

Mål nr M 1333-11	KBS-3-SYSTEMET	CLAB – CLINK	KÄRNBRÄNSLEFÖRVARET	2017-10-23	NACKA TINGSRÄTT Avdelning 2 SKB
Bakgrund och uppdrag	Metodval	Platsval	Säkerhet efter förslutning	MKB och samråd	INKOM: 2017-10-23 MÅLNR: M 1333-11 AKTBIL: 789



92 – Svar på domstolens frågor 4 och 5 (a, b) från 2 oktober

Mål nr M 1333-11	KBS-3-SYSTEMET	CLAB – CLINK	KÄRNBRÄNSLEFÖRVARET	2017-10-23	2	SKB
Bakgrund och uppdrag	Metodval	Platsval	Säkerhet efter förslutning	MKB och samråd		

## Domstolens frågor

4. I SKB:s presentation den 6 september, punkt 21 i förhandlingsordningen, har SKB redovisat ett hypotetiskt scenario där det antas att det är hål i kopparkölet på alla kapslar redan vid deponeringen. Har SKB i detta scenario räknat med att bufferten av bentonit är intakt? Har det någon betydelse för konsekvenserna om bufferten är kvar eller inte?

5. Frågor som ansluter till vad Peter Szakálos m.fl. anfört den 14 september:

a) Går det att beräkna hur många kapslar som kan ha hål i kopparkölet utan att riskkriteriet i 5 § SSM:s föreskrift 2008:37 kommer att överträdas? Går det att göra sådana beräkningar med tidsperspektiven 1 000 år respektive 100 000 år samt med antaganden om att bufferten med bentonit är intakt i alla hål respektive att bufferten inte är intakt i alla hål? Har SKB gjort sådana beräkningar och vad visar de i så fall?

b) Går det att beräkna dos/risk om det skulle vara så som Peter Szakálos m.fl. anfört, att "majoriteten av kopparkapslarna kommer att kollapsa redan inom 1 000 år"? Med "majoritet" kan här förstås cirka hälften av kapslarna. Går det att göra sådana beräkningar med antaganden om att bufferten med bentonit är intakt i alla hål respektive att bufferten inte är intakt i alla hål? Har SKB gjort sådana beräkningar och vad visar de i så fall?

c) I en presentation den 14 september har Peter Szakálos m.fl. tagit upp samverkans effekter avseende ett antal aspekter på kopparkorrosion, se bl.a. bild 1 och 24 i aktbilaga 690. Kan SKB närmare bemöta vad Peter Szakálos m.fl. anfört om att det finns osäkerheter kring samverkans effekter och att dessa effekter i de flesta fall är utforskade?

## SKB:s svar på domstolens frågor 4 och 5 om hypotetiska scenarier från 2 oktober

- En något fördjupad redovisning av det hypotetiska fallet som redovisades 6 september
  - Tydliggörande av antaganden för fallet
  - Svar på Johans Swahns fråga om biosfären ställd den 9 oktober
- Svar på domstolens fråga 4
- Svar på domstolens frågor 5a och 5b
- Slutsatser
  
- Svar på fråga 5c (Johannes Johansson)

## Hypotetiskt scenario med initialt stort hål i alla kapslar (fallet i presentationen 6 september, punkt 21)

### Allmänt om hypotetiska scenarier

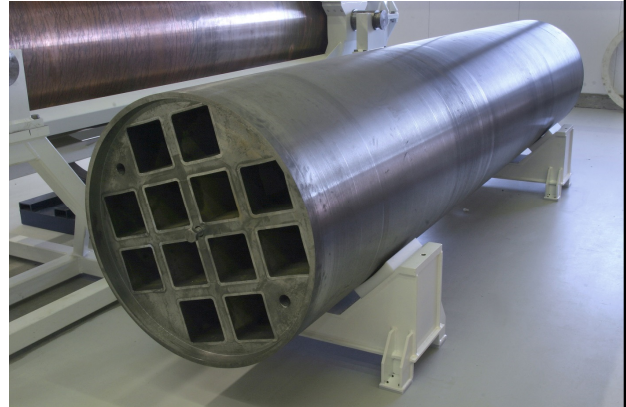
- Ett antal rent hypotetiska fall där olika barriärer utesluts har analyserats och redovisats i SR-Site.
- Denna typ av beräkningar görs för att illustrera barriärernas funktioner, de har inget med verkliga risker för förvaret att göra.
- Redovisningarna av fallen är i linje med de Allmänna råden till SSMFS 2008:21 där följande sägs om så kallade restscenarier: *”Restscenarier bör omfatta händelseförlopp och förhållanden som väljs och studeras oberoende av sannolikheter bl.a. för att belysa betydelsen av enskilda barriärer och barriärfunktioner.”*

