

Från: **Johan Swahn** johan.swahn@mkg.se

Ämne: Kommentar till SSM:s projekt att granska kvaliteten av kärnavfallsbolaget SKB:s kopparkorrosionsforskning

Datum: 26 februari 2015 14:54

Till: **Ansi Gerhardsson** ansi.gerhardsson@ssm.se

Kopia: **Michael Egan** Michael.Egan@ssm.se, **Clara Anghel** clara.anghel@ssm.se, **Bo Strömberg** bo.stromberg@ssm.se, **Christine Anvegård** christine.anvegard@mkg.se, **Linda Birkedal** linda.birkedal@lund.se, **Oscar Alarik** oscar.alarik@naturskyddsforeningen.se

Hej!

Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning, MKG, har nyligen tagit del av protokollet "Minutes from the meeting with SKB regarding QA in SKB's Copper Corrosion Experiments" (SSM2011-2306-22). Protokollet är från ett möte den 29 augusti, 2014, mellan Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM, myndighetens konsult Tim Hicks, Galson Sciences Ltd, och kraftindustrins kärnavfallsbolag SKB. Mötet var en del av myndighetens projekt att granska kvaliteten av kärnavfallsbolaget SKB:s kopparkorrosionsforskning. Protokollet offentliggjordes av SSM i februari 2015 samtidigt med andra dokument som varit en del av granskningen.

MKG vill framföra följande kommentarer efter att ha läst protokollet med bilagor samt andra dokument från projektet.

1. Den kopparkorrosion som sker i olika korrosionsförsök är till största delen syrgasfri

En av de frågor som SKB inte hanterar på ett vetenskapligt trovärdigt sätt är frågan om när olika kopparkorrosionsförsök äger rum i närvaro av syrgas eller när försöket är anoxiskt, dvs det äger rum i avsaknad av syrgas. Frågan är väldigt viktig eftersom kopparkorrosionshastigheter på $1 \mu\text{m}$ per år eller mer enligt bolaget normalt inte kan äga rum annat än vid närvaron av syrgas. Det enda undantaget är vid närvaro av höga sulfidhalter. Denna övertygelse hos SKB innebär att det påstås alltid att det funnits syrgas i försök när sådana korrosionshastigheter uppmäts utan närvaro av sulfider, helt oavsett om detta är troligt eller inte. För bolaget är höga korrosionshastigheter ett bevis för att det funnits syre som orsakat korrosionen eftersom bolaget inte tror att det kan finnas en annan förklaring.

Men det finns numera en vetenskaplig förklaringsmodell som innebär att koppar kan korrodera i syrgasfritt vatten och det finns ett växande experimentellt stöd för detta. Det innebär att de korrosionshastigheter som uppmäts i olika kopparkorrosionsförsök som SKB utför kan vara orsakade av korrosionsprocesser utan närvaro av syrgas. Dessutom är det numera klargjort att syrgas förbrukas relativt snabbt av bakterier efter det att ett försök som innehåller koppar och lera tillsluts. Det är fråga om veckor eller månader, beroende på storleken på försöket, men närvaron av syrekonsumerande bakterier i alla försök betyder att när väl försöket är tillslutet så förbrukas syret och försöket förblir anoxiskt, utan närvaro av syrgas, under resten av försökstiden. Trots detta anser SKB att frågan om hur mycket syrgas som kan röra sig i deponeringstunnlar och in i deponeringshål efter tillslutning av slutförvaret vara av intresse. Men det är en ickefråga. Att det skulle kunna diffundera in syrgas i olika försök, eller i det planerade slutförvaret är inte möjligt. Syrgas som innesluts och rör sig skulle snabbt förbrukas av bakterier.

Ovanstående betyder att alla korrosionsförsök som gjorts av SKB och det finska kärnavfallsbolaget Posiva efter en kort inledande period med närvaro av syrgas kan anses vara syrgasfria. Om försöket är tillräckligt öppet så att det tillåter vätgas att försvinna från kopparytan så kan syrgasfri korrosion ske och det är sådan korrosion som uppmäts. Endast i hermetiskt tillslutna laborieförsök där vätgas inte kan försvinna stannar korrosionsprocessen av. I alla andra försök fortsätter korrosionen när syrgasen är förbrukad genom anoxisk kopparkorrosion. Denna förklaringsmodell förklarar resultatet från de försök som gjorts och redovisats av SKB. Men eftersom denna förklaringsmodell inte finns i kärnavfallsbolagets begreppsvärld så förklarar bolaget i stället att försöken antingen har misslyckats på grund av att det kommit in syrgas eller att det funnits syrgas i försöket under hela försöksperioden som orsakat korrosionen. Även om dessa förklaringar saknar verklighetsförankring eller vetenskapligt stöd..

