



DokumentID	Version	Status	Reg nr	Sida
Ej tilldelat	0.1	Preliminärt		1 (14)
Författare			Datum	
Lars Birgersson och Sofie Tunbrant			2010-05-19	

## Referensgruppsmöte kopparkorrosion 24 mars 2010

### Kopparkorrosion i syrefritt vatten

#### Referensgruppsmöte Nr 1

Plats: SKB:s kontor Blekholmstorget, Stockholm

Datum: 24 mars 2010

Närvarande: Marie Berggren, MB (Östhammars kommun), Miles Goldstick, MG (Milkas), Gunnar Hultqvist, GH (KTH), Kenneth Möller, KM (SP), Christofer Leygraf, CLe (KTH), Rolf Persson, RP (Oskarshamns kommun), Lucie Riad, LR (Regionförbundet i Uppsala län), Peter Szakálos, PS (KTH), Johan Swahn, JS (MKG)

SKB: Kjell Andersson, KA, Christina Lilja, CLi och Peter Wikberg, PW.  
Lars Birgersson och Sofie Tunbrant (sekreterare)

#### Innehåll

1	Inledning.....	2
2	SKB:s organisation av projektet .....	2
3	Översikt över SKB:s forskning om kopparkorrosion .....	3
4	Referensgruppens roll och arbetsformer.....	6
5	Analys av koppar i förslutet provrör .....	8
6	Planerat försök med gasutveckling .....	12
7	Planering av kommande möten.....	14
8	Avslutning .....	14

#### Bilagor – visade presentationer:

A: Introduktion, Peter Wikberg

B: Pågående forskning om kopparkorrosion, Christina Lilja

C: Roll och arbetsformer, Kjell Andersson

D: Koppar i förslutet provrör, Kenneth Möller

E: Planerat försök med gasutveckling, Christina Lilja

#### Svensk Kärnbränslehantering AB

Box 250, 101 24 Stockholm

Besöksadress Blekholmstorget 30

Telefon 08-459 84 00 Fax 08-579 386 10

www.skb.se

556175-2014 Säte Stockholm

## 1 Inledning

Kjell Andersson hälsade alla välkomna till det första mötet med den referensgrupp om kopparkorrosion som SKB tagit initiativ till. Syftet med gruppen är att ge externa organisationer inklusive myndigheter, miljöorganisationer och KTH insyn i planering, genomförande av och resultat från de nya experimenten om kopparkorrosion i syrefri miljö.

SKB hade inför mötet skickat ut ett förslag till dagordning, som godtogs.

Förutom de som deltog på mötet har Regionförbundet i Kalmar län svarat på inbjudan att förbundet deltar i referensgruppen med Anders Svalin som representant.

Diskuterades kring justering av anteckningarna och beslöts att sekreterarna skickar ut utkast till anteckningar till samtliga deltagare och tar hand om inkomna kommentarer och synpunkter.

## 2 SKB:s organisation av projektet

Peter Wikberg presenterade bakgrunden till projektet och SKB:s organisation för de planerade försöken för att besvara frågan: Reagerar koppar med vatten under bildning av vätgas?, se bilaga A. Under Peters presentation distribuerades SKB:s projektplan för ”Kopparkorrosion i syrefri miljö”.

På Kärnavfallsrådets seminarium i november 2009 uttalade flera av experterna att det behövs kompletterande försök innan man med säkerhet kan säga om korrosion av koppar kan ske i syrefria miljöer eller inte. SKB vill därför gå vidare med frågan.

SKB är tveksamma till att koppar kan reagera med vatten under vätgasbildning. Det är viktigt att frågan blir utredd även om det är SKB:s bedömning att processen inte skulle påverka den långsiktiga säkerheten för slutförvaret för använt kärnbränsle. SKB vill nu försöka upprepa de gasförsök som tidigare utförts på KTH och vill ha synpunkter på hur försöken ska utföras.

Även Kärnavfallsrådet och Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) var inbjudna att delta i referensgruppen, men har tackat nej. Kärnavfallsrådet har gjort det med hänvisning till att de inte ser ett deltagande förenligt med sin oberoende roll. SSM menar dels att man har metoder och verktyg redan nu för att följa SKB:s arbete, dels att det inte är lämpligt att delta i referensgruppen av integritetsskäl.

