

NACKA TINGSRÄTT Avdelning 4
--------------------------------

YTTRANDE

Stockholm 2017-02-14

INKOM: 2017-02-14
MÅLNR: M 1333-11
AKTBIL: 486

Till:

Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt  
Box 1104  
131 26 Nacka Strand  
mmd.nacka@dom.se

Mark- och miljödomstolens mål  
nr M 1333-11

Strålsäkerhetsmyndigheten  
171 16 Stockholm  
registrator@ssm.se

Myndighetens dnr:  
SSM2014-1683, SSM2015-2519

### **Naturskyddsföreningens och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning andra yttrande till Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt och Strålsäkerhetsmyndigheten avseende ansökningar om ett slutförvarssystem för använt kärnbränsle (kärnbränsleförvarsmålet)**

Naturskyddsföreningen och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (nedan *föreningarna*) har i en underrättelse från Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt (nedan *domstolen*) i aktbilaga (nedan *ab*) 443 den 22 november 2016 beretts tillfälle att avge yttrande över Svensk Kärnbränslehantering AB:s (nedan *sökanden*) komplettering V och bemötande i sak (ab 425). Vidare har föreningarna i en underrättelse från domstolen den 23 november 2016 (ab 444) beretts tillfälle att avge yttrande över frågor ställda av domstolen rörande den vidare handläggningen av målet.

Föreningarna är även remissinstanser till Strålsäkerhetsmyndigheten (nedan *SSM*) över sökandens ansökningar enligt kärntekniklagen rörande en slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle samt en kombinerad anläggning för mellanlagring och inkapsling (Clink). Detta yttrande utgör en komplettering av yttrandet i sak till SSM över ansökningarna enligt kärntekniklagen.

Vad sökanden anför i ab 425 föranleder ingen ändring av föreningarnas inställning. Föreningarnas yrkanden kvarstår oförändrade.

Föreningarna anser inte att ansökan i och med komplettering V kan läggas till grund för avgörande i sak. Föreningarnas kompletteringsyrkande (se ab 335), så som det framställdes i bilaga till föreningarnas yttrande den 26 juni 2015 (se ab 336), kvarstår därför med den ändringen att punkterna 3.5, 8.1 och 12.5.1 utgår samt att punkterna 7.2.4, 7.2.5 och 7.2.6 tillförs nya yrkanden enligt [bilaga 1](#).

Föreningarna vill att Strålsäkerhetsmyndigheten till domstolen yttrar sig över de synpunkter som framförs i avsnitt 4 och 5.

### **1. Svar på frågor om samband mellan ansökningar och behov av samordnad prövning avseende verksamhet i Forsmark**

Föreningarna inleder med att lämna synpunkter med anledning av de frågor som domstolen ställt i ab 444. Frågorna rör dels om det finns samband mellan målen med mål nr kärnbränsleförvarsmålet,

artskyddsmålet (mål nr M 4617-13), SFR-målet (mål nr M 7062-14) och hamnmålet (M 6009-16), dels om det finns behov av samordnad prövning av ansökningarna i dessa nämnda mål.

### *1.1 Samband mellan SKB:s ansökningar*

Föreningarna anser att det finns geografiska, miljömässiga och tekniska samband mellan ansökningarna i SKB:s samtliga mål. Det geografiska sambandet är tydligt. I samtliga mål behandlas ansökningar som till viss del eller i sin helhet avser verksamheter i omedelbar anslutning till de kärntekniska anläggningarna i Forsmark.

Det geografiska sambandet medför att de ansökta verksamheterna i kärnbränsleförvarsmålet, artskyddsmålet och SFR-målet under anläggnings- och driftsfasen, i olika utsträckning, ger upphov till miljöpåverkan på samma skyddade områden och vattenförekomster genom bl.a. utsläpp, buller, skakningar och joniserade strålning. Det finns därför miljömässiga samband mellan samtliga SKB:s tillståndsmål.

### *1.2 Behov av samordnad prövning och gemensam huvudförhandling*

Inledningsvis vill föreningarna framföra att omfattande kompletteringar väntas i SFR-målet och målet är ännu inte kungjort. Mot denna bakgrund är det svårt att uttala sig om behovet av att samordna prövningen av det målet med övriga mål. De skäl som talar för en samordnad prövning av de övriga ansökningarna, i korthet de kumulativa effekterna av verksamheternas strålningspåverkan, påverkan på skyddade områden och arter samt vattenförekomster, gör sig dock gällande även i SFR-målet.

#### 1.2.1 Fullständig prövning av dispens från förbuden enligt artskyddsförordningen

Vad gäller behovet av att samordna prövningen av artskyddsmålet och kärnbränsleförvarsmålet vill föreningarna hänvisa till överklagandet av dispensbeslutet, ab 8 i artskyddsmålet. Nedan redogörs kort för de skäl som där angetts för att samordna målen.

Länsstyrelsen meddelade dispens och angav ”tvingande skäl som har ett allt överskuggande allmänintresse” som grund för dispensbeslutet, se 14 c § artskyddsförordningen. Dispens enligt artskyddsförordningen får endast lämnas om det inte finns någon annan lämplig lösning och dispensen inte försvårar upprätthållandet av en gynnsam bevarandestatus.

Föreningarna anser att länsstyrelsens motivering inte lever upp till EU-rättens krav på tillräcklig och noggrann motivering om avsaknad av lämpliga alternativa lösningar. Frågan om alternativa platsval och metoder för slutförvar och dess effekter på de skyddade arterna har inte bedömts av länsstyrelsen i beslutet om dispens.

Frågan om alternativa platsval och metoder för slutförvaret är svåra att bedöma inom ramen för en ansökan om artskyddsdispens. Dessa frågor avgörs inom ramen för prövningen av ansökan i kärnbränsleförvarsmålet enligt 2 kap. miljöbalken. Icke desto mindre måste en prövning av andra lämpliga lösningar göras i samband med dispensprövningen i artskyddsmålet. Av NJA 2013 s. 613 (Bungedomen) framgår att ”[e]n uppdelning av förfarandet får [...] inte genomföras på ett sådant sätt eller ges sådana verkningar att det hindrar en fullständig prövning”. Föreningarna har svårt att se att en fullständig prövning av frågan om dispens från förbuden enligt artskyddsförordningen i artskyddsmålet kan åstadkommas på annat sätt än att prövningen samordnas med kärnbränsleförvarsmålet.

### 1.2.2 Samlad prövning av påverkan på Natura 2000-områden

Föreningarna vill framhålla att domstolen måste bedöma de ansökta verksamheternas kumulativa effekter på berörda Natura 2000-områden. Högsta domstolen har i Bungedomen sammanfattat EU-domstolens rättspraxis på området enligt följande:

Den nationella myndigheten har att ta hänsyn till de kumulativa effekter som olika planer och projekt kan få för målsättningen att bevara Natura 2000-området och ska försäkra sig om att det inte uppstår någon långvarig skadlig inverkan på området. Alla aspekter av planerna och projekten ska identifieras med hjälp av bästa möjliga vetenskapliga information och kunnande. En prövning svarar inte mot kraven enligt art- och habitatdirektivet, om den innehåller brister eller saknar fullständiga, exakta och slutliga bedömningar och slutsatser.<sup>1</sup>

Föreningarna anser att en samordnad prövning har större förutsättningar att uppnå de högt ställda kraven på prövningen enligt art- och habitatdirektivet.

### 1.2.3 Samordnad prövning av risker för utsläpp av radioaktiva ämnen

Den kärntekniska verksamheten i Forsmarksområdet kommer att utökas avsevärt till följd av en nybyggnad av ett slutförvar för använt kärnbränsle och ett nytt mellanlager och slutförvar för låg- och medelaktivt radioaktivt avfall. Därutöver kommer transporter av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall via hamnen att öka. Samtliga dessa verksamheter ger upphov till risker för att joniserande strålning skadar människors hälsa och miljön. Oavsett om de olika ansökningarna prövas vid ett och samma tillfälle eller vid olika tillfällen måste de samlade riskerna av de ansökta verksamheterna och den kumulativa skada som dessa risker kan orsaka beaktas.

### 1.2.4 Transporter och följdverksamhet

Domstolen har frågat om det finns samband mellan ansökningarna avseende hamnverksamhet, landtransporter, sjötransporter och hantering av bergmassor samt hur följdverksamhet enligt 16 kap. 7 § miljöbalken ska avgränsas.