Ett bra exempel är resultaten från LOT A2-försöket i Äspölaboratoriet där höga kopparkorrosionshastigheter uppmättes under fem års tid. Den enkla förklaringen är att det skett syrgasfri kopparkorrosion i försöket efter det att syret i försöket förbrukats efter några månader. Den observerade korrosionen är därför i första hand inte orsakad av syrgas. I slutrapporten från försöket förklarar dock SKB i stället att syre stängts in i försöket vid förslutning och att allt detta syre vandrat fram till kopparytan och orsakat korrosionen (SKB TR-09-29). Bara genom att undvika att dra den enkla slutsatsen att syrgas snabbt förbrukas av bakterier i försöket kan bolaget hålla fast vid en sådan förklaringsmodell. I stället lägger bolaget fram en förklaring till kopparkorrosionen som bygger på att alla syrgasmolekyler som ursprungligen funnits i försöket efter tillslutning kan undvika att träffa på syrgasätande bakterier i bentonitleran och ta sig fram till kopparytan för att ge korrosion. En förklaring som inte håller vetenskaplig granskning.

Ett andra exempel är de försök med elektrokemiska korrosionsmätningar som Bo Rosborg genomfört i LOT A2 (endast publicerat som vetenskapliga artiklar, ej SKB rapport -- en artikel bifogas) och prototypförvaret (SKB R-13-13, SKB R-13-14). Mätningarna visar hela tiden korrosionshastigheter på $0.5\text{-}2 \mu\text{m}$ per år. Den enda förklaringen SKB har är att det som mäts är korrosion från syrgas när det är mycket enklare att förklara korrosionen med att syrgasen har förbrukats av bakterier inom loppet av månader och att det som uppmäts är syrgasfri kopparkorrosion. Det är anmärkningsvärt när Rosborg i slutsatserna i SKB R-13-14 för prototypförvaret säger att "the near-field environment was still after eight years exposure mildly oxidising". Som om det skulle finnas syrgas kvar i försöket efter 8 år när denna förbrukats inom några månader.

Ett tredje exempel är den av SSM nyligen upphittade rapporten från kopparkorrosionsförsök utförda av KIMAB och publicerade 2009 i en rapport till SKB men inte offentliggjord av bolaget förrän nu (SKB document 1452553, bifogas). I försöket sker kopparkorrosion i en syrgasfri miljö som inte är i överensstämmelse med vad SKB tror är möjligt. I protokollet från mötet den 29 augusti anger SKB att försöket torkat ut och det därför kunnat komma in syre som gett kopparkorrosion. I rapporten sägs inget om detta även om det spekuleras i att syre skulle kunna diffundera in i försöket mot flödet om detta är för litet. I själva verket är förklaringsmodellen att kopparkorrosion skett i en syrgasfri miljö en mer välgrundad vetenskaplig förklaring till den uppkomna korrosionen.

I prövningen av kärnavfallsbolagets ansökan om att få bygga ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark har Naturskyddsforeningen och MKG som ett kompletteringskrav till mark- och miljödomstolen och SSM angett att bolaget måste utreda hur snabbt slutförvarsmiljön blir syrgasfri (punkt "2.5.2.2 Syrgasfrihet i slutförvaret" i yttrandet 2012-06-01 och punkt "3.4.1.2 Syrgasfrihet i slutförvaret" i yttrandet 2013-10-15). Bolaget hade under de senaste 10 åren lätt kunnat utföra försök i Äspölaboratoriet för att ge svar på denna fråga. Bolaget vägrar dock att döra det med hänvisning till att frågan är av mindre intresse. Trots att kunskapen är avsevärd för att kunna tolka de

kopparkorrosionsförsök som bolaget genomfört i Äspölaboratoriet och därmed att säkerhetsanalysen för slutförvarsansökan har vetenskapligt stöd.

2. Avsaknad av fullständiga metallografiska korrosionsanalyser i de flesta av SKB:s kopparkorrosionsförsök

För att studera korrosion finns det etablerade metallografiska metoder. En viktig komponent är att genomföra studier av ett tvärsnitt av den korroderade ytan med ljusoptisk metallmikroskop och svepelektronmikroskopi. Anmärkningsvärt är att med ett fåtal undantag så saknas sådana tvärsnittsbilder i SKB-rapporter som beskriver kopparkorrosionsförsök. Ändå dras ofta slutsatsen att det inte funnits tecken på gropfrätning, trots att detta endast kan visas genom att redovisa tvärsnittsbilder.