Projektet har en avgränsad uppgift, vilken är att genomföra två experiment för att försöka besvara frågan: Reagerar koppar med vatten i syrefri miljö under bildning av vätgas? De två försök som planeras är:

- upprepning av KTH:s ”gasförsök”
- provtagning och analys av SP:s ”provrör med koppartråd”

Kjell Andersson är projektledare. Styrgruppen består av Allan Hedin, Saida Laârouchi Engström, Carl Sommerholt och Peter Wikberg.

### **Diskussion**

Publicering av resultaten diskuterades. Resultat publiceras i SKB rapportserier men det är SKB:s mål att försöken ska publiceras i vetenskapliga tidskrifter enligt gängse förfarande.

Finansiering togs upp. SKB finansierar försöken. Det är ännu inte bestämt hur experiment ska genomföras och därmed inte hur mycket pengar som kommer att avsättas, men det kan röra sig om storleksordningen en miljon kronor.

## **3 Översikt över SKB:s forskning om kopparkorrosion**

Christina Lilja gav en kort översikt av SKB:s pågående forskning om kopparkorrosion, se bilaga B.

Det är den långsiktiga säkerheten som är drivkraften för SKB:s arbete med kopparkorrosion, och målet är att använda resultaten i säkerhetsanalysen. SKB:s avsikt är att få forskningen publicerad i vetenskapliga tidskrifter. SKB-rapporterna utgör ett komplement, exempelvis för publicering av mer data.

Det system vi har i Sverige innebär att reaktorägarna är ansvariga för omhändertagande av använt kärnbränsle, och att det finns insyn i arbetet via Fud-program, samråd mellan SSM och SKB enligt regeringsbeslut, prövningen av ansökningarna med mera.

### **Diskussion**

JS: SSM säger i sitt svar att man har full insyn i SKB:s arbete med kopparkorrosion. Har denna fråga diskuterats i myndighetssamråden? Det har inte syntts i några protokoll.

CLi: Frågan togs upp i myndighetssamråden för ett par år sedan, antagligen år 2008, och kommer eventuellt att tas upp senare i år.  
(Förtydligande efter mötet: SKB och SSM har även diskuterat frågan i andra sammanhang.)

MG: Det är bra med en referensgrupp för insyn i dessa experiment, men vi vill ha insyn i alla experiment. Ska SKB göra försöken själva eller beställer ni från något institut? I så fall vilket?

GH: Jag är inte övertygad om att dessa två försök kommer att ge de slutliga svaren. Om SKB menar att dessa korrosionsprocesser inte är viktiga för den långsiktiga säkerheten, varför vill ni då genomföra dem?

PW: Det är riktigt att vi kan visa att frågan inte är avgörande för förvarets långsiktiga säkerhet, men de försök KTH utfört har fått stor publicitet i media. Vi vill gå vidare med nya försök för att få svar på frågan och förstå processerna.

GH: Det är viktigt att provtagning och analyser görs med stor noggrannhet. Det går inte att ge uppdraget till vem som helst.

CLi: Det är inte bestämt vilket institut vi kommer att använda. Vi kanske inte kan få alla svar, men vi vill kunna upprepa försöken.

KA: Det är viktigt att utreda om korrosionsprocessen förekommer eller inte. Finns det återstående frågor får vi ta itu med dessa senare.

GH: Detta är en vetenskaplig fråga, därför är det viktigt att SKB publicerar de resultat som kommer fram.

PW: Det är inte SKB som kommer att göra försöken, dock kommer SKB att finansiera arbetet. Jag vill betona att SKB beställer forskningsinsatser, inte resultat. Säkerhetsanalysen handlar om att vaska fram de svåraste frågorna med tanke på den långsiktiga säkerheten. Uppskattningsvis kommer 95 procent av frågeställningarna från oss själva. Fyra procent från myndigheterna. Den återstående procenten kommer utifrån, som exempelvis denna fråga.