Hamnverksamheten är en följd av övriga ansökta verksamheter. De transporter som uppkommer till följd av ansökningarna i kärnbränsleförvarsmålet och SFR-målet kan med fördel samordnas med prövningen av hamnen i mål nr M 6009-16. I nu aktuella fall föreligger förutsättningar för att reglera transporter i tillståndsvillkor eftersom sökanden är densamma i samtliga mål. Sökanden har därför faktiska och rättsliga möjligheter att bestämma över förhållandena. Exempelvis bör villkoren för de kärntekniska anläggningarna innehålla villkor om att transporter ska ske via hamnen. För hamnverksamheten bör villkor föreskrivas för den mängd gods eller det antal sjöfartsrörelser som är anpassade efter det behov som anläggande och driften av de kärntekniska anläggningarna medför.

## *1.3 Sammanfattning*

Föreningarna anser att prövningen av ansökningarna i kärnbränsleförvarsmålet och artskyddsmålet bör samordnas och att målen bör tas upp till gemensam huvudförhandling. I övrigt överlämnar föreningen frågan om samordnad prövning av övriga mål till domstolen. Föreningarna anser dock att en samordnad prövning av SKB:s samtliga ansökningar ökar möjligheterna till att bedöma de kumulativa effekterna av de ansökta verksamheterna. Vad gäller de kumulativa effekterna på berörda Natura 2000-områden så anser föreningarna att Högsta domstolens uttalanden i Bungedomen tydligt talar för en samordning av fler mål än enbart kärnbränsleförvarsmålet och artskyddsmålet.

---

<sup>1</sup> NJA 2013 s. 613 p. 12

## 2. Behovet av prövning av strålsäkerhetsfrågor i miljöbalksmålet

Föreningarna har tidigare i målet yrkat att domstolen ska hantera strålsäkerhetsfrågor. Föreningarna vidhåller detta yrkande. Strålsäkerhetsfrågorna är en central del av miljöbalksprövningen och föreningarna anser att domstolen måste hantera dessa frågor i kärnbränsleförvarsmålet för att tillse att målet blir tillräckligt utrett och därmed ha möjlighet att fatta beslut i målet, baserat på ett fullgott underlag. Det finns inga formella hinder för domstolen att ta del av, bedöma och eventuellt meddela villkor om strålsäkerhetsfrågor i målet.

I ett mål av denna omfattning bör strålsäkerhetsfrågorna ingå i den offentliga process som miljöbalksprövningen utgör, dels för att säkerställa ett fullgott underlag, dels för att möjliggöra för remissinstanser och sakägare att ha synpunkter på dessa frågor, något som inte ges i samma utsträckning i SSM:s prövning av strålsäkerhetsfrågor. Utredningsplikten är mer omfattande i denna typ av mål, där de allmänna intressena väger tungt.<sup>2</sup>

Högsta domstolen har i Bungedomen också klargjort att det numera ställs högre krav på en fullständig utredning inför beslut om tillåtlighet. Varje fråga som kan inverka avgörande på tillåtighetsbeslutet måste således bedömas och bli föremål för en tillfredsställande konsekvensbeskrivning. Högsta domstolen har vidare förtydligat att prövningen inte heller kan delas upp på ett sätt som innebär att prövningen försvåras. Föreningarna anser att Högsta domstolens avgörande på flera sätt innebär att det nu ställs högre krav på utredningens fullständighet inför ett tillåtighetsbeslut.

Det är viktigt att domstolen får tillgång till allt underlag som är relevant i prövningen, att kraven om alternativa metod- och platsval utreds så att domstolen kan ta ställning till frågor kring bästa möjliga och tillgängliga teknik. Avgörande beståndsdelar ska inte lyftas ut i andra prövningar på ett sätt som gör att en allsidig prövning försvåras. Det är därför allvarligt att SKB vidhåller att vissa strålsäkerhetsfrågor ska förbehållas prövningen enligt kärntekniklagen. Föreningarna vill återigen betona att prövningen enligt kärntekniklagen och miljöbalken ska ske samordnat och parallellt (prop. 1997:98/90 s. 271).

## 3. Synpunkter på Strålsäkerhetsmyndighetens handläggning

Föreningarna har under prövningens gång framfört kritik mot att SSM inte följer kraven på en samordnad och parallell prövning enligt miljöbalken och kärntekniklagen. Frågor som är avgörande för långsiktig strålsäkerhet, bl.a. funktionen av de konstgjorda barriärerna (kopparkapslar och lerbuffert) riskerar med nuvarande agerande från SSM att kvarstå till efter regeringsprövningen.

På domstolens fråga om målet behövde kompletteras inför kungörelse svarade SSM i juni 2015 (ab 327) att ansökan bedömdes vara tillräckligt komplett för att strålsäkerheten skulle kunna bedömas. I juni 2016 i det första yttrandet i sak (ab 406) hade SSM en annan inställning. SSM anförde att SKB har förutsättningar att uppfylla kraven på säkerhet och strålskydd avseende uppförande och drift av slutförvarsanläggningen, inkapslingsanläggning och Clab samt långsiktig strålsäkerhet. Detta dock *under förutsättning* att SKB åtgärdar de brister och beaktar de förbättringsförslag som SSM identifierat i sin granskning. Dessa brister och förbättringsförslag utgör, enligt föreningarnas mening, allvarliga brister i ansökan som visar att målet inte är fullständigt utrett.

Föreningarna menar att SSM saknar ett fullgott underlag för att i den pågående miljöprövningen göra bedömningen att det finns förutsättningar för att slutförvaret kan uppnå tillräcklig strålsäkerhet. Den viktigaste bristen i underlaget består i frågor angående kopparkapselns integritet.

<sup>2</sup> "Ju starkare allmänt intresse, desto större utredningsansvar för myndigheten", SOU 1964:27, Besvärssakkunnigas slutbetänkande "Lag om förvaltningsförfarandet", s. 299. Se även Miljöbalkskommentaren till 22 kap. 11 § och förarbetena till miljöbalken beträffande aktiv materiell processledning och domstolens fulla utredningsskyldighet (prop. 1997/98:45, del 2 s. 240).

SSM:s underlag ger inte stöd för bedömningen att det finns förutsättningar att uppfylla strålsäkerhetskraven. SSM anger i sitt yttrande i sak den 29 juni 2016 (ab 406) på s. 5 att SSM har "identifierat behov av utvecklingsarbete beträffande SKB:s redovisning inför myndighetens granskning i kommande steg med avseende på beständighet i slutförvarets tekniska barriärer, i synnerhet kopparhöljets långsamma krypdeformation samt vissa korrosionsprocesser som kan påverka kopparhöljet."

SSM anger vidare på s. 5 i granskningsrapporten om långsiktig säkerhet (ab 411):

Inför SSM:s granskning av kommande steg i prövningsprocessen efter ett tillståndsbeslut behöver SKB redovisa ett utökat underlag gällande:

- scenarier som adresserar kvarvarande osäkerheter och dess konsekvenser med avseende på kopparhöljets långsamma krypdeformation samt vissa korrosionsprocesser som kan påverka kopparhöljet så som grop- och spänningskorrosion
- vetenskapliga studier för att ytterligare underbygga den experimentella och teoretiska förståelsen för processerna ovan
- redovisning av hur dessa scenarier och vetenskapliga studier har beaktas för att optimera tillverkning och detaljutformning för de olika komponenterna i slutförvarets barriärsystem.

Föreningarna menar att dessa frågeställningar i sig har sån vikt att SSM inte kan bedöma ansökan och de slutsatser som SKB redovisar om slutförvarets omgivningspåverkan. Således finns inte förutsättningar för sökanden att uppfylla myndighetens krav på långsiktig strålsäkerhet.

I granskningsrapporten om långsiktig säkerhet (ab 411) har föreningarna dessutom funnit att det finns ytterligare frågeställningar avseende kopparkorrosion som SSM inte har tillräcklig kunskap om. Föreningarna konstaterar att förutom grop- och spänningskorrosion anger SSM i granskningsrapporten att det finns brister i kunskap om saunaeffekten (som föreningarna beskriver mer i detalj i avsnitt 4.3 "Ny forskning angående saunaeffekten"), brister i kunskap om hur strålning påverkar korrosionsprocesser och brister i kunskap om hur väte från olika korrosionsprocesser kan påverka kopparkapsels sprödhet.

Föreningarna kan även konstatera att SSM i förordet till en nyligen publicerad rapport om spänningskorrosion<sup>3</sup> konstaterat att:

The results obtained in this study show that more research is needed in order to exclude SCC [stress corrosion cracking = spänningskorrosion] as a potential threat to long term safety of the planned repository for final storage of spent nuclear fuel. If SCC cracking of copper can occur in repository environments, margins with respect to radioactive release for the 50 mm of copper canister thickness need to be analysed thoroughly.