Det finns dock några undantag. I rapporten med kopparkorrosionsanalyser från upptaget av paket 5 och 6 från prototypförvaret, SKB P-12-22 finns ett stort antal analyser av tvärsnitt med svepelektronmikroskop, både i rapporten och i appendix. Tvärsnittet visar på lokal korrosion. I slutsatsen står det dock att "metallografisk undersökning av ett tvärsnitt visar inte någon tendens till gropfrätning eller interkristallin korrosion". Det är svårt att tolka detta påstående. Bilderna i rapporten verkar tvärtom visa just på denna typ av korrosion. Möjligen kan man tolka påståendet som att det funnits en bild som inte visade sådan korrosion.

Ett annat undantag är rapporten från undersökningen av kopparelektroden från upptaget av paket 5 i återtagningsförsöket (SKB R-13-14). Där står det i slutsatsen att "no unmistakable signs of pitting have been found on the electrode". Vad detta betyder är åter svårt att tolka. Det finns ett par bilder på tvärsnitt med svepelektronmikroskop på sidan 19. Frågan är om den högra av dessa bilder inte visar just tecken på gropfrätning.

MKG har hittat en tredje rapport från senare år där de metallografiska studierna innehåller tvärsnitt med svepelektronmikroskop, nämligen analysen av paket 3 från MiniCan-försöket (SKB R-13-35). Men själva för kopparytorna redovisas bara optiska tvärsnitt så frågan är om det finns vetenskapligt stöd i rapporten för slutsatsen att "there was no evidence for localised corrosion of any of the copper MiniCan components or stress corrosion test specimens examined"?

Som sades inledningsvis finns det många andra rapporter som innehåller resultat från analyser av kopparkorrosion där det inte redovisats metallografiska tvärsnitt. Trots detta framförs inte sällan utsagor om att det inte finns några (uppenbara) tecken på lokal korrosion eller gropfrätning.

I prövningen av kärnavfallsbolagets ansökan om att få bygga ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark har Naturskyddsföreningen och MKG som ett kompletteringskrav till mark- och miljödomstolen och SSM angett att bolaget måste redovisa fullständiga metallografiska undersökningar inklusive tvärsnitt av korrosionsytorna för de kopparkorrosionsstudier som görs (punkt "2.2.3 Vetenskaplig metodik vid metallografisk undersökning av korrosionsprover" i yttrandet 2013-10-15). Dessutom framför föreningarna kompletteringskravet att undersökningar görs specifikt av gropfrätning både med ljusoptiskt metallmikroskop och med svepelektronmikroskop (punkt "2.2.4 Bristande kunskap beträffande punktfrätning av kopparkapslarna" i yttrandet 2013-10-15).

3. Risken för att kärnavfallsbolaget SKB är på väg att förstöra resultat från LOT-försöket

På sidan 5 i protokollet från mötet den 29 augusti står det att "the LOT test is currently not running as an SKB project". LOT-projektet i Äspölaboratoriet innehåller fortfarande tre försökspaket som måste övervakas eftersom den uppvärmning som ska ske måste garanteras och den datamängd som sensorerna skickar måste tas om hand. Om LOT-försöket inte längre är ett SKB-projekt, betyder det att projektet har övergetts och att de resultat som kan komma från försökspaketerna håller på att förstöras? LOT-försöket är väldigt viktigt för att förstå inte bara hur lera utan även hur koppar beter sig i slutförvarsmiljön. Det finns nu tre försökspaket som varit igång i femton år, förutom för några inledande månader i en syrgasfri miljö. Två av paketen ska värmas till en temperatur som liknar den i det föreslagna slutförvaret för använt kärnbränsle, ett paket värms till en högre temperatur för att studera vad det skulle betyda om temperaturen i förvaret blev högre än den tänkta.

Kärnavfallsbolaget förstår vilket problem det skulle vara för det vetenskapliga underlaget för säkerhetsanalysen om det visade sig att det funnits omfattande kopparkorrosion i de tre återstående försökspaketerna. Både i rapporten från upptaget av LOT A2-paketet (SKB TR-09-29) och kopparelektroden i prototypförvarets paket 5 (SKB R-13-14) visar på omfattande syrgasfri kopparkorrosion efter 5 respektive 8 år. Att själva kopparkapseln i prototypförvarets paket 5 och 6 visade på mindre kopparkorrosion beror på att de skyddades av ett smörjmedel som användes föra att producera blocken med bentonitlera. Risken för att det finns för bolaget mycket negativa resultat i de återstående försökspaketerna i LOT-projektet innebär är det i bolagets intresse att inte någon av försökspaketerna tas upp, eller att försökspaketerna behandlas på ett sätt som gör att resultaten kan ifrågasättas. När statusen för LOT-försöket beskrivs av bolaget som ovan kan det vara ett led i ett försök att förstöra resultat från LOT-försöken.

