratorieförsök. Vi kan förklara all den koppar som frigjorts från kopparkupongerna med kända

korrosionsprocesser som orsakas av syre och sulfid. Försöket säger ingenting om någon eventuell korrosion under syrefria förhållanden.

- De sulfidhaltiga bakterielösningar som droppades på kopparkupongerna ger som förväntat ett initialt korrosionsangrepp. Angreppet har emellertid inte spridit sig, vilket tyder på att bakterierna inte överlevt.

## **Summary of experimental packages in the SKB LOT experiment - Johan Swahn, MKG - May 2009**

### **LOT A0**

Type: Main test

Purpose: Main test (replacement for parts of A1)

Temperature: 120<150 °C

Controlled parameter: Temperature (K+ potassium concentration, accessory minerals added, high pH from cement)

Intended test time: 1 year

Emplacement: Oct-Nov 1999

Removal: Nov 2001

Temperature on: Feb 2000

Temperature off: Oct 2001

Actual test time: ≈ 20 months

Copper content in clay: Max 0,1%: Annual report 2002, p 101

### **LOT A1**

Type: Chemistry, Pilot test

Purpose: Mineralogical alteration, Cementation, Salt enrichment (1996), Pilot (1997)

Temperature: 120<150 °C (actual 130 °C)

Controlled parameter: Temperature (K+ potassium concentration, accessory minerals added, high pH from cement)

Intended test time: 1 year

Emplacement: Nov 1996

Removal: Mar 1998

Temperature on: Nov 1996

Temperature off: Dec 1997

Moisture: Swelling pressure 4 MPa and full water saturation in Dec 1996

Actual test time: ≈ 13 months

Copper content in clay: Max 100 ppm ≈ 0,01%, TR-00-22, p 77

### **LOT S1**

Type: Reference, Pilot test

Purpose: Pilot test

Temperature: 90 °C (actual 90 °C)

Controlled parameter: Temperature

Intended test time: 1 year

Emplacement: Oct 1996

Removal: Feb 1998

Temperature on: Oct 1996

Temperature off: Dec 1997

Moisture: Swelling pressure 4 MPa and full water saturation in Dec 1996

Actual test time: ≈ 14 months

Copper content in clay: Max 100 ppm  $\approx$  0,01%, TR-00-22, p 77

### **LOT A2**

Type: Chemistry

Purpose: Mineralogical alteration, Cementation, Salt enrichment (1996)

Temperature: 120<150 °C

Controlled parameter: Temperature (K+, accessory minerals, pH)

Intended test time: 5 years

Emplacement: Oct-Nov 1999

Removal: Jan 2006

Temperature on: Feb 2000

Temperature off: Dec 2005

Actual test time: 5 years 9 months

Copper content in clay: Max 5000+ ppm  $\approx$  0,5%, A2 Draft report p 73 + App 6  
p 8

### **LOT S2**

Type: Reference

Purpose: Long-term performance test

Temperature: 90 °C

Controlled parameter: Temperature

Intended test time: ~ 5 years

Emplacement: Oct-Nov 1999

Removal:

Temperature on: Feb 2000

Temperature off:

Present test time (May 2009): 9 years 3 months

### **LOT A3**

Type: High temperature

Purpose: Long-term performance test - Temperature

Temperature: 120<150 °C

Controlled parameter: Temperature

Intended test time:  $\gg \beta \Omega$  5 years

Emplacement: Oct-Nov 1999

Removal:

Temperature on: Feb 2000

Temperature off:

Present test time (May 2009): 9 years 3 months

### **LOT S3**

Type: Reference

Purpose: Long-term performance test

Temperature: 90 °C

Controlled parameter: Temperature

Intended test time: ~ 20 years (-1997), >> 5 years (1998-)

Emplacement: Oct-Nov 1999

Removal:

Temperature on: Feb 2000

Temperature off:

Present test time (May 2009): 9 years 3 months



2019-11-19

Till: Strålsäkerhetsmyndigheten  
171 16 Stockholm  
[registrator@ssm.se](mailto:registrator@ssm.se)

Ert dnr: SSM2019-9556

## Uppföljning av frågor om kvalitetssäkring och redovisning av resultat från LOT-försöket

I en skrivelse till Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) den 24 oktober 2019 har föreningen Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) bett myndigheten svara på hur den kunskap om syrgasfri kopparkorrosion i en kärnbränsleförvarsmiljö som kan erhållas vid det nyligen genomförda upptaget av försökspaket i det s.k. LOT-försöket i Äspölaboratoriet ska kunna kvalitetssäkras och publiceras i närtid.