JS: Varför beskrivs inte alla de kopparkorrosionsexperiment som görs i Äspö i årsrapporterna?

CLi: De finns beskrivna där.

### ***Bild - Vattenmiljöer och närvaro av bentonit***

Frågor ställdes om de olika försöken:

- *Hastigheten hos tillväxt av kopparsulfidfilmer*: Dave Shoemith i Kanada är ansvarig för försöken som har pågått i tre år. Nästa steg är att försöka mäta hastigheten hos själva reaktionen.
- *Spricktillväxt i sulfidlösning*: Ny process. Arbetet utförs i Kanada, med anledning av forskningsresultat från Japan, inte publicerat ännu.
- *Spänningskorrosion i ammoniumlösning*: Arbetet utförs av VTT, i samarbete med Posiva.
- *Biofilm på koppar i bentonit*: Utförs av Karsten Pedersen och handlar om sulfidproduktion med bakterier. Resultat till sommaren.
- *Minican*: Fem stycken kapslar med cirka 15 centimeters diameter, 30 centimeter höga, 7,5 millimeters koppartjocklek. Kapslarna har placerats i borrarade hål, reducerande miljö, inga värmare. Har pågått sedan år 2007. SKB kommer att ta upp en av kapslarna i sommar, men det är inte bestämt vem som ska göra analyserna. Serco i England är projektledare.
- *LOT (Long term test of buffer material)*: Startade 1996 och det finns tekniska rapporter om försöken. Bo Rosberg, KTH, är projektledare för fortsatta försök i labmiljö under oxiderande förhållanden.

### ***Bild - Systemet koppar-syre-väte (I)***

GH: Pavel Korzhavyi's försök med CuOH och simulering presenterades på Kärnavfallsrådets seminarium. Hur ska man kunna bestämma detta ämnes egenskaper, med tanke på att det är svårt att producera?

CLi: Inna Soroka vid Uppsala universitet gör spektroskopianalyserna (infrarött, optiskt, röntgen). Det ska bli en växelverkan mellan spektroskopistudierna och de teoretiska beräkningarna.

### ***Bild - Systemet koppar-syre-väte (II)***

*Kinetisk modell för bildning av intermediära faser:* Presenterades på Kärnavfallsrådets seminarium. Inskickat för publicering, Martin Bojinov, University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, Bulgarien.

*Kvantkemiska beräkningar av kopparyta i vatten:* Utförs av Johannes Johansson på Fysikalisk kemi, KTH.

*Jämviktsberäkningar av koppar i syrefritt vatten:* Claes Taxén på Swerea Kimab.

### ***Bild - Ytterligare försök att mäta gasutveckling***

*Kopparbleck i vatten:* Startade 2010. Utförs av Karsten Pedersen, Göteborg, som har erfarenhet av att mäta låga halter av gaser i vatten.

*Kopparbleck i E-kolv:* Utförs av Kaija Ollila, VTT, i samarbete med Posiva.

PS: Är försöket med kopparbleck i E-kolv ett öppet projekt?

CLi: Det är inte öppet för insyn under försökets gång. SKB driver projektet och har för avsikt att publicera resultaten. Det drivs med andra ord på samma sätt som alla andra SKB:s försök.

GH: Är det så att vi inte får ta del av de nya experimenten, utan bara de två gamla som ingår i referensgruppens arbete?

CLi: Ni får ta del av försöken att upprepa de två gamla experimenten, de som har diskuterats mycket.

GH: Alla försöken är viktiga! Det är viktigt med öppenhet.

CLi: SKB är öppna med våra försök. Men vi kan inte ge samma möjlighet till insyn i allt.

PS: Det vore bra om referensgruppen fick ta del av upplägget av fler försök.

GH: Man måste ha fullständig kontroll av hur mycket väte som finns i gasfasen ovanför den i vätskevatten nedsänkta kopparn. Det är välkänt hur kopparkorrosionen påverkas av ett pålagt vätgasttryck av 1 bar, men det vore bra att veta vad som händer om man lägger på olika vätgasttryck för att kunna säga att t ex vid 0.5 mbar går gränsen för kopparkorrosion.