## Förutsättningar för fallet med stort hål i alla kapslar (1/2)

Decimeterstort hål i alla kopparhöljen



Stort hål i alla gjutjärnsinsatser



## Förutsättningar för fallet med stort hål i alla kapslar (2/2)

- Kapslingsrören av Zirkaloy som omger bränslekutsarna är borta. I realiteten förväntas genomkorrosion av rören ta tiotusentals år, också i miljöer med höga salthalter och temperaturer. Alla detaljer kring korrosion av Zirkaloy är dock inte utredda på djupet.
- Bufferten är på plats och vattenmättad.
  - Tar lång tid att vattenmätta bufferten med de torra förhållandena i Forsmark.
- Kapselns inre är vattenfylld; en förutsättning för att radioaktivitet ska kunna spridas.
  - Tar lång tid att vattenfylla en kapsel med de torra förhållandena i Forsmark.
- Således ett helt orealistiskt scenario som bara beräknas i syfte att illustrera kapselns funktion.



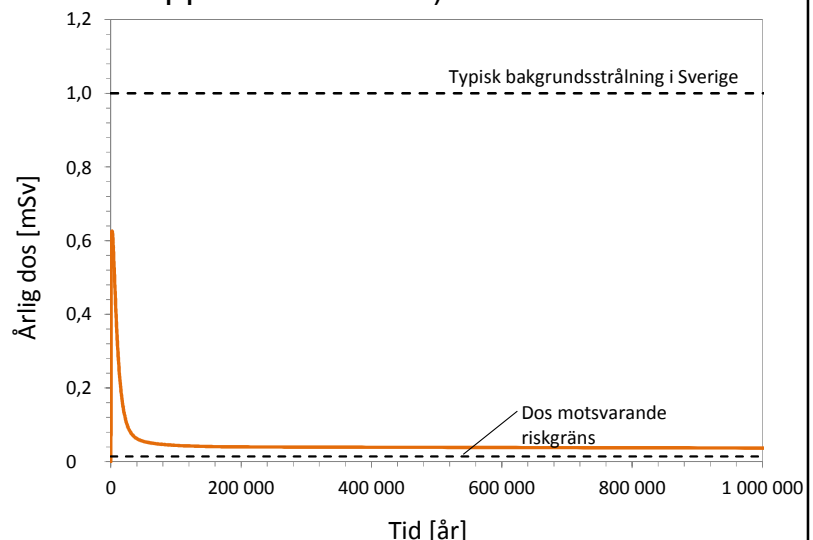
## Konsekvensberäkningar av hypotetiska scenarier

- Fallen beräknas med relativt enkla och väl etablerade modeller – liknande används av andra kärnavfallsorganisationer, myndigheter och tekniska organisationer.
- Biosfären
  - Vid tiden för förvarets förslutning sker en avsevärd del av utflödet av grundvatten från förvaret till Östersjön.
  - Genom landhöjning (strandlinjeförskjutning) kommer med tiden det mesta av utflödet att ske till land.
  - Biosfärens utveckling simuleras för att finna den tidpunkt som ger de högsta konsekvenserna.
  - Biosfärens egenskaper vid denna tidpunkt används sedan pessimistiskt för konsekvensberäkningar för *alla tider*, genom att använda så kallade doskonverteringsfaktorer.

Om scenarierna analyseras i andra syften kan det dock vara relevant att ta med den tidsberoende biosfärsutvecklingen, *särskilt om man är intresserad av utvecklingen på kortare sikt*. Sådana beräkningar finns också redovisade i SR-Site.