Furthermore, more research is needed for use of the concept with a SCC threshold value for tensile stress and sulphide concentration applied in this work and how these thresholds are related to repository conditions with respect to:

- the long exposure times and very low deformation rates of copper from the combined action of buffer material resaturation and copper creep rate need to be considered,
- the influence of experimental conditions like strain rate, chemical composition of the groundwater and temperature on SCC in copper need to be clarified,
- sulphide produced from microbial activity adjacent to the canister surface and how this may influence the sulphide concentration.

Additionally, the crack-like defects that were visible for copper specimens exposed to sulphide concentrations of  $1 \cdot 10^{-4}$  M requires more work in order to understand its origin. Another interesting

---

<sup>3</sup> SSM Rapport 2017-02, Becker & Öijerholm, "Slow strain rate testing of copper in sulphide rich chloride containing deoxygenated water at 90 °C", januari 2017, <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Rapport/Avfall-transport-fysiskt-skydd/2017/SSM-Rapport-2017-02.pdf>.

research area would be to investigate if ingress of hydrogen into the copper material occurs during corrosion of mechanically loaded copper in the sulphide rich environment.

Föreningarna konstaterar i avsnitt 4.1 ”Kopparkorrosionsprocesser i en syrgasfri miljö” att det pågår kopparkorrosionsprocesser i olika syrgasfria försök med koppar och lera som visar att sökandens teoretiska grund i ansökan vad gäller kopparkorrosion är fel. Eftersom SSM, i sin analys av ansökan, utgår från samma modell måste myndighetens analys av möjligheten för kopparkapsels funktion göras om från grunden.

Föreningarna visar dessutom i avsnitt 4.3 ”Ny forskning angående saunaeffekten” att det är mycket möjligt att den s.k. saunaeffekten innebär att det kan bli omfattande korrosion av kopparkapslarna redan inom några hundra år. Även detta har SSM inte tagit tillräcklig hänsyn till i analysen av slutförvarets långsiktiga strålsäkerhet.

Föreningarna menar att det ovanstående gör att SSM i dagsläget inte kan göra bedömningen att det finns förutsättningar för att slutförvaret kan bli långsiktigt säkert.

## **4. Nya uppgifter angående kopparkapselns integritet**

### *4.1 Kopparkorrosionsprocesser i en syrgasfri miljö*

Föreningarna har i flera yttranden framfört krav på att sökanden behöver redovisa hur snabbt innesluten syrgas förbrukas i slutförvaret efter att det förslutits<sup>4</sup>. Sökanden har ännu inte besvarat detta.

Kunskapen behövs för att säkerhetsanalysen ska bli riktig i beräkningen av hur mycket kopparkorrosion som orsakas av syre som kan ske innan syret förbrukas. Men även om syret skulle finnas kvar i många år är detta ändå en relativt ointressant frågeställning. Detta eftersom den totala korrosionen från den inneslutna syrgasen ändå blir obetydlig i relation till kopparkapselns tjocklek. När syrgasen tar slut ska kopparkorrosionen i kapslarna i stort sett avstanna.

Det viktigaste skälet för att ha kunskap om hur snabbt syrgas förbrukas när slutförvaret förslutits är att det genom dessa uppgifter är möjligt att, på ett korrekt vetenskapligt sätt, tolka de försök som genomförts med lera och koppar i en slutförvarsmiljö. Om kopparkorrosion fortsätter med en relativt hög korrosionshastighet när syrgasen är förbrukad innebär det att sökandens teoretiska grund för kopparkorrosionsprocesserna i slutförvaret är felaktig.

Sökanden har i ett avsnitt i en underlagsrapport till säkerhetsanalysen SR-Site (SKB TR-11-01, ab 12) angett att det kan ta allt ifrån 10 till 300 år för slutförvaret att bli syrgasfritt<sup>5</sup>. I samma avsnitt anges dock att det finns teoretiskt och experimentellt stöd för att syrgas förbrukas snabbt i lera. Det senare betyder dock inte att sökanden drar slutsatsen att syrgasen snabbt förbrukas i slutförvaret så att korrosionen från innesluten syrgas blir försumbar. I stället genomförs beräkningar som visar att även om det finns syrgas i slutförvarssystemet under lång tid, upp till 100 år, blir korrosionen från syrgas ändå liten relativt tjockleken på kopparkapseln. Genom detta agerande lämnar sökanden frågan om hur snabbt slutförvaret blir syrgasfritt hängande i luften.

---

<sup>4</sup> För en sammanfattning av yrkanden i kompletteringsfasen rörande behovet av försök som visar hur snabbt slutförvaret blir syrgasfritt se avsnitt 7.2.2 på ss. 94-96 i bilagan med yrkanden om kompletteringar i föreningarnas yttrande till domstolen och SSM den 26 juni 2015 (ab 336). Sökanden har ännu inte besvarat detta kompletteringskrav. Frågan om vikten av att det finns kunskap om hur snabbt slutförvaret blir syrgasfritt tas upp på s. 10 i föreningarnas första yttrande i sak den 31 maj 2016 (ab 401).

<sup>5</sup> Se avsnitt 3.5.4 på s. 103, fjärde stycket i SKB-rapporten TR-10-46, ”Fuel and canister process report for the safety assessment SR-Site”, Svensk Kärnbränslehantering AB, December 2010.  
<http://www.skb.se/upload/publications/pdf/TR-10-46.pdf> .

Sökanden har dessutom publicerat resultat från ett försök som visar att syrgas i lera förbrukas relativt snabbt. I MiniCan-försök i Äspölaboratoriet genomfördes mätningar som visade att syrgasen i experimentpaketen förbrukades redan efter någon månad<sup>6</sup>. Dessa försöksresultat har emellertid inte påverkat sökandens slutsatser.

Föreningarna har i tidigare yttranden redovisat att det finns ett antal försök gjorda av sökanden på koppar och lera för att studera hur koppar beter sig i en slutförvarsmiljö<sup>7</sup>. Genomgående visar dessa experiment på relativt höga kopparkorrosionshastigheter. För att förklara korrosionen antar sökanden det att det finns syrgas i försöken som under hela tiden försöket pågår kan orsaka korrosion av kopparytor. Om så inte är fallet måste det finnas andra kopparkorrosionsprocesser än de som teoretiskt antas kunna ske i den säkerhetsanalys som den nuvarande ansökan bygger på. Föreningarna anser att det redan är visat att syrgasen som funnits i dessa försök har försvunnit inom någon månad och att försöken, som pågått allt ifrån 1 till 8 år har varit syrgasfria under den största delen av försöken. Den betydande kopparkorrosion som skett har därför inte orsakats av innesluten syrgas. Föreningarna anser således att sökandens teoretiska grund i ansökan för hur kopparkorrosion sker i slutförvaret är felaktig.

Föreningarna redovisar nedan ny kunskap som visar att det inte går att räkna med att slutförvaret i lera eller vatten innehåller syrgas längre än någon månad efter tillslutning av förvaret. Samma situation gäller då för alla de försök som genomförts med koppar och lera i en slutförvarsmiljö. Det betyder att i alla de försök som visar på kopparkorrosion som pågår efter någon månad in i försöket visar att det finns kopparkorrosion i en syrgasfri miljö som inte ska finnas enligt sökandens teoretiska antaganden för slutförvarets säkerhetsanalys. Ett särskilt viktigt exempel är att den oväntat höga kopparkorrosionen som ägde rum i det femåriga försökspaketet S2 i sökandens LOT-projekt i Äspölaboratoriet som alltså inte är orsakad av syrgas som sökanden påstår. Samma sak gäller den uppmätta kopparkorrosion som pågått under åtta år i sökandens försök med benämningen prototypförvaret. Denna uppmätta kopparkorrosion är inte heller orsakad av syrgas.

#### 4.1.1 FE-experimentet

Den nya kunskapen kommer från ett nytt storskaligt försök genomfört under ledning av den schweiziska slutförvarsorganisationen NAGRA. Försöket heter Full-Scale Emplacement Experiment (FE) och genomförs vid schweiziska underjordslaboratoriet Mont Terri<sup>8</sup>. I försöket har tre långa stålkapslar med värmare placerats horisontellt liggande i en tunnel som sedan fyllts med bentonitlera. Avsikten är att undersöka hur kapslarna och leran fungerar i ett långsiktigt försök. Tunneln är över 40 m lång tillsluten och med en betongplugg. Till skillnad från hur sökanden har genomfört sina försök i Äspölaboratoriet har syrgashalten i leran i tunneln mätts efter tillslutningen genom att sex sensorer för att mäta syrgas placerats i tunneln. I figuren på nästa sida finns mätningarna redovisade. Resultaten visar att syrgasen förbrukas på några veckor. Detta trots att det är fråga om mycket stora volymer lera.