Den 5 november har kärnavfallsbolaget SKB lagt ut en nyhet om upptaget på sin hemsida. Nyheten bifogas som bilaga 1. Med anledning av den information som tillkommit i och med denna publicering finner MKG skäl att följa upp den förra skrivelsen. Föreningen tar upp ett antal punkter med synpunkter på hur kvalitetssäkring och snar publicering av de viktigaste resultaten ska kunna ske. Dessutom lyfter föreningen behovet att agera snabbt om inte viktig kunskap ska gå förlorad. Slutligen ger föreningen förslag på hur fortsatt forskning med nya LOT-försökspaket särskilt inriktade på studier av kopparkorrosion kan genomföras.

### *Vilka försökspaket har tagits upp och tillgång till driftsdata från dessa?*

I nyheten på hemsidan berättar kärnavfallsbolaget att det är två försökspaket som tagits upp, och inte ett paket som vore enklast att anta. Det är oklart vilka försökspaket det rör sig om, men det andra paketet som tagits upp är förmodligen S2, ett paket som uppvärmts till normal förvarstemperatur (90° C). Detta eftersom det står "S2" i filnamnet på bilden med den bildtexten. Det först upptagna paketet är då förmodligen A3, ett paket som uppvärmts till högre temperatur än förväntat i förvaret (110-130° C). Om det inte är detta försökspaket utan paketet S3 vid normal temperatur som är upptaget vore det anmärkningsvärt.

MKG föreslår att myndigheten i sin kvalitetsgranskning av upptaget av LOT-paketen inleder med att ta reda på vilka paket det är som tagits upp och exakt när upptagen är gjorda. I samband med detta bör myndigheten ta fram information om hur uppvärmningen av paketen fungerat. Dessutom bör driftsdata tas fram på den

temperatur som kopparkupongerna i försökspaketen utsatts för samt temperaturen på centralrören vid deras varmaste del under hela försökstiden.

#### *Kopparkvalitet i centralröret?*

Kärnavfallsbolaget SKB fortsätter i nyheten att poängtera att de anser att LOT-försöket i första hand är till för att studera lera och inte kopparkorrosion. Samtidigt är LOT-försöket det bästa svenska långtidsförsöket som gjorts där kopparkorrosion kan studeras. Bolaget har tidigare angett att den koppar som finns i centralröret inte är av exakt samma typ som den koppar som är tänkt att användas i kopparkapslarna i kärnbränsleförvaret och därför inte intressant att studera vad gäller kopparkorrosion. Men det är inte heller kopparkupongerna i LOT-försöket eftersom de är av ren koppar. Förmodligen är centralröret även av ren koppar.

Myndigheten bör ta reda på vilken kopparkvalitet det är i centralrören i LOT-försöken.

#### *Tillgång till allt bildmaterial*

Det finns en bild på en kopparkupong och två bilder på centralröret i nyheten på bolagets hemsida. Vid en första anblick ser kopparkupongen ut att vara utsatt för betydande kopparkorrosion. Det anges inte vid vilken temperatur kupongen varit utsatt för. Det anges heller inte vilka del av centralrören som kan ses i de andra bilderna.

Myndigheten bör se till att få hela bildmaterialet från upptaget av de två försökspaketerna. Särskilt intressant är bilder på alla kupongerna och på de varmaste delarna av de två centralrören. Myndigheten bör även säkra de bilder som finns på centralrörets varmaste del vid upptaget av LOT A2-paketet som gjordes i början av 2006.

