



På Kärnavfallsrådets symposium "Bufferten och återfyllningen som kopparkapselns beskyddare – vad vet vi idag" fick många av deltagarna för första gången en möjlighet att se och känna på bentonitleran. Hårdare och tyngre än väntat var en vanlig kommentar.

## Symposium om slutförvarets buffertzona

# Kunskapen är god men än finns en rad olösta frågor kvar

I den ansökan som SKB har lämnat in om att få bygga ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark har bufferten av bentonit en nyckelroll. Att den verkligen fungerar är avgörande om förvaret ska klara den långsiktiga säkerheten.

Trots många år av forskning om hur slutförvarets barriärer ska vara utformade finns det fortfarande obesvarade frågor kvar. Kärnavfallsrådet anordnade därför ett symposium i Oskarshamn i juni 2011. Syftet var att fastställa dagens kunskapsläge, hur det samlade forsknings- och utvecklingsarbetet har tillvaratagits samt att låta SKB ge sin syn på vad som återstår att göra.

I SKB:s beskrivning av hur ett slutförvar ska vara utformat är kop-

parkapseln den enskilt viktigast komponenten. Dess funktion, som en långsiktig barriär, är dock i hög grad beroende av bentonitbuffertens förmåga att skydda kapseln från korrosiva ämnen i grundvattnet.

Bentoniten ska förutom att skydda kapseln från korrosiva ämnen i grundvattnet även ha en god svällningsförmåga i vatten, ha en god kemisk och fysikalisk stabilitet samt vara motståndskraftig mot erosion.



Bentonitleran har haft en central roll i alla de förvarsutformningar som SKB:s har presenterat genom åren. Därför finns det idag mängder av vetenskapliga artiklar och rapporter publicerade som behandlar de flesta olika aspekter rörande egenskaper och funktion. Trots att kunskapen hela tiden ökar tillkommer nya utmaningar vilket gör att det fortfarande finns ett behov av forskning och teknikutveckling. Att berget i Forsmark är relativt torrt är en av de faktorer som måste studeras närmare. Lite vatten i förvaret innebär att det kommer att ta lång tid från det att kopparkapslarna har kommit på plats till dess att bentoniten har fått önskad vattenmättnad och värmeledningsförmåga. En konsekvens kan bli att temperaturen stiger mer än önskvärt och att risk för både korrosion och erosion ökar.



*Om bentoniten är avgörande för hela slutförvarets utformning finns det, enligt Willis Forsling, goda skäl att ställa frågan om det finns några avgörande negativa egenskaper hos leran som kan bli ett hot mot säkerheten.*

Willis Forsling, professor emeritus i oorganisk kemi och ledamot i Kärnavfallsrådet, inledde symposiet med att ställa ett antal frågor där han önskade klarläggande från SKB.

Enligt Willis Forsling utgår hela SKB:s tekniska system från en grundtanke om att kopparkapseln är kungen i konceptet och att den därför ska skyddas till varje pris. Ett jobb som till stor del faller på bufferten och den bentonitlera som ska användas. Därför måste både dess funktionalitet och eventuella säkerhetsbrister synas extra noga.

Några av de punkter som Willis Forsling tog upp var vilken mineralsammansättning som är optimal, om partikelstorleken har någon betydelse och hur proportionen kalcium eller natrium i leran påverkar risken för buffererosion.

En annan fråga som aktualiserats av att berget i Forsmark är torrt och att det därmed tar långt tid innan bentoniten kommer att bli vattenmättad, är hur transporten av olika mineral och joner i bufferten kommer att påverkas och om det i sig kan påverka den långsiktiga säkerheten negativt.

– Bufferten ska hindra eller fördröja utsläpp av radionuklider från en skadad kapsel. Har SKB tillräckliga kunskaper om hur lång tid det tar och på vilket sätt olika radionuklider kan diffundera genom bufferten och vilken roll detta spelar i säkerhetsanalysen?

Även designen av bufferten väcker, enligt Willis Forsling, fortfarande en del frågor. Fördelningen mellan bentonit i form av pressade block och pellets i återfyllningen är ett exempel. Om det finns en ökad risk för erosion med en hög andel pelleterad bentonit var en av de frågor som Kärnavfallsrådet vill ha svar på från SKB.