---

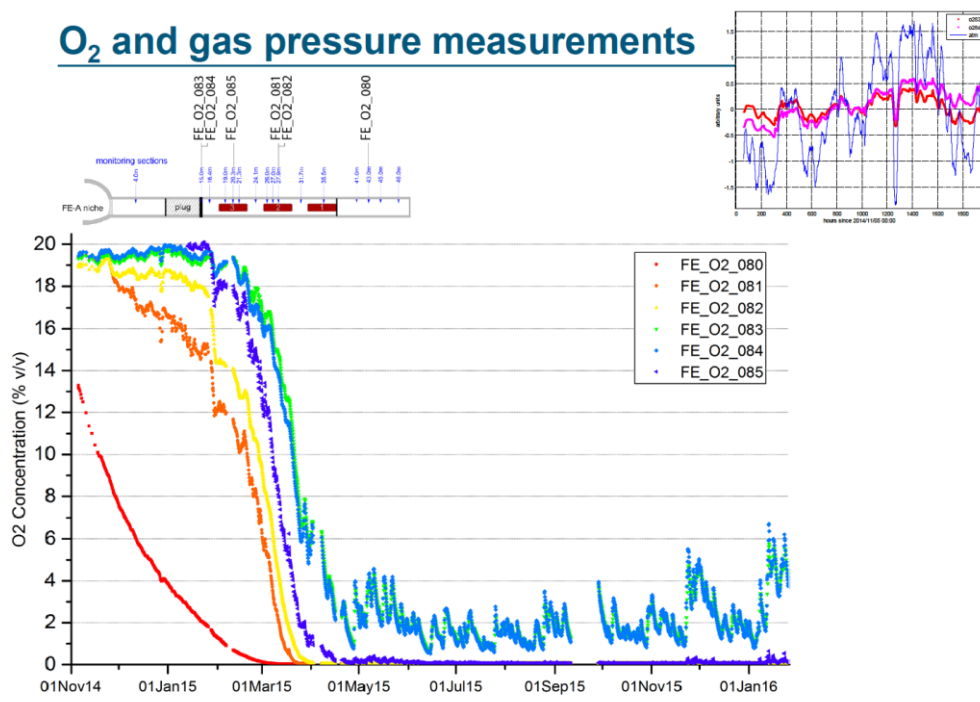
<sup>6</sup> Se avsnitt 6.3 på ss 48-54 i SKB-rapporten TR-09-20 ”Miniature canister corrosion experiment – results of operations to May 2008”, Smart & Rance, Svensk Kärnbränslehantering AB, July 2009. Det är mätvärdena för  $E_h$  som på någon eller några månader sjunker till värden som anger att försöket är syrgasfritt.

<sup>7</sup> Se t.ex. avsnitt 3.1 på ss. 7-11 föreningarnas första yttrande i sak den 31 maj 2016 (ab 401).

<sup>8</sup> Försöket och vissa preliminära resultat finns i en presentation vid DOPAS-seminariet som ägde rum i maj 2016 i Finland. [http://www.mkg.se/uploads/Full-Scale\\_Emplacement\\_\(FE\)\\_Experiment\\_Presentation\\_DOPAS\\_Conference\\_Finland\\_160526.pdf](http://www.mkg.se/uploads/Full-Scale_Emplacement_(FE)_Experiment_Presentation_DOPAS_Conference_Finland_160526.pdf)

Figuren finns på sidan 20 i presentationen. En rapport med resultaten kommer att publiceras under 2017.

## O<sub>2</sub> and gas pressure measurements



Föreningarna anser att om syrgas förbrukas i deponerad lera i de volymer som är aktuella i FE-experimentet måste det anses klargjort att syrgas förbrukas mycket snabbt även i de försök som genomförts av sökanden med koppar och lera. Troligtvis gäller samma sak i de försök med koppar och lera som genomförs i laboratorium. Detta betyder att om det förekommer kopparkorrosion efter några veckor eller högst en månad i ett försök med koppar och lera härrör korrosionen inte från syrgas.

Föreningarna anser mot denna bakgrund att prövningsmyndigheterna måste ta denna fråga på allvar. Om den betydande korrosion som pågått i t.ex. LOT-försöket och prototypförvaret inte kommer från innesluten syrgas så finns det således andra kopparkorrosionsprocesser som orsakar betydande korrosion i slutförvarsmiljön. Dessa processer har sökanden inte tagit hänsyn till i säkerhetsanalysen för slutförvaret. För bedömningen av strålsäkerheten skulle det exempelvis vara värdefullt att undersöka huruvida vattenmolekyler reagerar med kopparytan<sup>9</sup>.

### 4.1.2 Behov av att SSM uppdaterar sitt underlag för granskning av kopparkorrosionsfrågor

Föreningarna konstaterar att SSM i del 2 av sin granskningsrapport om långsiktig säkerhet (ab 411) hanterar frågan om hur snabbt slutförvaret blir syrgasfritt<sup>10</sup>. SSM:s hantering av frågan i granskningsrapporten bygger i stort sett på antagandet att det finns syrgas i slutförvaret under en längre tid efter förslutning. Samtidigt skriver myndigheten att:

SSM anser att SKB behöver genomföra en utförligare analys av vilka tidsintervall som kan komma ifråga med avseende på exponering av kapselytorna i en oxiderande miljö. Detta bör kunna åstadkommas med en integrerad analys av kopplingen mellan kapselkorrosion och andra

<sup>9</sup> Föreningarna hänvisar till de omfattande synpunkter som förts fram i samrådet inför ansökan, i kompletteringsfasen av miljöprövningen och i sakprövningen rörande kopparkorrosion från vatten i en syrgasfri slutförvarsmiljö. Denna korrosionsprocess är både teoretiskt och experimentellt bekräftad och kan leda till kopparkorrosion i slutförvarsmiljön när syret förbrukats.

<sup>10</sup> Se s. 315-316 och s. 319-320 i ab 411



syreförbrukande kemiska och biologiska processer liksom även transportprocesser i återfyllda deponeringstunnlar och deponeringshåll.

Vidare framför SSM att:

Det finns dock inte tillräcklig information för att göra några säkra förutsägelser kring hur länge oxiderande betingelser kvarstår invid kapselytan eller för att ta fram en sannolikhetsfördelning kring korrosionsangreppens omfattning. Dessutom anser SSM att SKB inte heller har beaktat i vilken omfattning gropkorrosion för koppar under oxiderade förhållanden kan inträffa. SKB behöver i kommande steg av sitt program genomföra verifierande mätningar av syrekonsumtion i tillänkta kandidatmaterial. SKB behöver utvärdera syrekonsumtion i en demonstrationstunnel och ta fram acceptanskriterier för återfyllnadsmaterial med avseende på syreförbrukning. Det är vid behov möjligt att påverka syreförbrukningen för att säkerställa att korrosionsangreppen inte blir för omfattande.

SSM tar frågan om hur snabbt syrgas förbrukas i slutförvaret på visst allvar men har inte tagit till sig att syrgasen förbrukas i stort sett momentant efter tillslutning. Om det finns syrgas i luftfickor i deponeringshåll eller deponeringstunnel kommer denna att förbrukas i kontakt med lera och vatten och kommer aldrig att nå kopparkapselns yta. SSM:s hela analys av denna fråga måste göras om, men framförallt måste SSM på allvar ta till sig att den betydande kopparkorrosion som pågår i olika försök med koppar och lera inte orsakas av syrgas som sökanden anger utan måste vara orsakade av en korrosionsprocess som sökanden inte har tagit hänsyn till i sin säkerhetsanalys för slutförvaret.

Föreningarna har under prövningen av ansökan upprepade gånger försökt uppmärksamma SSM på att sökandens hantering av vilka kopparkorrosionsprocesser som äger rum i slutförvaret inte är riktig. En sista betydande insats gjordes under våren 2015 vilket redovisas i bilaga 1 och bilaga 2 till bilagan med yrkanden om kompletteringar (ab 336) till föreningarnas yttrande den 29 juni 2015 om behov av kompletteringar av ansökan (ab 335). Bilaga 2 är en kommentar till SSM:s projekt att granska kvaliteten på sökandens kopparkorrosionsforskning. Ett helt avsnitt i ett e-postmeddelande till SSM den 19 februari 2015 från Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) handlar om att den kopparkorrosion som sker i olika korrosionsförsök är till största delen syrgasfri.