CLi: Vi vill också studera hur syret utanför Pd-folien inverkar på experimentet.

CLi: Försöket som görs av Ollila på VTT är det tredje försöket som nämns i presentationen till Kärnavfallsrådet den 23 mars 2009. De första två försöken är de som utförs av Korzhavyi och Bojinov.

JS: Planerar ni fler försök? Det finns ytterligare kopparkorrosionsförsök, t ex Bo Rosborgs kopparkorrosionsmätningar i prototypförvaret.

CLi: Det var planerat som ett försök men det fungerar inte alltid att mäta på in situ-experimenten som tänkt.

JS: Rosborg har publicerat ett diagram med data i en vetenskaplig artikel men detta är allt som finns publicerat i resultatväg.

CLi: Det finns inte mer information om detta försök.

JS: Bo Rosborg har sagt till mig att han haft idéer om hur det skulle kunna gå att få mer data ur dessa försök.

CLi: Det finns många idéer men det går inte att genomföra alla. Bo Rosborg fokuserar nu på försöken med att i laboratorium mäta på korrosion i oxiderande miljö.

## Diskussion

Inverkan av strålning diskuterades. CLi frågade hur SKB har beaktat strålning med tanke på att den har stor påverkan på elektrokemin. Har det gjorts försök med koppar under liknande betingelser fast med strålning? Vad är SKB:s slutsats vad gäller strålningens påverkan? CLi svarade att strålning har beaktats och finns med då SKB tittar på de olika processerna. SKB har tittat på strålningens inverkan tidigare och slutsatsen är att den har väldigt liten påverkan. För närvarande pågår inget arbete. Arbetet finns beskrivet i en processrapport som hör till säkerhetsanalysen SR-Can. Rapporten finns på SKB:s webbplats, där det även framgår vem som utförde arbetet.

## 4 Referensgruppens roll och arbetsformer

Kjell Andersson presenterade ett förslag till referensgruppens roll och arbete, se bilaga C. Referensgruppen är tänkt att vara med och diskutera förslagen till experiment. Detta görs innan SKB gör beställning, men för att få underlag till en bra diskussion kan SKB komma att genomföra förstudier innan referensgruppens möten. Referensgruppen kommer att få insyn i två försök och möjlighet att påverka, men den kommer att vara utan delansvar. SKB:s bedömning är därför att det hade varit möjligt för Kärnavfallsrådet och SSM att delta i referensgruppen, även om SKB kan förstå deras ställningstagande.

### *Deltagare*

Deltagare i referensgruppen diskuterades. MG frågade om någon som vill vara med i referensgruppen, men som inte bjudits in ändå kan få vara med. Det är SKB som har valt deltagarna och det är inte samma deltagare som i MKB-samråden eftersom allmänheten saknas. KA framförde att det är svårt att diskutera dessa frågor i en stor grupp och att SKB har skickat inbjudan bland annat till miljöorganisationerna. JS menade att om andra korrosionsforskare vill delta i referensgruppen så är det upp till SKB att tillåta det. PW sade att det inte är säkert att SKB kommer att vilja ha med flera korrosionsforskare i referensgruppen.

MB framförde att Östhammars kommun vill ha möjlighet att delta med både en politiker och en expert. Experten kan verka för både Östhammars och Oskarshamns kommuner. JS framförde att även MKG kommer att behöva experthjälp för att förstå dessa frågor. KA svarade att SKB inte har några invändningar mot att kommunen har med en expert och en politiker vid kommande möten. Även andra organisationer i referensgruppen kan adjungera någon expert vid behov. Kjell betonade dock att det viktigt att gruppen inte blir för stor och att nuvarande omfattning är ändamålsenlig. Det finns en bra expertinsyn med dem som nu sitter runt bordet.

MG framförde att det är bra med öppenhet. Det här är ett bra sätt för att få information men MG tycker inte att detta sätt att jobba på är optimalt. Milkas saknar både kompetens och pengar för ta hjälp av en specialist. SKB borde överväga att lämna över kontrollen till en bredare grupp. KA framförde att det inte går att komma ifrån rollfördelningen. Det är SKB som har ansvaret för att ta fram ansökan och det underlag som den ska vila på.