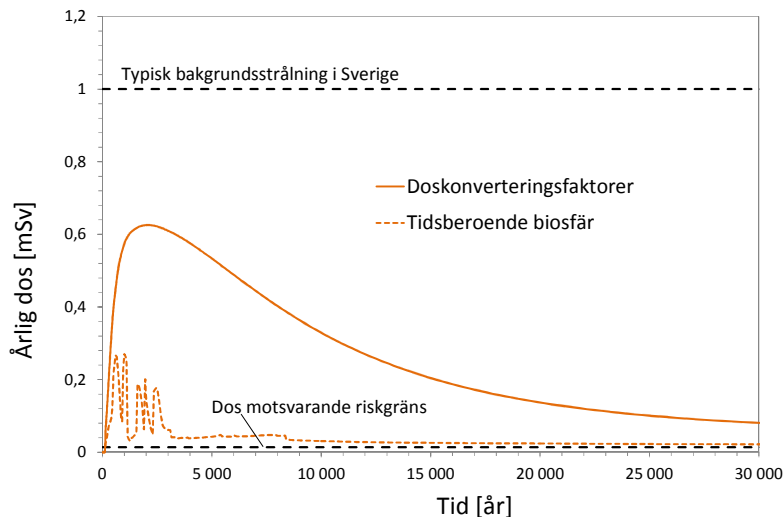
## Stort hål i kopparhöljet hos alla kapslar vid deponering, buffert intakt (presentation 6 sept samt i huvudrapporten SR-Site)

- Biosfären hanteras pessimistiskt med nuklid-specifika, konstanta doskonverteringsfaktorer enligt föregående bild.
- **Doser i nivå med bakgrundsstrålningen**
  - för de mest utsatta individerna,
  - förutsatt att de lever av lokala resurser,
  - under cirka 1 % av analys tiden.
- Det svårlösliga bränslet, bufferten och det låga vattenflödet i berget begränsar konsekvenserna.
- Hypotetiskt fall med oacceptabla konsekvenser i legal mening
  - Men ur hälsosynpunkt för det lilla antalet drabbade inte mätbart.
  - Förvaret är alltså i denna mening robust också för ett helt realistiskt scenario.



## Stort hål i kopparhöljet hos alla kapslar vid deponering, buffert intakt (presentation 6 sept samt i huvudrapporten SR-Site)

- Samma fall som i föregående bild men biosfärens tidsberoende förändringar tas med explicit (streckad linje) – obs att bara de inledande 30 000 åren visas
  - Ger lägre konsekvenser men liknande slutsatser
- Båda fallen finns redovisade i ansökan, avsnitt 13.7.3 i huvudrapporten SR-Site



## Domstolens fråga 4 om hypotetiska scenarier

4. I SKB:s presentation den 6 september, punkt 21 i förhandlingsordningen, har SKB redovisat ett hypotetiskt scenario där det antas att det är hål i kopparhöljet på alla kapslar redan vid deponeringen. Har SKB i detta scenario räknat med att bufferten av bentonit är intakt? Har det någon betydelse för konsekvenserna om bufferten är kvar eller inte?

### SKB:s svar

- I det nämnda scenariot antas bufferten vara intakt. Bufferten antas också vara vattenmättad redan vid deponering, medan vattenmättnadsförloppet ju antas ta allt mellan tiotals och tusentals år beroende på deponeringshållets position i Forsmark. Antagandet är pessimistiskt eftersom ingen uttransport av radionuklider från den antaget skadade kapseln kan ske innan bufferten är vattenmättad.
- Det har betydelse för konsekvenserna om bufferten är kvar eller inte. Ett hypotetiskt fall där också bufferten antas vara förlorad finns i huvudrapporten SR-Site.
  - Notera dock att det kan vara stor skillnad mellan situationerna ”bufferten inte intakt” och ”bufferten inte kvar”.