MKG följde upp frågan om hur snabbt olika försök blir syrgasfria i ett e-postmeddelande till SSM den 19 oktober 2015. I slutrapporten från SSM:s kvalitetsgranskning av sökandens kopparkorrosionsforskning framgick tydligt att granskaren som SSM anlitat för i sin utvärdering utgick från sökandens påstående att all den kopparkorrosion som pågick i olika försök var från syrgas. MKG påpekade att detta var ett felaktigt antagande. Kvalitetsgranskningen var därmed inte fullgod. MKG avslutade e-postmeddelandet med att ställa två frågor till SSM:

1. Anser SSM<sup>11</sup> att den kopparkorrosion som skett i LOT A2-försöket är oxisk och kan förklaras på det sätt som SKB anger i sina rapporter och som Hicks har accepterat i sin rapport?
2. Avfärdar SSM synen att syre i olika försökspaket i Äspölaboratoriet relativt snabbt förbrukas av bakterier och att försökspaketerna därmed kan anses vara i en anoxisk miljö efter en relativt kort tidsperiod (senast efter några månader i de flesta fall)?

Om svaret på någon av ovanstående frågor är "ja" vill MKG ha SSM:s motivering av ställningstagandet.

E-postmeddelandet finns bifogat som bilaga 2. SSM har ännu inte besvarat frågorna.

Föreningarna anser att det är viktigt att SSM klargör sin syn rörande hur snabbt slutförvaret blir syrgasfritt och vad detta betyder för tolkningen av kopparkorrosionsprocesserna som sker i olika försök.

Föreningarna vill även påpeka att eftersom det är fullt möjligt att det bildas oxider hydroxider på kopparytan under en mycket lång tidsperiod om vatten reagerar med kopparytan måste SSM:s analys av

---

<sup>11</sup> Det står "Anser SKB ..." i e-postmeddelandet men det är uppenbart att det är SSM som avses.

flera andra korrosionsprocesser som påverkas av närvaron av oxider t.ex. lokal korrosion (spaltkorrosion, gropkorrosion, bastueffekten, strålningsinducerad korrosion) och spänningskorrosion göras om. Det betyder att de avsnitt som rör kapselns integritet i SSM:s granskningsrapport om långsiktig säkerhet (ab 411) som var ett underlag till myndighetens yttrande i sak den 29 juni 2016 måste arbetas om utgående från att syrgasfrihet uppstår snabbt i slutförvaret och att det ändå bildas oxider och hydroxider på kopparytan.

#### *4.2 Nya möjligheter att få kunskap om syrgasfri kopparkorrosion*

Föreningarna arbetar löpande med att söka upp källor till kunskap om kopparkorrosion i en syrgasfri slutförvarsmiljö. Kunskap om att alla experiment med koppar och lera påverkas av korrosionsprocesser från syrgas högst i några veckor upp till någon månad gör det möjligt att tolka om slutsatserna från många gamla experiment. Men det är minst lika viktigt att ta del av resultaten av pågående experiment.

I detta avsnitt presenterar föreningarna några försök som ger fler möjligheter att få kunskap om syrgasfri kopparkorrosion. Det är särskilt viktigt att SSM ser till att utnyttja dessa möjligheter samt vid behov ser till att kvalitetssäkra arbetet med att utvärdera försöken.

##### 4.2.1 Schweiziska FEBEX-experimentet

I ett försök lett av den schweiziska slutförvarsorganisationen NAGRA vid underjordslaboratoriet Grimsel i Schweiz<sup>12</sup> har det genomförts försök med kopparbitar i lera i 18 år i en slutförvarsmiljö. Kopparbitarna analyseras för närvarande för att undersöka hur de påverkats vad gäller korrosion.

Försöket heter FEBEX och har huvudsakligen handlat om att undersöka uppvärmda stålkapslar omgivna av lera i en tunnel. Försöket påbörjades i mitten av 1990-talet, stålkapslarna började värmas upp 1997 och försöket avslutades 2015.

I bilaga 3 finns en e-postkorrespondens mellan Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) och projektledaren för försöket. Kopparbitarna som funnits i försöket kommer att analyseras av företaget Tecnalia i Spanien. Utvärderingen av resultaten kommer att göras av universitetet i Bern. Ett utkast till rapport kommer att finnas tillgänglig under andra halvan av 2017.

Eftersom det nu är fastställt att experimentet har varit syrgasfritt under hela försöksperioden finns det här en möjlighet att få veta hur mycket syrgasfri kopparkorrosion ägt rum efter 18 år. Det är viktigt att resultatet av försöket kvalitetssäkras så att det utvärderas och publiceras på ett vetenskapligt sätt, särskilt eftersom sökanden är en av de deltagande organisationerna i projektet.

##### 4.2.2 MiniCan-försöket

Sökanden har hösten 2015 återtagit ytterligare två försökspaket i försöket Minican som utförs i Äspölaboratoriet vid Oskarshamns kärnkraftverk. Försöket har varit syrgasfritt efter någon månad efter installationen gjordes 2006.

På s. 129 i forskningsrapporten Fud-2016 skriver sökanden<sup>13</sup>:

Hösten 2015 återtog ytterligare två försökspaket från MiniCan-försöket på Äspölaboratoriet. Analysarbetet pågår under 2016 och omfattar bland annat undersökning av spänningskorrosion i kapselmateriell, samt böjda och förspräckta prover av koppar, på liknande sätt som för den tidigare upptagna kapsel 3.

<sup>12</sup> Försöket beskrivs på hemsidan <http://www.grimsel.com/gts-phase-vi/febex-dp/febex-dp-introduction> .

<sup>13</sup> Fud-program 2016: Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall, september 2016, <http://www.skb.se/publikation/2484681/Fud%202016.pdf> .

Även om SKB anser att kunskapsläget om mekanismer för spänningskorrosion i huvudsak är tillräckligt för analys av säkerhet efter förslutning, kommer insatser att göras för att beräkna konsekvenser av eventuell spänningskorrosion.

I försökspaketen finns ett flertal prover av koppar som varit i en syrgasfri slutförvarsmiljö i nio år. Paketeten innehåller lera med olika kompaktering förutom ett paket som bara innehåller grundvatten. Även om frågan om spänningskorrosion som nämns ovan är av visst intresse är det ännu viktigare att undersöka hur omfattande kopparkorrosionen i den syrgasfria miljön har varit. Enligt uppgift från SSM:s kvalitetsgranskning av sökandens kopparkorrosionsförsök är det försökspaket 4 och 5 som brutits<sup>14</sup>. Det betyder att det är försöken med kompakterad lera och med endast grundvatten som kommer att analyseras vilket bör kunna ge de mest intressanta resultaten rörande kopparkorrosionshastigheter i syrgasfri miljö. Vid brytningen av försökspaket nummer 3 som avrapporterades under 2012 var det stora mängder sulfider i miljön vilket gjorde det svårt att tolka korrosionen av koppar. Förhoppningsvis är detta inte fallet i de aktuella försökspaketeten. Samtidigt ger en analys av korrosionsprodukterna en bra bild av om det pågått syrgasfri kopparkorrosion orsakad av vattenmolekyler eller inte. De mätningar som pågått på försökspaketen ger tecken på att det förekommit omfattande kopparkorrosion trots att försökspaketeten varit syrgasfria<sup>15</sup>.

Trots att analysarbetet av de upptagna provpaketeten nu borde vara klar och resultaten redo att publiceras har sökanden inte publicerat dem. Föreningarna anser att det är viktigt att SSM ser till att resultaten från analyserna publiceras så fort som möjligt. Dessutom bör SSM se till att analysen och publiceringen av resultaten kvalitetssäkras så att all den kunskap som kan fås ur experimenten och som är av vikt för att förstå hur koppar beter sig i en slutförvarsmiljö offentliggörs.

#### 4.2.3 LOT-projektet

Föreningarna har i kompletteringsfasen i miljöprövningen yrkat om att sökanden ska ta upp och redovisa resultaten av analysen av försökspaketet S2 i det LOT-projekt som sökanden driver vid Äspölaboratoriet vid Oskarshamns kärnkraftverk<sup>16</sup>. Frågan har även tagits upp på sidan 3 i ett särskilt yttrande som föreningarna skickade till domstolen och SSM den 14 december 2015 (ab 344).