GH föreslog ett sätt för att höja statusen på gruppen/arbetet, oberoende av vilka resultat som framkommer från försöken. Om försöken skulle visa att koppar inte korroderar av vatten så skulle GH kunna ta fram en person som kan ta del av och kommentera resultaten. Någon som är övertygad om motsatsen, det vill säga att koppar korroderar i vatten utan molekylärt syre.

KA: SKB kan komma att hålla seminarier i samråd med referensgruppen när projekten är färdiga. Intentionen är att resultaten ska publiceras vetenskapligt. Det kan också vara av intresse att rapportera hur själva processen med referensgruppen har fungerat. Det är inte slutgiltigt bestämt hur länge referensgruppen ska finnas, men åtminstone tills dess resultaten från de två projekten är klara och har kunnat diskuteras, sedan kan man diskutera om man eventuellt ska fortsätta.

### *Tidsplan*

CLe: Finns det någon tidsgräns för arbetet? Är det möjligt att förlänga försöken om man skulle vilja det?

PW: Det finns ingen tidsgräns. Försöken påverkar inte SKB:s planering för ansökningarna eftersom SKB bedömer att denna fråga inte på ett avgörande sätt påverkar säkerheten för slutförvaret.

JS: Jag har två frågor som inte har tagits upp. Den första handlar om hanteringen av LOT-försöken. Paket S2 borde tas upp eftersom korrosionen i LOT A2 skulle kunna vara korrosion i en syrefri miljö och frågan om vilken miljö som finns vid LOT-paketet, syresatt eller syrefri, är en viktig fråga att utreda. Vad har SKB för planer med LOT S2-paketet?

För det andra borde SKB genomföra fleråriga laboratorieförsök med koppar i sådan miljö som kommer att finnas i förvaret. Sådana försök har tidigare genomförts med titan. Det är viktigt att starta långtidsförsök med koppar nu eftersom det finns behov av att visa att koppar inte korroderar i syrefri miljö. Resultaten kan påverka prövningsprocessen.

PW: LOT S2-försöken ska pågå ett tag till. Nästa år kommer de första delarna av prototypförvaret att brytas. Vi tar gärna emot synpunkter på hur vi ska använda försöken på bästa sätt.

JS: SKB säger att resultaten från försöken inte påverkar säkerhetsanalysen, men resultaten kommer kanske att presenteras och diskuteras på det kommande samrådsmötet om säkerhetsanalysen den 3 maj? Vi vill gärna samråda om SR-Site.

SKB: Det tillkommande samrådsmötet i maj kommer inte direkt att handla om resultat från säkerhetsanalysen. SKB har bjudit in till samråd om säkerhetsanalysens roll i miljökonsekvensbeskrivningen. Allan Hedin kommer att vara med och kort presentera upplägg och arbete med SR-Site.

JS: Jag föreslår att LOT-försöket kan ges samma öppenhet som det nu aktuella projektet

PW: Det skulle kunna vara möjligt.

## 5 Analys av koppar i förslutet provrör

Kenneth Möller, SP presenterade de genomförda försöken av korrosion av koppar i rent syrefritt vatten, se bilaga D.

År 1990 fick SP i uppdrag av Statens Kärnbränslenämnd att upprepa Hultqvists försök från 1986. Hultqvist hade i sina försök observerat olika kulörer på koppartråd i provrör förslutna med palladium-bleck jämfört med koppartråd i provrör förslutna med platina-bleck<sup>1</sup>. Några år senare, 1989, publicerade Hultqvist en artikel, "Comments on hydrogen evolution from the corrosion of pure copper".

