

# Lägesrapport säkerhetsanalysen SR-Site

Samrådsmöte 3 maj 2010

Allan Hedin



## Disposition

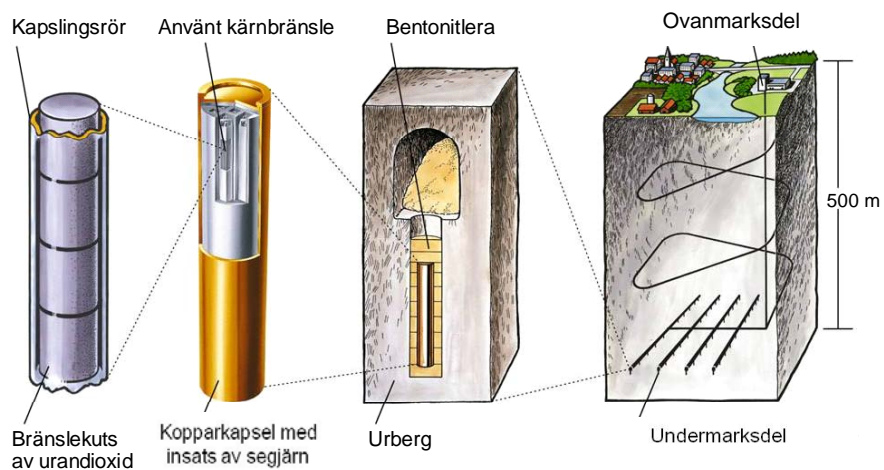
- Vad är en säkerhetsanalys?
- Säkerhetsanalysen SR-Can – bakgrund, syften och resultat
- Den pågående säkerhetsanalysen SR-Site



## Vad är en säkerhetsanalys?

- Ska svara på frågan "Är förvaret långsiktigt säkert?"
  - Kan förvaret i framtiden innebära en risk för närboende?
  - Metoder för analys etablerade genom internationellt samarbete
- SSM:s föreskrifter
  - Risken att drabbas av cancer eller ärftliga skador får inte överskrida en på miljonen per år. Omräknat till dos svarar det mot ungefär en procent av bakgrundsstrålningen som är 1 mSv/år
  - Säkerhetsanalysen ska omfatta en miljon år efter förslutning
  - Riskkriteriet mest användbart 100 000 år efter förslutning

## KBS-3-förvaret

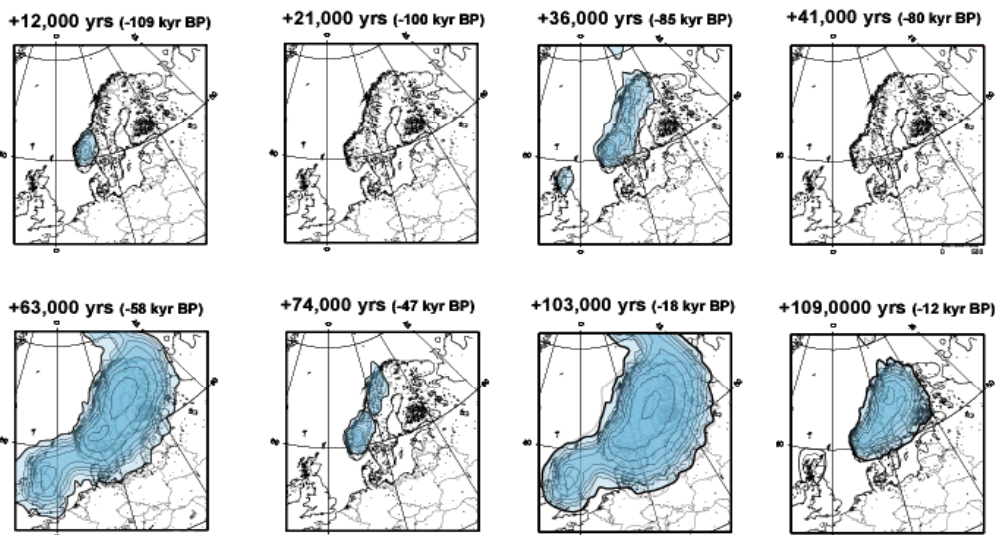


- Primär säkerhetsfunktion: Fullständig inneslutning
- Sekundär säkerhetsfunktion: Fördröjning