På s. 175 i forskningsrapporten Fud-2016 anger sökanden<sup>17</sup>:

Det pågående LOT-försöket (LOT, Long Term test of bentonite) vid Äspölaboratoriet syftar till att identifiera och kvantifiera mineralogiska förändringar i bentoniten som följd av exponering för en förvaringsliknande miljö. Dessutom undersöks relaterade processer i bentoniten som rör kopparkorrosion, diffusion av katjoner, samt överlevnad och aktivitet hos bakterier. Avsikten är att ta upp och undersöka ett ytterligare bentonitpaket från LOT under denna Fud-period.

Föreningarna konstaterar att försökspaketet LOT S2 ursprungligen skulle tagits upp så fort analysen av försökspaketet LOT A2 genomförts. LOT A2 togs upp i början av 2006, men redovisades inte i en rapport förrän hösten 2009, delvis p.g.a. att sökanden hade problem med att förklara den oväntat höga

---

<sup>14</sup> Se sidan 11 i SSM Report 2015:29 Technical Note 80, "Quality Assurance in SKB's Copper Corrosion Experiments", Hicks, Strålsäkerhetsmyndigheten, juli 2015 <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Rapport/Technical%20Note/2015/SSM-Rapport-2015-29.pdf>.

<sup>15</sup> SKB Report P-14-19, "Miniature Canister (MiniCan) Corrosion experiment Progress report 5 for 2008–2013", Smart et al., Svensk Kärnbränslehantering AB October 2015 <http://www.skbc.com/publication/2482103/P-14-19.pdf>.

<sup>16</sup> Se avsnitt 7.2.9 på ss. 122-129 i bilagan med yrkanden om kompletteringar till föreningarnas yttrande den 26 juni 2015 (ab 336).

<sup>17</sup> Fud-program 2016: Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall, september 2016, <http://www.skbc.se/publikation/2484681/Fud%202016.pdf>

kopparkorrosionshastighet som uppmättes vid analysen. Därefter har sökanden inte velat ta upp nästa försökspaket som är LOT S2. Föreningarna menar att det allt talar för att försökspaketet, som varit i en syrgasfri miljö i 17 år, kommer att uppvisa omfattande korrosion. Detta kommer att visa att koppar inte är ett fungerande kapselmaterial.

Föreningarna anser att SSM ska se till att LOT S2-paketet tas upp så fort som möjligt och se till att analysen och publiceringen av resultaten kvalitetssäkras så att all den kunskap som kan fås ur experimenten och som är av vikt för att förstå hur koppar beter sig i en slutförvarsmiljö offentliggörs.

#### 4.2.4 Resultat från Finland

Föreningarna har uppmärksammat på att det i Finland under 80- och 90-talen genomfördes försök i laboratorium på koppar och lera. Resultaten publicerades i rapporterna:

Report YJT-90-07, Aaltonen, Pertti. "Corrosion of pure OFHC-copper in simulated repository conditions - Part 2", Voimayhtiöiden Ydinjätetoimikunta (Nuclear Waste Commission of Finnish Power Companies), 1990<sup>18</sup>

Report YJT-93-05, Aaltonen & Varis - Long term corrosion tests of OFHC-coppers in simulated repository Aaltonen, Pertti & Varis, Päivi. Long term corrosion tests of OFHC-coppers in simulated repository conditions. Final report, Voimayhtiöiden Ydinjätetoimikunta (Nuclear Waste Commission of Finnish Power Companies), 1993<sup>19</sup>

Resultaten från försöken är svårtolkade, troligen eftersom de genomfördes med bristande kunskap om vilka faktorer som är viktiga att kontrollera vid genomförandet. Försöken liknar de som genomförts vid BGR (se nedan) och det är denna typ av försök som föreningarna i kompletteringsfasen yrkat om att sökanden ska genomföra<sup>20</sup>.

#### 4.2.5 Kommande artikel om försök på koppar och lera i en syrgasfri miljö

I föreningarnas yttrande från den 31 maj 2016 (ab 401) beskrevs i not 7 att forskaren Stephen Kaufhold och medarbetare vid det statliga tyska forskningsorganet Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) genomfört försök på koppar och lera i en syrgasfri miljö där det förekommit kopparkorrosion trots frånvaron av syre. Resultaten kommer inom den närmaste tiden att publiceras i den vetenskapliga tidskriften "Corrosion Engineering, Science and Technology". Artikelnen heter "Reaction of native copper in contact with pyrite and bentonite in anaerobic water at elevated temperature" och författare är Kaufhold, S., Dohrmann, R. och Gröger-Trampe, J.

Föreningarna anser att SSM särskilt bör betrakta dessa resultat i bedömningen av vilka korrosionsprocesser som pågår i en syrgasfri miljö med vatten och lera.

Föreningarna anser att det är anmärkningsvärt att sökanden inte genomfört liknande experiment i laboratorium. Föreningarna har i kompletteringsfasen i miljöprövningen yrkat om att sökanden ska

---

<sup>18</sup> [http://www.mkg.se/uploads/Report\\_YJT-90-07\\_Aaltonen\\_Corrosion\\_of\\_pure\\_OFHC-copper\\_in\\_simulated\\_repository\\_conditions\\_April1990.pdf](http://www.mkg.se/uploads/Report_YJT-90-07_Aaltonen_Corrosion_of_pure_OFHC-copper_in_simulated_repository_conditions_April1990.pdf)

<sup>19</sup> [http://www.mkg.se/uploads/Report\\_YJT-93-05\\_Aaltonen&Varis\\_Long\\_term\\_corrosion\\_tests\\_of\\_OFHC-coppers\\_in\\_simulated\\_repository\\_conditions\\_March1993.pdf](http://www.mkg.se/uploads/Report_YJT-93-05_Aaltonen&Varis_Long_term_corrosion_tests_of_OFHC-coppers_in_simulated_repository_conditions_March1993.pdf)

<sup>20</sup> Se avsnitt 7.2.7 på ss. 114-117 i bilagan med yrkanden om kompletteringar till föreningarnas yttrande den 26 juni 2015 (ab 336).

genomföra realistiska försök i laboratorium av hur koppar och lera beter sig i en simulerad slutförvarsmiljö<sup>21</sup>.

#### 4.3 Ny forskning angående saunaeffekten

Föreningarna har i kompletteringsfasen och i sakprövningen angett att det saknas kunskap om hur den s.k. saunaeffekten, dvs. korrosion vid höga salthalter, påverkar kapselns integritet vad gäller olika kopparkorrosionsprocesser<sup>22</sup>. Nedan finns en diskussion om hur nya rön visar att saunaeffekten är ett allvarligt hot mot kopparkapselns integritet, kanske redan inom några hundra år.

Grundvatten kommer att strömma genom de sprickor som finns i berget in i deponeringshålen. Sökanden avser att försöka begränsa inflödet av grundvatten till deponeringshålen till mindre än 0,1 liter/min per deponeringshål<sup>23</sup>. Detta vatten kommer efter en viss tid i kontakt med de varma (90-100°C) kopparytorna, vilket resulterar i att vattnet förångas. Den bildade vattenången kommer därefter att kondensera i de kallare områdena i deponeringshålen men också till viss del i ovanliggande deponeringstunnlar.

Sökanden har tidigare bedömt att varje deponeringshål är ett *hermetiskt slutet system*. Enligt sökanden kan då inte förångat grundvatten tränga ut i överliggande deponerings- och transporttunnlar och all bildad vattenånga kondenseras och blir kvar i deponeringshålen. Detta innebär då enligt sökanden att den kemiska sammansättningen hos vattnet i deponeringshålen förblir densamma som hos inströmmande grundvatten och förändras endast marginellt med tiden.

Szkalos och Seetharaman<sup>24</sup> och Grinder<sup>25</sup> har presenterat en helt annan modell för masstransport av förångat vatten. Författarna har föreslagit att åtminstone en del av vattenången kan passera genom de bentonitlock och bentonitpellets, som placerats ovanpå varje deponeringshål. Denna vattenånga kommer då kondensera i deponeringstunnlarna och absorberas av den bentonit som finns i dessa tunnlar.

Det grundvatten som strömmar in i deponeringshålen innehåller 0.95% salt. Effekten av denna masstransport av vatten och vattenånga kommer att leda till en anrikning i deponeringshålen av salt. Detta salt kommer då att utskiljas i bentoniten, på kopparkapslarnas yttertytor samt även anrikas i det vatten som finns i deponeringshålen. Sökanden har de senaste åren studerat saunaeffekten experimentellt och publicerat två rapporter<sup>26</sup>.

I SKB-rapporten R-13-42 presenteras följande slutsats på s. 23:

<sup>21</sup> Se avsnitt 7.2.7 på ss. 114-117 i bilagan med yrkanden om kompletteringar till föreningarnas yttrande den 26 juni 2015 (ab 336).