SP utförde två försök, dels med kopparbleck och dels med koppartråd. Vid försöken var provrören vertikalt placerade, med cirka en centimeter vatten ovanför kopparblecken. (Försöken publicerades av SKI i rapport 95:72)

### ***Bild - Försök 1***

Provberedningen utfördes av Gunnar Hultqvist. Vid försöken användes kopparbleck, eftersom det är lättare att undersöka bleck än tråd. Provrör av kvartsglas användes, vilka släpper

---

<sup>1</sup> Provrören förslutna med platinableck (Pt) släpper inte igenom vätgas. Provrören förslutna med palladiumbleck (Pd) släpper igenom vätgas, varvid eventuell korrosion med vätgasutveckling kan fortgå.



igenom vätgas. Förutom det felaktiga materialvalet (kvarrtsglas) påpekade GH att förslutningen skedde i illaluktande luft på SP.

GH: Temperaturen vid försöken var 50° C. Det är viktigt att vätskan inte kommer i kontakt med Pt- eller Pd-förseglingen.

KM: Vätskan var inte i kontakt med förseglingen.

### ***Bild - Försök 2***

Vid försöket användes provrör av sodaglas och koppartrådar. Försöket rapporterades för 19 år sedan och en viss skillnad kunde observeras mellan Pd och Pt förslutna rör. I höstas fick debatten om kopparkorrosion mycket utrymme i media. I samband med omflyttningar på SP hittades i höstas ett Pd-förslutet provrör med koppartrådar från ”försök 2” i en skrivbordslåda, som alltså legat bortglömt under cirka 20 år. Det hade blivit liggande eftersom inga försök hade gjorts med detta provrör då motsvarande platinaförslutna provrör hade skadats. KM kontaktade SKB för att se om det fanns något intresse av att göra något med provröret.

Fogmaterialet ”Torr Seal” är en polymer, som visserligen inte är 100 procent tät, men det bästa som går att uppbringa. Det ger en så gastät fog att det är kompatibelt med Ultra Hög Vakuum (UHV) utrustningar.

GH: Kopparjoner fälls ut på metall. Analysera därför förslutningsblecket med en metod med informationsdjup i nm-området. Går det att finna koppar på Pd-ytan?

PS: Provröret har legat i en skrivbordslåda, det vill säga horisontellt. Vatten har därför varit i kontakt med Pd-blecket, vilket gör att väteporten och därmed korrosionen bör vara liten. Detta är också vad som kan observerats på Kenneth Möllers bilder av provröret med koppartråd. Till och med kondens på Pd-ytan minskar drastiskt dess katalytiska effekt och därmed väteporten.

### ***Bild - Öppnande av provrör***

KM: Det är möjligt att mäta pH och göra läckttester på Pd-förslutningen.

GH: Om läckttester ska göras, är det viktigt att öppna röret i vakuum.

JS: Vore intressant att mäta innehållet av vätgas, är det möjligt?

KM: Det kan vara svårt.

### ***Bild – Trådar***

GH: Kan man uppskatta hur trådarna skulle sett ut om förslutningen varit av platina? Det borde gå att räkna ut med utgångspunkt från hur mycket syre det fanns i provrören när de förslöts.

KM: Vi har inte räknat på detta.

KM: Man kan inte se i provröret att något påtagligt har hänt (dvs några tecken på korrosion).

GH: Om det hade hänt något borde man kunnat se detta.

### ***Bild - Vatten***

GH: Varför är det intressant att mäta pH? Det ändras inte av korrosionsreaktionen.

MG: Till vem ställs dessa förslag? Referensgruppen? Vem betalar? SKB? Vad är SP – en myndighet? Vad hände egentligen: du hittade ett provrör i skrivbordslådan och ringde till SKB?

KM: SP, Sveriges tekniska forskningsinstitut, var en myndighet fram till 1995, då det privatiserades. SP är numera ett aktiebolag som är helägt av staten. Provröret hittades i höstas. Strax innan provröret hittades hade jag läst en artikel om kopparkorrosion och därför ringde jag upp SKB.

### ***Bild - PD-bleck och provrör***

PS: Det är viktigt att använda ESCA för att undersöka Pd-ytan på insidan för att se om dessutom koppar har fällts ut där.

KM: Det är riktigt.

### ***Bild – Tidsplan***

Mätningarna kommer att ta några månader.

### ***Diskussion***

MG: Man får alltså inte skaka provrören?