## Förvarets utveckling – huvudscenariot

- Hur ser förvaret ut från början?
  - Platsundersökningar
  - Specifikationer av kapsel, buffert, återfyllning, etc.
- Vad händer på sikt?
  - Vilka processer styr den långsiktiga utvecklingen?
  - Jobbar med olika scenarier, dvs olika alternativ för den framtida utvecklingen
  - Viktig faktor: Klimatförändringar – både istider och varmare klimat
- Huvudscenariot = "rimlig" utveckling
  - Upprepning av senaste 120 000-åriga istidscykeln
  - Vad händer då med förvaret?
  - Studerar värmeutveckling i berget, grundvattenrörelser, jordskalv, buffertens stabilitet, korrosion av kopparkapslarna etc.
  - Viktiga frågor:
    - Kan kapslar gå sönder?
    - Vilka blir i så fall konsekvenserna?

## Inlandsisen i huvudscenariot



## Ytterligare scenarier (1/2)

- Huvudscenariot "lär oss" vilka typer av påfrestningar förvaret utsätts för
- Kan påfrestningarna bli värre än i huvudscenariot?
- Ytterligare scenarier för att studera detta
- Exempel: En is ovan förvaret gör att kapslarna kan utsättas för höga tryck och eventuellt skadas. Inga sådana skador i huvudscenariot SR-Can – men:
  - Kan isen bli tjockare och därmed trycket högre än i huvudscenariot?
  - Kan bufferten ge högre tryck på kapseln än i huvudscenariot?
  - Missade konstruktionsfel i kapselns insats?
- I ett "tryckscenario" analyserar vi sådana frågor
  - Utvärderar på så sätt osäkerheter som inte togs hänsyn till i huvudscenariot
  - Målet: Att utröna om kapslar på *något* sätt kan skadas av höga tryck

## Ytterligare scenarier (2/2)

- Motsvarande för kapselskador orsakade av
  - korrosion av kopparhöljet – **Korrosionsscenario**
  - jordskalv – **Jordskalvsscenario**
- Om kapslar går sönder i ett scenario
  - Vi beräknar vilka konsekvenserna blir för omgivningen
  - Scenariot bidrar till den totala riskbilden för förvaret

## Hantering av information och data i säkerhetsanalysen

- Arbetar systematiskt med att hitta alla processer av betydelse för den långsiktiga säkerheten
- Kunskapen om varje process dokumenteras
- Detta ligger till grund för vår hantering av processerna i säkerhetsanalysen
  - Vissa processer försummas
  - Andra hanteras genom enkla beräkningar
  - Många studeras i egna datorsimuleringar
    - Vattenmättnad av buffert och tunnelåterfyllning
    - Uppvärmning av kapsel/buffert/berg
    - Grundvattenflöde i berget
    - Transport av radionuklider om en kapsel skulle skadas
- Kräver expertkunskaper och gedigen erfarenhet

## Säkerhetsanalysen SR-Can: Bakgrund, syften och resultat

## Allmänt om SR-Can

- Publicerades i november 2006
- Platsdata från inledande steg i undersökningar av kandidatplatserna Forsmark och Laxemar
- Var ett förberedande steg för säkerhetsanalysen SR-Site. SR-Site ingår i SKB:s ansökningar om ett slutförvar.
- SR-Can var inte del i någon ansökan
- SR-Can interimrapport 2004, granskad 2005
  - Granskarnas synpunkter omhändertagna i slutrapporten SR-Can



## Syften med SR-Can

- Att preliminärt bedöma säkerheten för KBS-3 förvar vid Forsmark och Laxemar
- Att ge återkoppling till kapselutveckling, till anläggningsutformning för slutförvaret, till fortsatta platsundersökningar, till SKB:s program för forskning kring frågor av betydelse för långsiktig säkerhet samt till kommande säkerhetsanalyser samt
- Att bereda SKI och SSI tillfälle att granska SKB:s preliminära säkerhetsanalys inför tillämpningen i ansökan om att uppföra ett slutförvar för använt kärnbränsle

## Exempel på slutsatser i SR-Can: Uppfyllelse av riskkriterium

- Inga kapselbrott bedöms inträffa under den första perioden av tempererat klimat, som förväntas sträcka sig flera tusen år framåt
- Ett förvar vid Forsmark bedöms uppfylla SSI:s riskkriterium
- Ett förvar vid Laxemar bedöms preliminärt uppfylla SSI:s riskkriterium – men mer representativa data krävs