<sup>22</sup> Se avsnitt 7.2.4, 7.2.5 och 7.2.6 på ss. 105-113 i bilagan med yrkanden om kompletteringar i föreningarnas yttrande till domstolen och SSM den 26 juni 2015 (ab 336) och s. 8 i föreningarnas yttrande i sak den 31 maj 2016 (ab 401).

<sup>23</sup> Se säkerhetsanalysen SR-SITE, på svenska (ab 45): "Redovisning av säkerhet efter förslutning av slutförvaret för använt kärnbränsle. Huvudrapport från projekt SR-Site. Del I-III. Svensk Kärnbränslehantering AB. Mars 2011.

<sup>24</sup> SSM Report 2012:17 Technical Note, "Corrosion of Copper Canister", Szkalos & Seetharaman, Strålsäkerhetsmyndigheten, juni 2012.

<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Rapport/Technical%20Note/2012/SSM-Rapport-2012-17.pdf>

<sup>25</sup> "Synpunkter på SKB:s ansökan för slutförvar av kärnkraftsavfall och tillhörande säkerhetsanalys SR-Site", Docent Olle Grinder, PM Technology AB, bilaga 2 till föreningarnas yttrande i kompletteringsfasen den 1 juni 2012 (ab146).

<sup>26</sup> SKB rapport R-13-42, "Studies of vapor transport from buffer to tunnel backfill (Sauna effects)", Birgersson & Goudazi, Svensk Kärnbränslehantering AB, December 2013 och SKB rapport TR-15-09, "Vapor transport and sealing capacity of buffer slots ("Sauna" effects)", Birgersson & Goudazi effects), Svensk Kärnbränslehantering AB, May 2016.

Substantial amount of vapour was able to flow through the pellets filling without being absorbed by apparently rather dry bentonite.

I SKB-rapporten TR-15-09, med samma författare, presenteras följande slutsats på s. 25:

The present observations thus strengthen the conclusion that there appears to be a kinetic barrier for dry bentonite to efficiently take up water directly in vapor form.

I den senare rapporten framgår att absorption av vattenånga erhöles först efter att denna kondenserat i bentoniten. Detta resulterade dock i att bentonitringarna sprack, vilket underlättade för vattenågan att transporteras genom bentoniten i de bildade sprickorna. I slutsatserna till rapporten anges på s. 25 att:

The development of cracked blocks affected the present tests inasmuch as additional pathways for water were opened.

Resultaten i rapporterna stödjer saunaeffektmodellen och visar att deponeringshålen inte kan betraktas som hermetiskt slutna system.

Saunaeffekten resulterar sannolikt i masstransport av vatten/vattenånga från de varma deponeringshålen till de kalla deponeringstunnlarna. Denna process kommer att äga rum under de första tusentals åren efter förslutning av deponeringshålen tills dessa är fullständigt fyllda med vatten och bentoniten är vattenmättad. Samtidigt sker en anrikning av salt i deponeringshålen. Halten löst salt i det vatten som finns i deponeringshålen kommer att variera mellan olika hål och med tiden.

Sökandens två forskningsrapporter om saunaeffekten har visat att det kommer att ske en koncentrationsökning av lösta salter i det vatten som finns i deponeringshålen samt utskiljning av salter i bentoniten och på kopparkapslarna. Det saknas information om hur höga salthalter som kan erhållas i deponeringshålen. Det finns inga kemiska begränsningar (jämviktsreaktioner) som kan förhindra uppkomst av mättade högkorrosiva saltlösningar eftersom saunaeffekten är en ren fysikalisk process.

SSM har i sin genomgång av kopparkorrosionsprocesser i granskningsrapporten om långsiktig säkerhet (ab 411) angett att höjda kloridhalter i vattnet som finns i deponeringshålen kan komma att påverka ett flertal korrosionsmekanismer, så som allmän korrosion, gropfrätning, kloridkorrosion, spänningskorrosion, gränsskiktsskorrosion, indunstningskorrosion, och deras respektive korrosionshastigheter.

SSM har nyligen publicerat en rapport av Becker och Öijerholm<sup>27</sup> som styrker vad Taniguchi och Kawasaki<sup>28</sup> funnit angående att koppar kan utsättas för spänningskorrosion redan vid låga halter av sulfidjoner lösta i vatten. Halterna är i nivå med vad som uppmäts för grundvattnet i Forsmark. Sökanden hävdar i en egen rapport att spänningskorrosion inte är ett problem då de sulfidjoner som finns i grundvattnet snabbt kommer att förbrukas på grund av sulfidkorrosion<sup>29</sup>.

I nuläget saknas information på flera centrala punkter för att möjliggöra en bedömning av risken för spänningskorrosion av kopparkapslarna. Detta gäller främst information beträffande halten av lösta sulfidjoner i vattnet i deponeringshålen och hur denna halt påverkas av sulfidkorrosion och bastueffekten.

---

<sup>27</sup> SSM Rapport 2017-02, Becker & Öijerholm, "Slow strain rate testing of copper in sulphide rich chloride containing deoxygenated water at 90 °C", januari 2017, <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Rapport/Avfall-transport-fysiskt-skydd/2017/SSM-Rapport-2017-02.pdf>.

<sup>28</sup> "Influence of Sulfide Concentration on the Corrosion Behavior of Pure Copper in Synthetic Seawater", Taniguchi & Kawasaki, J. of Nuclear Materials, Vol. 379 (2008), pp. 154-161. [http://www.mkg.se/uploads/Taniguchi\\_Kawasaki\\_J\\_of\\_Nuclear\\_Materials\\_2008.pdf](http://www.mkg.se/uploads/Taniguchi_Kawasaki_J_of_Nuclear_Materials_2008.pdf)

<sup>29</sup> SKB Report TR-10-67, "An update of the state-of-the-art report on the corrosion of copper under expected conditions in a deep geologic repository", King et. al., Svensk Kärnbränslehantering AB, December 2010. <http://www.skb.se/publikation/2202608/TR-10-67.pdf>

SKB har ursprungligen formulerat att ”säkerhetsfunktionsindikatorerna” ska vara att  $\text{pH} \geq 4$  och att kloridkoncentration är mindre än 2 M för att kloridkorrosion skall kunna uteslutas<sup>30</sup>. Det är teoretiskt möjligt, troligen sannolikt, att kloridhalterna i ett antal deponeringshål efter något eller några hundra år kommer att vara avsevärt högre än 2 M.

I nuläget föreligger omfattande brist på information och experimentella resultat, i laboratorie-, pilot- eller fullskala, från försök gjorda under de förhållanden som råder i Forsmark. Det finns en allvarlig brist på information hur den kemiska sammansättningen hos gasen och vattnet i deponeringshålen förändras med tiden. Detta förhindrar en utvärdering av om koppar är ett lämpligt korrosionsresistent material för slutförvar av radioaktivt avfall i den svenska berggrunden i Forsmark.

Sökanden har dessutom visat att saunaeffekten kommer att resultera i sprickbildning hos de bentonitblock som är placerade i deponeringshålen och deponeringstunnlarna. Det är av stor vikt att undersöka hur detta påverkar funktionen hos den tänkta bentonitbarriären. Sökanden har vidare visat att det är tekniskt mycket svårt eller omöjligt att artificiellt tillföra vatten till bentonitblocken utan att dessa spricker<sup>31</sup>.

Föreningarna vill sammanfattningsvis framföra att det uppenbarligen saknas tillräcklig information om hur saunaeffekten kan påverka korrosion av kopparkapseln. Det betyder att de avsnitt som rör kapselns integritet i SSM:s granskningsrapport om långsiktig säkerhet (ab 411) inte ger tillräcklig grund för att SSM ska kunna ange att det finns förutsättningar för att slutförvaret ska vara långsiktigt säkert.

## 5. Kompletteringar angående metoden djupa borrhål samt strålningsrisker

### 5.1 Uppdatering av kunskapsläget rörande metoden djupa borrhål

Föreningarna har i yttrandet från den 31 maj 2016 (ab 401) yrkat att metoden djupa borrhål ska anses vara en alternativ utformning av geologisk deponering och därmed ska hanteras som en alternativ metod i ansökan och miljökonsekvensbeskrivningen. Föreningarna har i kompletteringsfasen och i sakprövningen gett ett omfattande underlag till stöd för yrkandet<sup>32</sup>.