GH: Nej, provröret får inte skakas. Det är inte heller bra att provröret har legat horisontellt. Vätskan har varit i kontakt med blecket. Det är därför inte intressant att undersöka koppartrådarna, utan bara Pd-blecket.

PS: Det är ett så kallat icke-kontrollerat försök.

GH: Transport av vätgas är cirka 100 gånger långsammare i vätska än i gas.

PW: Varför transporteras vätgas så långsamt?

GH: Transporten av vätgas är cirka 100 gånger långsammare i vatten än i luft. Koppar fälls ut på Pd-blecket, vilket minskar transporten av väte genom blecket.

JS: Kan man montera Pd-blecket torrt och testa om det går att transportera väte genom det?

PS: Pd som ligger i vatten är inte någon effektiv katalysator.

GH: Det får inte heller vara för torrt eftersom vatten hjälper till med dissociationen. Ett halvt monolager av vattenmolekyler är nog en lämplig tjocklek.

MG: Kommer SKB att lägga fram en forskningsplan, innan försöken startas?

PW: Ja! Det måste finnas en beskrivning av de undersökningar som skall göras, innan man startar.

MG: Vi skulle behöva cirka sex månader att gå igenom forskningsplanen, men vi har inte kompetensen själva utan måste få hjälp med detta. Är det SKB som betalar?

PW: Nej, så länge har vi inte tänkt att det ska dröja innan vi sätter igång med försöken. SKB betalar för försöken.

MB: Hur kommer SSM att involveras?

PW: SSM kommer inte att involveras. De har valt att inte delta i referensgruppen. Normalt diskuterar SKB inte upplägg eller analyser med SSM, utan bara resultaten.

CLe: I SKB:s inbjudan framgår att frågeställningen om korrosion i syrefritt vatten ska ges en allsidig belysning. Analyserna av provröret kan ge värdefulla resultat, men är ingen allsidig belysning. Gör försök på laboratorier med erkänd kompetens på området. Börja från början, upprepa de försök som är gjorda.

CLi: Det kommer vi att göra. Försöket med det upphittade provröret kommer först eftersom det inte kräver så stora förberedelser.

PW: Vi vill passa på att använda de möjligheter det gett oss.

KA: SP kommer att ta fram en projektbeskrivning som skickas ut för synpunkter och kommentarer.

## 6 Planerat försök med gasutveckling

Christina Lilja redogjorde för de två försök som planerats för att mäta gasutveckling, se bilaga E.

### Diskussion

GH: Kan ni tänka er att diskutera med något annat laboratorium än Ångströmlaboratoriet vid Uppsala Universitet? Jag vet åtminstone fem laboratorier i USA som ofta har liknande uppdrag.

CLi: Ångströmlaboratoriet kommer åtminstone att få göra en förstudie. Vi har inte bestämt var huvudexperimenten ska göras. Vi tar gärna emot namn på andra laboratorier.

MG: Jag förstår inte omfattningen av experimenten. Normalt låter man väl ett par, tre laboratorier genomföra analyser, oberoende av varandra.

GH: Apparaturen kostar för mycket för att låta experimenten utföras på mer än en plats.

MG: Är det möjligt att ha med en oberoende observatör då analyserna utförs?

CLi: Vi får fundera på detta.

CLe: Detta är ett bra initiativ och vore ännu bättre om det görs på fler laboratorier. Det är även viktigt att inkludera effekter av strålning, eftersom strålning har en accelererande effekt på korrosionen. Redan strålning med låg energi påverkar, till och med solstrålning, och speciellt när det handlar om så låga reaktionshastigheter. Gör en uppställning med strålning och en utan.

CLi: Vi tar till oss synpunkterna.

MB: Vad jag förstår så kommer försöken att utföras med extremt rena material och rent vatten. Hur går det då att koppla tillbaka resultaten till verkligheten nere i berget? Borde inte försöken göras under realistiska förhållanden?

CLi: Det måste vara extremt rent för att man ska kunna tolka resultaten. Man måste ha kontroll och bara variera en faktor i taget. Detta försök är en pusselbit i arbetet med att förstå korrosion av koppar. I säkerhetsanalysen gäller det att förstå alla mekanismer och koncentrera sig på de viktigaste.