#### *Agera kvickt för att inte kunskap ska gå förlorad*

Det är av yttersta vikt att kärnavfallsbolaget SKB nu inte förstör den kunskap om korrosion som kan finnas inte bara i kopparkupongerna utan även i de varmaste delarna av centralrören.

Myndigheten bör försäkra sig om att alla kuponger och de varmaste delarna av centralrören placeras i en torr och syrgasfri atmosfär om detta inte redan är gjort.

#### *Det finns viktig information om kopparkorrosion att få fram*

Kärnavfallsbolaget SKB anger på nyhetssidan att bolaget gör bedömningen "att analyserna av återstående försökspaket inte kommer att ge några avgörande nya resultat vad gäller kopparkorrosion".

Detta menar MKG är helt felaktigt. Tvärtom kan resultat om kopparkorrosion från de upptagna försökspaketerna ge avgörande besked om koppar är ett lämpligt kapselmaterial eller inte. Det som gör undersökningen av LOT-försöket, särskilt den uppvärmda delen av kopparröret, så viktigt är inte frågan om möjligheten att extrapolera korrosionen framåt så mycket som att förstå om det finns korrosion som inte är förväntad i säkerhetsanalysen. Och dessutom att se om det finns gropfrätning på ytan.

För att bolagets antagande om vilka korrosionsprocesser som påverkar koppar ska stämma så får det inte finnas särskilt djup korrosion. Om korrosionen är i samma storleksordning som i FEBEX-försöket, dvs kring 5 µm/år och totalt kring 100 µm i tydliga gropfrätningsgropar på röret som har funnits vid 90 grader i 20 år så är något väldigt fel. Det finns då ingen möjlighet att korrosionen beror på "instängt syre i försöket" utan då måste korrosionen förklaras. Och förklaringen måste vara en del av säkerhetsanalysen som fortfarande ska garantera långsiktig säkerhet.

Även om korrosionen inte är så hög så måste förklaringen att korrosion beror på "instängt syre i försöket" utredas. För upptaget av LOT A2 efter 6 år räckte allt syre i paketet nästan till för att förklara en korrosionshastighet (0,5 µm/år) som den som uppmättes på kopparkupongerna vid en temperatur på 30°. Tyvärr skadades kupongerna vid 75° så ingen korrosionshastighet kunde uppmätas. Och SKB har inte försökt uppskatta korrosionen av centralröret som var vid 110-130°. Men det är endast om alla instängda syrgasmolekyler når kopparytorna som det går att räkna hem korrosionen. I själva verket har endast en liket bråkdel av syret gjort det. Syret förbrukas snabbt av mikrober och kemi.

#### *Viktigt att resultaten redovisas så snabbt som möjligt*

Bolaget anger i hemsidesnyheten att "resultaten från LOT kommer att redovisas och hanteras i den fortsatta stegvisa tillståndsprövningen enligt kärntekniklagen och de blir därmed också föremål för Strålsäkerhetsmyndighetens granskning". Det betyder att bolaget inte avser att redovisa några resultat rörande kopparkorrosion från LOT-försöket förrän efter tillstånd för kärnbränsleförvaret erhållits. Detta menar MKG är helt orimligt, särskilt som processen fram till att regeringen tar ett slutligt tillståndsbeslut enligt kärntekniklagen kan ta 3-4 år. Att ta fram en betydande kopparkorrosionsanalys av kopparkupongerna och centralrörens varmaste del bör kunna göras på 6 månader. Att analysera kopparkorrosion tar kortare tid än att analysera lera. Dock bör det även analyseras hur mycket koppar som kommit in i lera för även detta kan ge en bild av den korrosion som har skett.