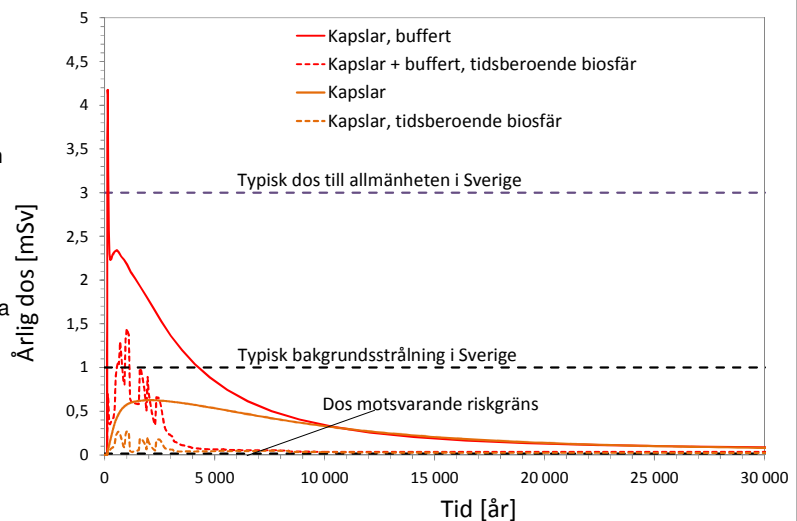
## Hypotetiskt scenario med initialt stort hål i alla kapslar och där bufferten saknas (ingår i SR-Site)

### Förutsättningar, initialt

- Decimeterstort hål i alla kopparhöljen
- Stort hål i alla gjutjärnsinsatser
- Kapslingsrören som omger bränslekutsarna är borta
- **Bufferten mellan hålet i kapseln och berget saknas**
  - Helt orimligt antagande – skulle kräva att man vid installationen "glömt" en bentonitring eller installerat bara en del av en ring
  - Omfattande kontroller i varje deponeringshål säkerställer att bentonitbuffert med specificerade egenskaper installeras
  - (Dessutom skulle en så stor skada i en bentonitring helt enkelt synas tydligt utan avancerade kontroller)
- "Hålet" i bufferten och kapselns inre är vattenfyllda

Stort hål i kopparhöljet hos alla kapslar vid deponering, buffert saknas som transportbarriär (i huvudrapporten SR-Site, beräkningar i avsnitt 13.7.3, diskuteras också i slutsatskapitlet avsnitt 15.3.7)

- Två typer av biosfärsberäkningar, som i fallet med intakt buffert
- Liknande slutsatser som för fallet med bara kapseln skadad
- **Doser i nivå med typisk dos till allmänheten**
  - för de mest utsatta individerna
  - förutsatt att de lever av lokala resurser
  - under cirka 1 % av analys tiden
- Det svårslöliga bränslet och det låga vattenflödet i berget begränsar konsekvenserna
- Hypotetiskt fall med oacceptabla konsekvenser i legal mening
  - Men ur hälsosynpunkt för det lilla antalet drabbade inte mätbart
  - Förvaret är alltså i denna mening robust också för ett helt realistiskt scenario



## Domstolens fråga 5a om hypotetiska scenarier

*5a) Går det att beräkna hur många kapslar som kan ha hål i kopparhöljet utan att riskkriteriet i 5 § SSM:s föreskrift 2008:37 kommer att överträdas? Går det att göra sådana beräkningar med tidsperspektiven 1 000 år respektive 100 000 år samt med antaganden om att bufferten med bentonit är intakt i alla hål respektive att bufferten inte är intakt i alla hål? Har SKB gjort sådana beräkningar och vad visar de i så fall?*

### SKB:s svar

- Det går i princip att göra sådana beräkningar, både med antagande att kapslarna tänks haverera efter 1 000 år och efter 100 000 år och i båda fallen med och utan intakt buffert. Dock krävs ytterligare antaganden för att definiera entydiga beräkningsfall.
- SKB har inte gjort sådana beräkningar. Skälen för detta utvecklas i kommande bilder.