JS: LOT-försöken visade omfattande korrosion av koppar. Kan man upprepa dessa på ett laboratorium? Kanske kan LOT S2 ge svaren.

CLi: LOT-försöken är inte kontrollerade till 100 procent.

JS: Just därför bör man upprepa dem på ett laboratorium. LOT-försöken visar resultat som inte var förväntade.

PW: Vi är inte här för att diskutera LOT-försöken.

GH: SKB vill upprepa försök som gjordes för länge sedan. Ska ni inte ha högre ambitioner än så?

PW: Vi vill upprepa försöken eftersom vi inte är övertygade av de resultat som framkom, men vi vill inte heller påstå att resultaten är felaktiga.

GH: Det är feltänkt. Man vill veta jämviktstrycket,  $10^{-12}$  eller  $10^{-3}$  millibar.

PW: Det är klart att vi vill veta vätgastrycket.

PS: Kan nästa steg vara att använda anoxiskt saltvatten och steget därefter att göra försök i Äspö? Kommunerna vill se att experimenten närmar sig verkligheten.

PW: Koppar är stabil vid pH 3-4 eller högre.

PS: Korrosion av koppar pågår även vid högre pH, exempelvis vid pH 7.

PW: Det är ointressanta reaktioner, eftersom de sker i så liten grad. Partialtrycket är endast  $10^{-12}$  millibar.

PS: Vätgastrycket är högt i saltlösningar.

PW: Det blir alltid höga kopparkoncentrationer i saltlösningar. Koncentrationen minskar dock med ökat pH och är endast en tiondel vid pH 5 jämfört med vid pH 4.

PS: Koppar korroderar i saltvatten som håller pH 7. Ett första steg kan vara att mäta korrosion i destillerat vatten och som nästa steg lägga på strålning. Steg tre kan vara att tillföra salt till vattnet. Säkerhetsanalysen tar bara hänsyn till närvaro av sulfid. Man förutsätter att det inte blir någon effekt av salt eller strålning. Det är dock viktigt att även ta med inverkan av salt och strålning.

PW: Man måste både ha en allmän kunskap och kunskap om de grundläggande mekanismerna innan man kan ta steget till verkligheten. Vad är till exempel effekten av olika kloridkoncentrationer?

JS: Det är viktigt att kunna beskriva processen. SKB kan inte visa i laborieförsök att korrosionshastigheten är så låg som ni antar i säkerhetsanalysen. Ni har inte gjort laborieförsök som simulerar förvarsmiljön.

PW: Vi har gjort kontrollerade försök i laboriet. Försöken i Äspö, till exempel LOT-försöket, är inte genomförda under lika kontrollerade förhållanden. LOT-försöken visar att korrosionen stämmer med mängden kvarvarande syre då försöket startades.

GH: Det räcker inte med att upprepa experimenten. SKB måste visa att de vätgastryck som uppmäts är låga, i storleksordningen  $10^{-10}$  millibar.

## 7 Planering av kommande möten

Kjell Andersson summerade förslagen på de två experimenten. SP får i uppdrag att ta fram en projektbeskrivning för analyserna av det upphittade provröret. Projektbeskrivningen skickas till referensgruppen för synpunkter. Ångströmlaboratoriet (lett av Yvonne Andersson) gör en förstudie vad gäller försöken med gasutveckling. På nästa möte presenteras förstudien och diskuteras hur vi går vidare. Efter detta kan det bli aktuellt att diskutera påverkan av kloridhalter, strålning med mera.

Nästa möte bestämdes till den 7 juni, klockan 9.00-12 på SKB i Stockholm. Med reservation för att mötet kan senareläggas om inte förstudien eller projektbeskrivningen för provröret är klara.

## 8 Avslutning

Peter Wikberg tackade för att intressant möte med en konstruktiv diskussion.

Organisatoriska frågor. Kjell skickar ut projektplanen för ”Korrosion i syrefri miljö” ”digitalt”. Visade presentationer skickas ut med anteckningarna.