## Exempel på slutsatser i SR-Can: Frågor relaterade till framtida istider

- Frysning av en intakt buffert bedöms uteslutet – också för mycket pessimistiskt valda klimatförhållanden
- Kapselskador till följd av isostatisk last bedöms uteslutet – också för mycket pessimistiskt valda klimatförhållanden
- Syrenedträngning bedöms preliminärt som uteslutet – också för mycket pessimistiskt valda förhållanden
- Riskbidraget från jordskalv bedöms som litet
- Buffertmaterial kan förloras då bufferten utsätts för glaciala smältvatten, men omfattningen är osäker – ytterligare studier krävs
- Omfattande förlust av buffert kan leda till kapselskador i mycket långa tidsperspektiv
- En förlängd period av varmt klimat (ökad växthuseffekt) före nästa istid bedöms i huvudsak som positivt för förvarets säkerhet

## Återkoppling från SR-Can – om vad vill vi veta mer?

- Flera osäkra faktorer hanterades pessimistiskt
  - För dessa är det angeläget att förbättra kunskapsläget till SR-Site
    - Bufferterrosion, fysikalisk övre gräns
    - Hydraulisk tolkning av berget i Forsmark
- Andra faktorer hanterades med metoder som inte var färdigutvecklade
  - Spridning av radionuklider i biosfären
  - Möjligheten att syre tränger ned till förvaret vid en istid
  - Grundvattnets sulfidhalt (svavelförening som korroderar kopparkapseln)

## Granskning och samråd av SR-Can (1/2)

- Granskad av SKI/SSI inom ramen för det regeringsbeslutade samrådet under SKB:s platsundersökningskede
  - Bred remiss till berörda kommuner, miljöorganisationer med flera
  - Tre internationella expertgrupper och en rad enskilda experter bistod SKI/SSI
- Slutsatser i SKI/SSI-rapport mars 2008:
  - SKB:s metodik för säkerhetsanalys är i huvudsak i överensstämmelse med myndigheternas föreskriftskrav, men delar av metodiken behöver vidareutvecklas inför en tillståndsansökan
  - SKB:s kvalitetssäkring av säkerhetsanalysen är otillräcklig
  - Inför tillståndsansökan behövs ett bättre kunskapsunderlag kring vissa kritiska processer med potentiellt stor påverkan på risken från slutförvaret, bland annat erosion av buffert i deponeringshål
  - SKB behöver styrka att det antagna initialtillståndet hos slutförvaret är realistiskt och uppnåeligt
  - Redovisningen av risken för tidiga utsläpp bör förstärkas

## Granskning och samråd av SR-Can (2/2)

- Vår hantering av SKI/SSI-granskningen
  - Identifierat över 200 punkter i SSM:s rapport att hantera i SR-Site
  - Dokumenterar hur varje punkt tas om hand i SR-Site; del av projektplanen
- Sammanfattning av SR-Can ingick i underlaget för samråd enligt miljöbalken med tema Säkerhet och strålskydd, 2007

## Säkerhetsanalysen SR-Site: Status och viktiga frågor

## SR-Site - allmänt (1/2)

- Pågår sedan april 2007
- Ingår i ansökningarna årsskiftet 2010/2011
- Tar hand om granskningssynpunkter på SR-Can
- Baseras på fullständiga data från platsundersökningen
- Betydligt mer omfattande dokumentation av hur vi avser att bygga förvaret
  - Dokumenteras i sex s.k. Linjerapporter som behandlar alla steg i produktions- och hanteringslinjen av
    - Bränslet
    - Kapsel
    - Buffert
    - Tunnelåterfyllning
    - Förslutning
    - Hålrums i berget

## SR-Site – allmänt (2/2)

- Omfattar Forsmark
  - Men många av analyserna görs för både Forsmark och Laxemar
  - Hela argumentationen kring platsvalet i särskild bilaga i ansökan; långsiktig säkerhet en tungt vägande faktor
- Arbetas fram på engelska och översätts till svenska
- I senare skeden kommer fler säkerhetsanalyser
  - Inför ansökan om drifttillstånd – då vet vi mer om berget
  - Inför ansökan om förslutning

## Status SR-Site

- Mycket av underlaget är klart eller under slutlig sakgranskning
- Omfattande beräknings- och analysarbete som underlag för huvudrapporten pågår
- För tidigt att presentera slutsatser
- Några viktiga frågor:
  - Bufferterrosion
  - Kopparkorrosion
  - Jordskalv