Borrhålskonceptets för- och nackdelar har preciserats under senare år, bl.a. vid internationella vetenskapliga möten i Berlin, Tyskland<sup>33</sup>, Washington DC, USA<sup>34</sup>, som Sheffield, Storbritannien<sup>35</sup>. Intresse för metoden djupa borrhål har även visats i Syd-Korea och Japan.

Föreningarna följer med intresse den utveckling som sker av metoden djupa borrhål i USA där ett pilotprojekt genomförs. Borrhållning och undersökning av ett mindre hål till 5 km djup kommer att ske under

<sup>30</sup> Se figur 8-2 på s. 264 i del I av sökandens säkerhetsanalys SR-SITE på svenska (ab 45): ”Redovisning av säkerhet efter förslutning av slutförvaret för använt kärnbränsle. Huvudrapport från projekt SR-Site. Del I-III. Svensk Kärnbränslehantering AB. Mars 2011.

<sup>31</sup> SKB Report R-09-29, ”Effects of water inflow on the buffer – an experimental study”, Åberg, August 2009. <http://www.skb.com/publication/1962169/R-09-29.pdf>

<sup>32</sup> Se avsnitt 8.1 och 8.2 på ss. 198-226 i bilagan med yrkanden om kompletteringar i föreningarnas yttrande till domstolen och SSM den 26 juni 2015 (ab 336) och avsnitt 3.4 på ss. 15-16 samt bilaga 6 och 7 i föreningarnas yttrande i sak den 31 maj 2016 (ab 401).

<sup>33</sup> Final Disposal in Deep Boreholes Using Multiple Geological Barriers: Digging Deeper for Safety, June 5-6 2015, Berlin. Mer om mötet finns på MKG:s hemsida: <http://www.mkg.se/djupa-borrhall-som-tema-pa-workshop-i-berlin>

<sup>34</sup> International Technical Workshop on Deep Borehole Disposal of Radioactive Waste, October 20-21 2015, Nuclear Waste Technical Review Board, Washington, DC. Ett omfattande material från mötet finns på hemsidan <http://www.nwtrb.gov/meetings/meetings.html>.

<sup>35</sup> International Meeting on Deep Borehole Disposal of High-Level Radioactive Waste, June 13-15 2016, Sheffield University <https://www.sheffield.ac.uk/materials/news/deepboreholedisposal-1.586985>. På MKG:s hemsida finns en s.k. ”Post-meeting Position Statement” och en länk till presentationerna på mötet: <http://www.mkg.se/internationellt-mote-om-djupa-borrhall-i-storbritannien>.

år 2018. Därefter kommer ett borrhål, stort nog för att deponera använt kärnbränsle i, att borrar och teknik för deponering, återtag och förslutning testas. Föreningarna vill påpeka att det amerikanska projektet hela tiden har haft som mål att undersöka möjligheterna att deponera använt kärnbränsle. Av taktiska skäl har det amerikanska energidepartementet på senare tid valt att nämna att djupa borrhål skulle vara lämpligt för deponering av visst militärt kärnavfall i ett mindre hål. Men hela tiden har projektet haft som mål att borra två hål, ett mindre som i första hand ska användas för att undersöka geologi och grundvattenförhållanden på djupet och ett större där test av deponering av behållare som är stora nog för att innehålla använt kärnbränsle ska genomföras.

Projektet är femårigt där inledande pilotborrning och hydrogeologiska karakterisering till 5 km djup beräknas kosta 35 miljoner dollar, medan borrningen av ett bredare hål och relaterade tester av olika bormetoder, infodringar av borrhålet, deponeringstekniker och förslutningar av borrhål bedöms kosta 50 miljoner dollar. När projektet är klart, förmodligen kring år 2022, kommer metoden djupa borrhål att vara utvecklad på en nivå som är jämförbar med den KBS-metod som sökanden ansöker om att få använda. Föreningarna vill understryka att det sedan början av 1990-talet har ställts krav på att sökanden ska undersöka möjligheten att använda djupa borrhål för slutförvaring av använt kärnbränsle, något som sökanden avstått från att göra. Om sökanden hade inlett ett pilotprojekt motsvarande det amerikanska i början av 2000-talet hade det utan tvekan idag varit möjligt att pröva en ansökan om att få bygga ett slutförvarssystem som bygger på användning av djupa borrhål. Med tanke på de problem som finns med att visa på att KBS-metoden är långsiktigt strålsäker anser föreningarna att det är anmärkningsvärt att sökanden inte närmare har utrett metoden djupa borrhål.

## *5.2 Förtydligande av konsekvenser av spridning av radioaktiva ämnen*

Föreningarna vill förtydliga de konsekvenser som kan bli resultatet av att slutförvaret börjar läcka radioaktiva ämnen innan 1 000 år har gått. Föreningarna behandlar också frågeställningen i avsnittet 3.2 ”Stor risk för spridning av radioaktiva ämnen” på ss. 11-13 i föreningarnas yttrande i sak från den 31 maj 2016 (ab 401).

Det har kommit till föreningarnas kännedom att Kärnavfallsrådet i sin rapport från februari 2016 ”Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2016: Risker, osäkerheter och framtidsutmaningar kunskapslägesrapport, SOU 2016:16” diskuterar risker och verkan av låga doser på människa och miljö. Författarna skriver på s. 104-105 att de noterar att ”enligt SKB:s beräkningar kommer i några, vad de kallar ”hypotetiska” fall den resulterade dosen att klart överstiga det fastställda gränsvärdet”. Det fastställda gränsvärdet är den dos som motsvarar den riskgräns som SSM i sina föreskrifter har angett att slutförvarets säkerhetsanalys måste visa att den klarar. Detta gränsvärde är ca 100 gånger lägre än den typiska bakgrundsstrålningen i Sverige.

Kärnavfallsrådet fortsätter med att beskriva tre utsläppsscenarier för radioaktiva ämnen där doser motsvarande 10, 100 och 1 000 gånger gränsvärdet påverkar en befolkning på 1 000 människor som bor ovanför slutförvaret. De resulterande extra cancerfallen under 100 år i befolkningen beräknas och jämförs med de ca 200 cancerfall som normalt sett uppkommer per 1 000 personer. I scenariot med 1 000 gånger gränsvärdet, då dosen är ca 10 gånger bakgrundsstrålningen, uppstår det ca 100 extra cancerfall under 100 år jämfört med de ca 200 som normalt uppkommer, dvs. en ökning med ca 50 procent.

Föreningarna vill uppmärksamma att Kärnavfallsrådet endast har tittat på de scenarier som sökanden har tagit med i sin säkerhetsanalys. I det ovan nämnda avsnittet i föreningarnas yttrande i sak beskrivs hur sökanden genom att välja scenarier där det alltid finns minst en helt fungerande barriär, dolt scenarier som kan ge betydligt högre doser till befolkningen som bor ovan slutförvaret. Föreningarna anser att, om kopparkapslarna har havererat innan 1 000 år har gått, så har även leran som barriär upphört att fungera. Om då vatten rinner genom deponeringstunnlarna eftersom erosion av lera i tunnlar skett p.g.a. de stora skillnader i vattentryck som finns kring berget i Forsmark är det endast själva kärnbränslets förmåga att



hålla inne radioaktiva isotoper som utgör en barriär. Den kemiska och mikrobiologiska miljön kring de deponerade bränslestavarna i den korrosiva miljö som uppstått kan leda fram till att kärnbränslet som barriär bryts ner. I så fall kan doser på 100 till 1 000 gånger bakgrundsstrålningen uppnås på ytan, vilket motsvarar 10 000 till 100 000 gånger dosen för SSM:s gränsvärde för risk.

Om de scenarier som Kärnavfallsrådet räknat på utökas med de två fall där dosen till 1 000 personer under 100 år uppgår till 100 och 1 000 gånger bakgrundsstrålningen erhålls 1 000 och 10 000 extra dödsfall i cancer. Det betyder att i den angivna befolkningen på 1 000 personer ovanför slutförvaret dör de flesta i cancer som orsakats från strålning som kommer från det läckande slutförvaret.

Föreningarna har i det ovan nämnda yttrandet framfört att de konstgjorda tekniska barriärerna av koppar och lera inte kommer att fungera som tänkt utan att slutförvaret riskerar att börja läcka innan 1 000 år har gått. Om det sker finns det en betydande risk att utsläppen av radioaktiva ämnen orsakar oacceptabel påverkan på människa och miljö.

Dag som ovan,



Josia Hort  
Jurist, Naturskyddsföreningen  
Enligt fullmakt



Rebecca Nordenstam  
Jurist, Naturskyddsföreningen



Johan Swahn  
Kanslichef, MKG