#### *Viktigt att resultaten tas fram av oberoende expertis*

Kärnavfallsbolaget skriver i hemsidesnyheten att "alla analysrapporter kommer att publiceras efter att de genomgått sedvanliga expertgranskningar och kvalitetsrutiner". Detta måste myndigheten ingripa i och se till att det inte är kärnavfallsbolagets normala publicering och "kvalitetssäkring" som sker, d.v.s. den som bolaget normalt gör för att se till att inga resultat som inte är gynnsamma för bolaget publiceras. Det är oerhört viktigt att inte endast Clay Technology och gruppen som leds av Claes Taxén på Rise KIMAB AB gör analyser eftersom dessa inte kommer att leda till vetenskapligt acceptabla redovisningar. Analyserna måste göras av från kärnavfallsbolaget oberoende expertis.

#### *Vilka ytterligare försök kan göras för att ge ännu mer kunskap?*

MKG anser att det är viktigt att ett nytt försökspaket påbörjas så fort som möjligt. Ett S-paket och ett A-paket, eller endast ett S-paket, sätts igång med samma centralrör och kopparkuponger. Det enda som behöver mätas är syrgasmängden i försöket. När denna når mycket låga nivåer, förmodligen efter någon eller några

månader tas paketen(et) upp och nivån på kopparkorrosion jämförs med tidigare upptagna paket. Det går då att se hur mycket korrosion som kommer från syre och hur mycket som kommer från andra korrosionsprocesser.

Dessutom bör ett antal nya försökspaket köras igång med huvudsyfte att undersöka hur mycket kopparkorrosion som sker med tiden.

#### *Avslutande ord*

MKG vill att Strålsäkerhetsmyndigheten SSM så snart som möjligt visar att myndigheten är beredd att vidta kraftfulla åtgärder för att se till att resultat av en bred analys av den kopparkorrosion som skett i LOT-försöket på ett kvalitetssäkrat sätt redovisas så fort som möjligt. Föreningarna och dess medlemsföreningar kommer att kräva att så sker redan innan ett regeringsbeslut om tillåtlighet av kärnbränsleförvaret kan ges.

Bästa hälsningar,



Johan Swahn

Kanslichef

070-467 37 31

johan.swahn@mkg.se

# Långtidsförsök lyft efter 20 år

SKB har nyligen brutit ett långtidsförsök av bentonitlera i Äspölaboratoriet i Oskarshamn. Bentonitleran ska fungera som en buffert i det framtida Kärnbränsleförvaret och skydda kopparkapseln nere i berget.

Flera veckor har det tagit, men nu är de uppe. Det handlar om två delar i ett långtidsförsök av bentonitlera som nu har lyfts upp från sina positioner 450 meter ner i berget, där de varit placerade i över 20 år. De två testpaketen ingår i försöket LOT, Long Term Test of Buffer Material, som syftar till att undersöka förändringar i bentonitleran i slutförvarförhållanden.

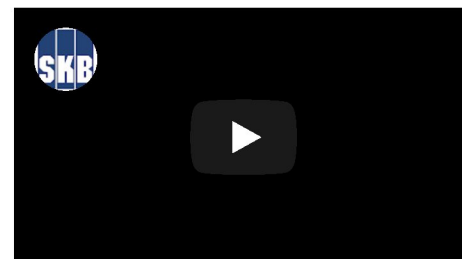
I det framtida Kärnbränsleförvaret ska bentonitleran fungera som en buffert mot korrosionsangrepp och mindre bergrörelser. I händelse av att någon kopparkapsel skadas har också leran en fördröjande effekt på utsläppet av radionuklider till det omgivande berget.

Det senaste paketet i LOT-försöket togs upp och analyserades 2006. Nu har det gått ytterligare 13 år och det huvudsakliga syftet med det nya upptaget är att se om de slutsatser som drogs om leran vid det tidigare tillfället fortfarande gäller.

– En övergripande slutsats den gången var att endast små mineralogiska förändringar hade skett i bentoniten som följd av vattenmättnaden och exponeringen för höga temperaturer, och att dessa förändringar inte hade lett till påtagligt försämrade fysikaliska egenskaper hos leran, säger Patrik Sellin, ansvarig för området buffertmaterial på SKB.