## Kan bufferten förloras genom erosion?

- Erosion av bufferten orsakad av utspädda grundvatten kunde inte uteslutas i SR-Can
- Förståelsen av processen var då otillräcklig och vi tvingades till pessimistiska antaganden
- Forskning om denna fråga har varit prioriterad sedan dess
- Bufferterrosion kan fortfarande inte uteslutas om grundvatten med tillräckligt låg salthalt träffar bufferten
- Den förbättrade förståelse av processen gör att den kan hanteras mindre pessimistiskt, därmed blir den beräknade omfattningen betydligt mindre än tidigare för ett utspätt grundvatten
- Dessutom kan grundvattnets sammansättning på lång sikt bedömas betydligt bättre än i SR-Can – i Forsmark beräknas grundvattnet bara i undantagsfall bli tillräckligt utspätt för att orsaka erosion
- Försiktigtvis kommer vi ändå att anta att utspädda vatten förekommer cirka 20 procent av tiden
- Detta ger omfattande buffertförlust i enstaka deponeringshål efter 100 000 år och i något tiotal hål efter en miljon år

## Kopparkorrosion

- Sulfid i grundvattnet bedöms ge de klart dominerande bidragen till korrosion
  - Med en intakt buffert finns betryggande säkerhetsmarginal till genombrott av kopparhöljet till följd av sulfidkorrosion under en miljon år
  - Om bufferten eroderats bort kan sulfidkorrosion möjligen orsaka genombrott av kopparhöljet på hundratusentals års sikt för enstaka kapslar i de positioner där grundvattenflödet är som högst
  - Konsekvenserna av detta blir preliminärt små i förhållande till SSM:s riskkriterium
- Syre i grundvattnet bedöms preliminärt inte ge något bidrag till korrosionen, annat än det lilla bidraget från syre som "stängs in" i förvaret under bygge och drift.
- Syre- och sulfidfritt grundvatten bedöms inte ge korrosion, baserat på tillgängligt vetenskapligt underlag
  - Vi gör en beräkning av vad det skulle betyda om kopparkorrosion i rent vatten enligt KTH-forskare verkligen förekommer
  - Borttransport av bildad vätgas sätter gräns för omfattningen
  - Resultatet visar att omfattningen blir en bråkdel av den för sulfid

## Jordskalv

- Ett kraftigt jordskalv är detsamma som en rörelse i en stor sprickzon i berget
- En sådan rörelse kan ge upphov till mindre rörelser (sekundärrörelser) i enskilda sprickor i berget
- Kraftiga jordskalv är ovanliga i Sverige
  - men kan inte uteslutas helt i långa tidsperspektiv
- Kapselskador till följd av jordskalv undviks genom att
  - placera kapslar med respektavstånd till de större sprickzoner där skalv kan förekomma
  - undvika deponeringshål som korsas av större enskilda sprickor där sekundärrörelser kan förekomma
- Om vi försiktigtvis antar...
  - att de största skalven som sprickzonerna i Forsmark kan hysa verkligen inträffar
  - att vår förmåga att hitta större enskilda sprickor är begränsad (vissa deponeringshål godkänns "av misstag")
- ...så kan vi inte helt utesluta att någon kapsel skadas på en miljon års sikt
  - Konsekvenserna av detta blir preliminärt små i förhållande till SSM:s riskkriterium

## Projektgruppen SR-Site



- Kastriot Spahiu, bränsle
- Christina Lilja, kapsel
- Patrik Sellin, buffert , återfyllning och förslutning
- Ignasi Puigdomenech & Birgitta Kalinowski, geokemi
- Raymond Munier, geologi
- Jan-Olof Selroos, grundvattenflöde och -transport
- Tobias Lindborg, biosfär
- Jens-Ove Näslund, klimat, istider
- Fredrik Vahlund, indata, QA beräkningar
- Martin Löfgren (Niressa), indata
- Christina Greis, radionuklidtransportberäkningar
- Kristina Skagius (Kemakta), biträdande projektledare, FEP-databas, intrångsfrågor, QA
- Christian Nyström & Ann-Mari Nissula, administration, QA
- Johan Andersson (JA Streamflow AB), koordinering med platsundersökningar och projektering, bergmekaniska frågor, mm
- Allan Hedin, projektledare, metodik, mm