Om bentoniten är avgörande för hela slutförvarets utformning

finns det, enligt Willis Forsling, goda skäl att ställa frågan om det finns några avgörande negativa egenskaper hos leran som kan utgöra ett hot mot säkerheten.

– Finns det någon risk att bentoniten i sig driver på kopparkorrosionen? Och kan det torra berget göra att vattenmättnaden och därmed svälltrycket blir ojämnt och att det leder till att även trycket mot kapslarna blir ojämnt och orsakar korrosion?

### SKB anser sig ha svar

På plats i Oskarshamn fanns en rad representanter för SKB. Patrik Sellin, som är ansvarig för SKB:s forskningsprogram om buffert och återfyllning, och Esther Jonsson höll var sitt föredrag och svarade på de frågor som Willis Forsling och delar av publiken ställde.

– Vi anser att vi har svar på de flesta frågor som finns kring buffertens utformning och bentonitens egenskaper. Tyvärr skulle det behövas ett eget symposium för varje delfråga om vi skulle hinna med att berätta allt det vi har kommit fram till under den forskning som har pågått sedan 1970-talet, konstaterade Patrik Sellin i inledningen av sitt anförande.

Grundtanken med att ha en buffert bestående av bentonitlera fanns med i de första skisserna som SKB tog fram över hur ett slutförvar skulle kunna utformas. Enligt Patrik Sellin var det rätt tänkt då – och är rätt tänkt idag.

Bentonitlera är inte någon enhetlig produkt utan ett naturmaterial vars sammansättning varierar beroende på var den kommer ifrån. SKB har därför satt upp en rad villkor för vad den ska innehålla och vad som ska finnas där i så liten mängd som möjligt. Den bentonit som ska användas i deponeringshålen ska innehålla omkring 80 procent montmorillonit, ett mineral med goda svällningsegenskaper, den får maximalt innehålla 0,5 procent sulfid, en procent svavel och en procent organiskt material.

För den bentonit som ska användas som återfyllningsmaterial är kraven lägre.

– Vi har inga svårigheter att få tag på lera med rätt sammansättning. De finns en rad leverantörer i världen som klarar kraven.

En av de vanligaste frågorna är om det är bättre att välja en lera med en hög andel kalcium eller om lera med en hög andel natrium är att föredra.

– Fördelen med en bentonitlera med mer natrium är att den sväller snabbare i kontakt med vatten. Men i praktiken är frågan inte viktig eftersom grundvattnets kemi kommer att se till att leran med tiden innehåller både natrium och kalcium, oavsett vad bentoniten innehåller när vi stoppar ner den i förvaret.

Att en del av bentoniten kommer att erodera är rimligt att anta men enligt Patrik Sellin är det i praktiken inte något stort problem i deponeringshålen. Teoretisk skulle dock en stor förlust av bentonit kunna resultera i att kopparkapseln exponeras för sulfider i grundvattnet vilket i sin tur kan leda till en ökad korrosion.

– Det är fullt möjligt att blanda in gips med en hög andel kalcium i bentoniten för att på så sätt minska risken för erosion. Tyvärr vet vi inte om de material som vi tillför leran kommer att stanna kvar och därför har vi valt att inte använda oss av någon form av tillsatser.

Att berget i Forsmark är ovanligt torrt är i sig en egenskap som ofta har lyfts fram som en fördel men för bufferten skapar det en rad specifika problem. Bland annat kommer det att ta allt från några få upp till flera hundra år innan bentoniten i deponeringshål och tunnlar är helt vattenmättad.

– Vi måste räkna med att de flesta deponeringshålen inte är vat-

*– Vi har inga svårigheter att få tag på lera med rätt sammansättning. De finns en rad leverantörer i världen som klarar kraven, säger Patrik Sellin.*



tenmättade när kopparkapslarna är som varmast. Det är ett faktum som kanske kommer att påverka hur vi slutligen designar förvaret.

Med lite tillgängligt vatten ökar temperaturen i hela förvarssystemet. Kanske kommer det att tvinga oss att öka avståndet mellan kapslarna.

Hur olika mineralen kommer att röra sig i leran under den uppvärmda fasen är ett annat tvisteämne. Till exempel kan järnmineral ha redoxeffekter åt det ena eller andra hållet.