## Varför är denna typ av beräkningar inte gjorda? (1/3)

- SKB analyserar scenarier enligt fastlagd metodik i säkerhetsanalysen
  - Metodiken är utvecklad för att vara förenlig med SSM:s föreskrifter
- Metodiken kräver långtgående analyser av alla vetenskapligt tänkbara förlopp som kan leda till kapselskador
- SKB har inte funnit något som leder till genomgående kapselskador i ett tusenårsperspektiv
  - Några få enskilda forskare har framfört en avvikande uppfattning, men på grunder som SKB finner oklara, ofullständigt redovisade och ibland direkt felaktiga
  - Rader av forskare och experter i många organisationer kommer till liknande slutsatser som SKB

## Varför är denna typ av beräkningar inte gjorda? (2/3)

- SKB ser således fortsatt ingen grund för tidiga, genomgående kapselskador, gäller såväl
  - korrosion i rent, syrgasfritt vatten
  - korrosion av sulfid från leran under omättade förhållanden
  - väteupptag och väteförsprödning
  - krypdeformation
  - spänningskorrosion
- För de senare fyra processerna har SSM begärt ytterligare underlag till nästa steg (PSAR)
  - SKB har redan tagit fram väsentliga delar av det underlaget och det stärker slutsatsen att processerna inte har betydelse för säkerhet efter förslutning
  - I ett 100 000-årsperspektiv finns en liten sannolikhet att korrosion av sulfid i grundvattnet leder till skador och det ingår i riskberäkningarna i SR-Site; gäller en situation där bufferten förlorats genom erosion

## Varför är denna typ av beräkningar inte gjorda? (3/3)

SKB har inte heller funnit något vetenskapligt rimligt förlopp som skulle kunna leda till att bufferten inte skulle fungera som avsett efter 1 000 år.

- Maxtemperaturen i bufferten hålls under 100 °C genom kontroll av resteffekten i kapseln, vilket bevarar lerans långtidsegenskaper.
- Vattenmättnadsförloppet kan fortfarande pågå efter 1 000 år, men då kan inte vatten tränga in i den tänkt trasiga kapseln och därmed ingen radioaktivitet transporteras ut.
- Bufferten kan spricka under mättnadsförloppet, men sprickor självläker när bufferten vattenmätts.
- Kemiska omvandlingar av bufferten är enligt redovisningar i ansökan inte tillräckligt omfattande för att hota buffertens egenskaper ens i ett hundratusenårsperspektiv.
- Bufferterosion i en sådan omfattning att buffertens funktion går förlorad tar tiotusentals år i de mest utsatta deponeringshålen. I en majoritet av hålen förväntas erosion av bufferten aldrig bli ett problem.



## Domstolens fråga 5b om hypotetiska scenarier

*5b) Går det att beräkna dos/risk om det skulle vara så som Peter Szakálos m.fl. anført, att "majoriteten av kopparkapslarna kommer att kollapsa redan inom 1 000 år"? Med "majoritet" kan här förstås cirka hälften av kapslarna. Går det att göra sådana beräkningar med antaganden om att bufferten med bentonit är intakt i alla hål respektive att bufferten inte är intakt i alla hål? Har SKB gjort sådana beräkningar och vad visar de i så fall?*

### SKB:s svar

Svaret är detsamma som för fråga 5a, dvs:

- Det går i princip att göra sådana beräkningar, både med antagande att kapslarna tänks haverera efter 1 000 år och efter 100 000 år och i båda fallen med och utan intakt buffert. Dock krävs ytterligare antaganden för att definiera entydiga beräkningsfall.
- SKB har inte gjort sådana beräkningar av skäl som redovisades i föregående bilder.

## Slutsatser

- Ett hypotetiskt och helt orealistiskt fall med stort hål initialt i samtliga kopparkapslarna, insatser och kapslingsrör ger maximalt konsekvenser i nivå med den naturliga bakgrundsstrålningen.
- Ett hypotetiskt och helt orealistiskt fall där dessutom bufferten antas vara borta ger maximalt konsekvenser i nivå med doser till allmänhet i Sverige.
- Domstolens frågor 5a och 5b om fall där kapslar tänks skadade efter 1 000 år respektive 100 000 år har inte beräknats av SKB.
- SKB:s slutsatser kring kopparkorrosion i SR-Site står fast:
  - Ingen grund för att korrosionsskador på kapseln eller buffertförlust skulle inträffa i ett tusenårsperspektiv.
  - I ett hundratusenårsperspektiv finns en liten sannolikhet att kapslar skadas av korrosion orsakad av sulfid, enligt den redovisning som finns i SR-Site. Detta gäller en situation där bufferten först förlorats genom erosion.