I prövningen av kärnavfallsbolagets ansökan om att få bygga ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark har Naturskyddsföreningen och MKG som ett kompletteringskrav till mark- och miljödomstolen och SSM angett att bolaget inom kompletteringsfasen av prövningen måste ta upp och analysera LOT S2-paketet som enligt de ursprungliga planerna skulle tagits upp några år efter paketet LOT A2 togs upp i början av 2006 (punkt "2.5.2.9 Behov av att ta upp och analysera försökspaketet LOT S2 i Äspö-laboratoriet innan ansökan kan prövas" i yttrandet 2012-06-01 och punkt "2.5.2.9 Behov av att ta upp och analysera försökspaketet LOT S2 i Äspö-laboratoriet innan ansökan kan prövas" i yttrandet 2013-10-15). Bolaget har svarat att det inte är aktuellt att ta upp nästa paket i LOT-försöket förrän mot slutet av 2010-talet, dvs när prövningen av slutförvarsansökan enligt bolagets förhoppning ska vara avslutad. Bolaget anger dessutom att försöket i första hand är till för att studera lera. Det gör inte saken bättre eftersom det vid upptaget av LOT A2-försöket upptäcktes att det fanns irreversibla mekaniska förändringar av leran. Det är därför även av lerstudieskäl viktigt att försökspaketet LOT A2 tas upp i kompletteringsfasen av prövningen av slutförvarsansökan. Detta framför Naturskyddsföreningen som ett krav i slutförvarsprövningen (punkt "2.2.7 Fråga om hur bentonitleran i bufferten kommer att utvecklas med tiden i slutförvarsmiljön i Forsmark" i yttrandet 2013-10-15).

Naturskyddsföreningen och MKG här även i ett särskilt yttrande till SSM domstolen 2014-06-12 påpekat att LOT-projektet för första gången inte fanns med i den årsrapport från Äspö-laboratoriet som publicerades i december 2013, SKB TR-13-10 "Äspö Hard Rock Laboratory: Annual Report 2012". LOT-projektet finns inte heller med i den senaste årsrapporten från Äspö-laboratoriet som publicerades i augusti 2014, SKB TR-14-17 "Äspö Hard Rock Laboratory: Annual Report 2013".

4. Avsaknaden av resultat från Äspö-laboratoriet i form av IPR-rapporter

I det särskilda yttrande som Naturskyddsföreningen och MKG lämnade 2014-06-12 till SSM och mark- och miljödomstolen påpekade föreningarna även att SKB inte publicerat några årliga planeringsrapporter eller kvartalsvisa från Äspölaboratoriet i serien med IPR-rapporter sedan 2010. Det har inte heller publicerats några IPR-rapporter med resultat eller data från försök i laboratoriet. Insynen i de pågående försöken vid Äspölaboratoriet ökade då SKB 2009 beslutade att offentliggöra de tidigare sekretessbelagda IPR-rapporterna. Nu är insynen i de forskningsprojekt som pågår i Äspö-laboratoriet åter mycket låg, vilket försvårar granskningen av slutförvarsansökan.

I prövningen av kärnavfallsbolagets ansökan om att få bygga ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark har Naturskyddsföreningen och MKG som ett kompletteringskrav till mark- och miljödomstolen och SSM angett att bolaget inom kompletteringsfasen av prövningen kompletteringskrav att sökanden lämnar ut samtliga de rapporter m.m. som sökanden har tillgång till som beskriver vetenskapliga resultat från sökandens slutförvarsarbete (punkt "2.4 Generell avsaknad av allsidig och öppen redovisning av vetenskapligt och annat underlag" i yttrandet 2012-06-01 och punkt "3.3 Generell avsaknad av allsidig och öppen redovisning av vetenskapligt och annat underlag" i yttrandet 2013-10-15). Föreningarna rekommenderar att sökanden gör detta genom att göra de forskningsdokumentationssystem som sökanden har allmänt tillgängliga.

MKG kommer att fortsätta att följa SSM:s arbete med att granska kvaliteten av kärnavfallsbolaget SKB:s kopparkorrosionsforskning.

Med vänlig hälsning,

Johan Swahn

--

Johan Swahn

Kanslichef
Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning, MKG
Första Långgatan 18
413 28 Göteborg

Telefon: 031-711 00 92 Fax: 031-711 46 20

Mobil: 070-467 37 31

E-post: johan.swahn@mkq.se

Skype: jswahn

Hemsida: <http://www.mkq.se>



An electrochemical
impedance...7556-7564