– Om det är bra eller dåligt har vi ingen riktig koll på idag. Men det finns ingen grund för oss att sätt upp några kvantitativa krav för mineraler. Det är svårt att avgöra om det har någon betydelse om leran består av fem eller tio procent järnmineral. Det är först om vi skulle upptäcka att det finns problem med olika mineralsammansättningar som vi får överväga om det behövs några specifika krav. Just nu finns det ingenting som tyder på att det skulle vara någon avgörande skillnad mellan olika typer av bentonit. Hittills har vi dock undersökt alltför få olika leror för att kunna dra några slutgiltiga slutsatser.

En slutsats som fick Willis Forsling att skjuta in att han inte gillar resonemang av typen; det finns inget som tyder på att...

– Alla sådana påståenden måste verifieras genom forskning.

– Om vi inte kan se några skillnader är det svårt att säga vad de skillnader som kanske ändå finns beror på, blev Patrik Sellins svar.

Esther Jonssons föredrag handlade framförallt om produktion och installation av buffert och återfyllning samt om hur SKB har tänkt kontrollera resultatet.

– En stor del av vårt arbete går ut på att utveckla metoder som gör det möjligt att arbeta snabbt och effektivt när det blir dags att börja återfylla deponeringstunnlar. Totalt handlar det om 200 ton bentonit som varje dag ska placeras på exakt rätt plats.

Utmaningen är inte att hitta en teknik som fungerar en gång. Svårigheten är att ta fram en metod som fungerar om och om igen i ett högt tempo utan att riskera säkerheten. Bland annat får man inte tappa de upp till två ton tunga bentonitblocken i deponeringshålen. För att minimera den risken lyfts blocken med hjälp av tre separata system som vart och ett på egen hand kan hålla den tänkta vikten.

I de sprängda tunnlarna med skrovliga väggar kommer det inte att vara möjligt att använda enbart block av bentonit. Närmast berget måste därför bentonit i form av pellets eller kuddar sprutas in. En fråga som intresserade deltagarna på symposiet var om det leder till en lägre densitet i ytterkanten och om det i så fall kommer att få några konsekvenser. SKB:s svar var att i vattenmättade tunnlarna kommer det

totala svältrycket att bli så högt att det i praktiken inte kommer att bli någon betydande skillnad mellan de olika formerna av bentonit.

Pressningen av bentonitblocken togs upp för diskussion på symposiet, frågan är om bentoniten ska pressas i maskiner där all kraft kommer från ett håll eller om det är bättre om trycket kommer från alla håll samtidigt. Enligt Esther Jonssons har SKB valt att använda enaxliga pressar, där all kraft kommer från ett håll, men att de är öppna för att byta metod om den visar sig vara bättre.

– De block som vi har testat att pressa med den enaxliga metoden uppfyller alla de kvalitetskrav som vi ställer.

Efter föredragen fanns det tillfälle för alla deltagare att ställa frågor till SKB. Dessa handlade om allt från vad som händer om en kapsel går sönder till hur bentoniten påverkas av joniserande strålning.

## Ner på djupet

Under symposiet fick samtliga deltagare även en möjlighet att besöka SKB:s underjordiska berglaboratorium Äspö för att få ett tillfälle att med egna ögon se hur det framtida förvaret kan komma att se ut. För många av symposiedeltagarna var det första gången de fick se och ta på bentonit, känna hur kompakta de pressade blocken är och jämföra olika former av pelleterad bentonit. Många uttryckte en förvåning över att den både var mer kompakt och hårdare än vad de hade föreställt sig.

Avslutningsvis fick alla även ett tillfälle att gå på djupet i frågan. Efter en hissresa 500 meter ner i urberget fick deltagarna med egna ögon se hur prototypförvaret ser ut. De experiment som gör på platsen har gett SKB en möjlighet att studera samverkan mellan lerbuferten som finns runt kapslarna och tunnlarnas återfyllning.



*I SKB:s underjordiska berglaboratorium Äspö fick deltagarna vid Kärnavfallsrådets symposium även se hur ett deponeringshål, där kopparkapslarna ska placeras, kan komma att se ut om slutförvaret blir verklighet.*

### Kontakter hos Kärnavfallsrådet:

Holmfrídur Bjarnadóttir, kanslichef, tel 08 - 405 27 28

Peter Andersson, kanslisekreterare, tel 08 - 405 20 94

Karolina Brogan, biträdande sekreterare, tel 08 - 405 24 37

**KÄRNAVALLSRÅDET**  
Swedish National Council for Nuclear Waste