## Installerades på 90-talet

Mellan 1996 och 1999 installerades totalt sju försökspaket, vart och ett med ett centralt cirka 4 meter långt kopparrör omgivet av kompakterad bentonitlera. En elektrisk värmare inne i kopparröret har använts för att simulera resteffekten, värmen, från det använda bränslet. Tre försökspaket har utsatts för typiska förvarförhållanden och fyra försökspaket har utsatts för speciellt ogynnsamma förhållanden, framförallt förhöjd temperatur. Sedan tidigare är fyra paket återtagna och undersökta medan ett sista paket återstår för senare upptag.



### RAPPORTER

-  [TR-00-22](https://www.skb.se/publikation/17931/TR-00-22.pdf)  
(<https://www.skb.se/publikation/17931/TR-00-22.pdf>)
-  [TR-09-29](https://www.skb.se/publikation/1961944/TR-09-29.pdf)  
(<https://www.skb.se/publikation/1961944/TR-09-29.pdf>)
-  [TR-09-31](https://www.skb.se/publikation/2224202/TR-09-31.pdf)  
(<https://www.skb.se/publikation/2224202/TR-09-31.pdf>)
-  [TR-13-17](https://www.skb.se/publikation/2682520/TR-13-17.pdf)  
(<https://www.skb.se/publikation/2682520/TR-13-17.pdf>)

## Nyheter

### **Strålsäkerhetsmyndigheten godkänner ansökan att bygga ut SFR**

(<https://www.skb.se/nyheter/stralsak-godkanner-ansokan-att-bygga-ut-sfr/>)

SKB:s ansökan om att bygga ut det existerande slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall, SFR, i Forsmark har godkänts av Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM. Myndigheten har granskat ansökan..

**Publicerad: 23 oktober 2019**

Det innebär mycket arbete att bryta ett försök av den här typen. För att få upp testpaketen har man först behövt borra i berget runt paketen och sedan vadersåga i botten. Efter det har en kranbil lyft upp paketen och kört dem till testhallen ovan jord. Där har man spräckt loss det återstående berget runt bentoniten och avlägsnat instrumenteringen. Lerprover har sedan tagits och skickats iväg för analys. I videoklippet här intill går det att se de flesta momenten.

– Det är alltid spännande att ta upp och undersöka fältförsök, nästan lite högtidligt. Men det är svårt att jobba med bentonit, leran är så otroligt kompakt och svår att ta sig igenom när man ska få fram proverna, säger Johannes Johansson, SKB:s expert på kapselmateriel.

## Även kopparkomponenter

I bentonitleran har det även funnits tunna kopparbleck som också kommer att undersökas och analyseras, även om kopparkomponenterna inte är fokus i experimentet. Utvärderingar av redan tidigare uttagna paket i LOT-försöket visar att den uppmätta korrosionen av koppar överensstämmer med resultat från andra försök, samt med vad man på vetenskaplig grund kan förvänta sig av ett försök som detta. Mot den bakgrunden görs bedömningen att analyserna av återstående försökspaket inte kommer att ge några avgörande nya resultat vad gäller kopparkorrosion.

– Det ska ändå bli intressant att jämföra resultaten med tidigare liknande försök som gjorts av SKB och andra organisationer. Vi kommer att undersöka vilka korrosionsprodukter som bildats på kopparbitarna och hur mycket korrosion som skett, säger Johannes Johansson.

I laboratoriemiljö ska nu också analyser göras på mineralogiska förändringar i bentoniten, vattenkemi, densitet och svälltrycksfördelning. Det kommer att ta åtminstone ett par år innan alla analyser är färdiga och rapporterade.

Resultaten från LOT kommer att redovisas och hanteras i den fortsatta stegvisa tillståndsprovningen enligt kärntekniklagen och de blir därmed också föremål för Strålsäkerhetsmyndighetens granskning. Alla analysrapporter kommer att publiceras efter att de genomgått sedvanliga expertgranskningar och kvalitetsrutiner.

## **Nordiskt samarbete kring traineeprogram**

[\(https://www.skb.se/nyheter/nordisk-samarbete-kring-traineeprogram/\)](https://www.skb.se/nyheter/nordisk-samarbete-kring-traineeprogram/)

SKB söker en geovetare som vill bidra till att öka kunskapen om platsen Forsmark. Tjänsten ingår i ett traineeprogram som de nordiska energibolagen Vattenfall, Uniper,..

**Publicerad: 17 oktober 2019**

## **Hallå där, Peter Wass!**

[\(https://www.skb.se/nyheter/halladar-peter-wass/\)](https://www.skb.se/nyheter/halladar-peter-wass/)

SKB har nyligen lämnat in sin återkommande beräkning av kostnaderna för att ta hand om det radioaktiva avfallet från de svenska kärnkraftverken. Peter Wass är..

**Publicerad: 09 oktober 2019**

---

## ARKIV

**(HTTPS://WWW.SKB.SE/NYHETSARKIV/)**



Bentonitsegment taget från det första paketet som togs upp.



Dokumentation av prover från det andra paketet som togs upp.



Kopparprov som legat i bentonitleran i 20 år.

**Senast granskad:**



## YTTRANDE

Stockholm och Göteborg den 19 november 2019

**Till:**

Miljödepartementet  
103 33 Stockholm  
m.remissvar@regeringskansliet.se  
magnus.moreau@regeringskansliet.se  
anna.sanell@regeringskansliet.se

Miljödepartementets dnr: M2018-00217/Me  
och M2018/00221/Ke

**En andra komplettering av yttrandet från Naturskyddsföreningen, Jordens Vänner och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) rörande remisser i regeringens prövning av ansökningar av ett slutförvarssystem för använt kärnbränsle enligt miljöbalken (M2018-00217/Me) och kärntekniklagen (M2018/00221/Ke)**

Naturskyddsföreningen, Jordens Vänner och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) i fortsättningen benämnda *föreningarna*, har den 30 september 2019 yttrat sig i regeringens prövning av ansökningar av ett slutförvarssystem för använt kärnbränsle enligt miljöbalken (M2018-00217/Me) och kärntekniklagen (M2018/00221/Ke).

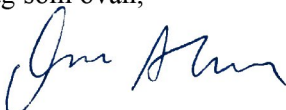
I en komplettering av yttrandet den 28 oktober 2019 har föreningarna informerat regeringen om att LOT-försöket i Äspölaboratoriet är upptaget och att en kvalitetssäkrad analys av den kopparkorrosion som skett i försöket kan ge regeringen ett viktigt, kanske avgörande, underlag i frågan om kärnbränsleförvaret i Forsmark ska ges tillåtlighet eller ej.

I kompletteringen informerades om att MKG den 24 oktober 2019 skickade en skrivelse till Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) för att formellt uppmärksamma myndigheten om upptaget. Skrivelsen bifogades kompletteringen. MKG och dess medlemsföreningar ville att SSM omedelbart agerar för att se till att tillräckliga resultat tas fram från LOT S2-paketet, av sökanden oberoende expertis, för att kunna visa om koppar är ett bra kapselmateriale eller inte för kärnbränsleförvaret.


Efter att mer information har framkommit om upptagningen av LOT-försöket har föreningarna följt upp skrivelsen till SSM med en ny skrivelse med mer detaljer av vad som måste göras för att analysera kopparkorrosionen i LOT-upptaget och varför det är viktigt. Uppföljningen bifogas som bilaga 1.

Föreningarna vill betona vikten av att resultaten från det nya LOT-upptaget finns tillgängliga för att regeringen ska kunna få ett fullgott beslutsunderlag för ett tillåtlighetsbeslut enligt miljöbalken.

Dag som ovan,



Oscar Alarik  
Chefsjurist, Naturskyddsföreningen  
Mobil: 070-611 32 29  
E-post: oscar.alarik@naturskyddsforeningen.se



Johan Swahn  
Kanslichef, MKG  
Mobil: 070-467 37 31  
E-post: johan.swahn@mkg.se