

## Strålsäkerhetsmyndighetens resultat

Metodval, platsval och säkerhet efter förslutning

Lena Sonnerfelt  
Projektledare  
Långsiktig säkerhet

Annika Bratt  
Projektledare  
Systemövergripande



Metodval, platsval

Säkerhet efter förslutning



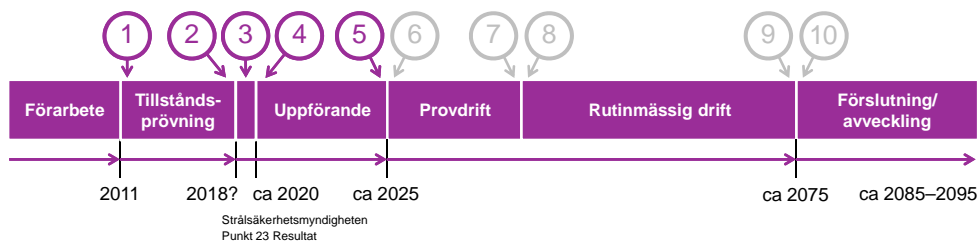
Säkerhet efter förslutning

Metodval och platsval



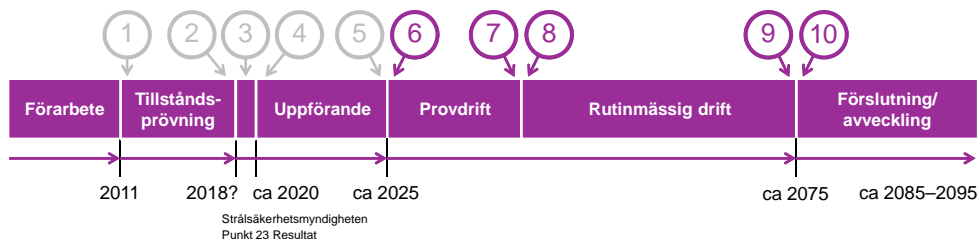
## Stegvis prövning

1. Ansökan från Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB)
2. Tillstånd från regeringen
3. Ansökan från SKB om uppförande
4. Medgivande från Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) krävs
5. Ansökan från SKB om provdrift



## Stegvis prövning

6. Medgivande från SSM krävs
7. Ansökan från SKB om rutinmässig drift
8. Medgivande från SSM krävs
9. Eventuell ansökan från SKB om förslutning/avveckling
10. Medgivande från regeringen eller SSM.





Strål  
säkerhets  
myndigheten  
Swedish Radiation Safety Authority

## Strålsäkerhetsmyndighetens resultat

Säkerhet efter förslutning

Lena Sonnerfelt  
Projektledare Långsiktig strålsäkerhet



## Upplägg

- Granskningens genomförande
- Granskningsstrategi
- Genomgång av betydelsefulla föreskriftskrav
- Slutsatser från granskningen av säkerhetsredovisningen
- Bedömning av kravuppfyllelse

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Granskningens genomförande

### Förberedelse innan ansökan lämnades in:

- Granskning av SKB:s Fud-program
- SSM:s eget forskningsprogram för slutförvarfrågor
- Granskning av preliminära säkerhetsanalyser (t.ex. SR 97, SR-Can)
- Externa expertgrupper för granskning av bl.a. SKB:s platsundersökningar
  - INSITE
  - OVERSITE
  - BRITE
- Internationellt samarbete (EU, OECD/NEA, IAEA)

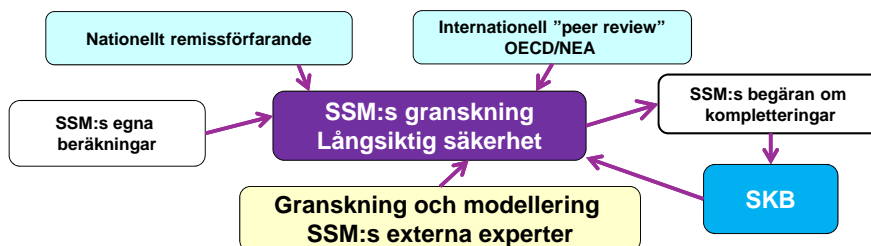
### När ansökan lämnats in:

Se nästa bild

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Granskning av SR-SITE



- 94 granskningsrapporter från externa experter ("technical notes")
- 70 begäranden om kompletteringar och förtydliganden
- SSM:s granskningsrapport om långsiktig säkerhet (ca 700 sidor)
- Informationen tillgänglig på [www.stralsakerhetsmyndigheten.se](http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se)

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## SSM:s egna beräkningar

- Syfte:
  - Verifiera urval av SKB:s beräkningsresultat
  - Betydelse av alternativa parametrar och konceptuella modeller
- Egna beräkningar inom bl.a.:
  - Biosfärsanalys
  - Radionuklidtransportberäkningar
  - Hydrogeologisk, bergmekanisk och geokemisk modellering
  - Kapsel- och buffertdegradering
- Generellt rimligt god överensstämmelse med SKB:s resultat
  - men detta resultat har i vissa fall inte kunnat uppnås utan kompletteringar

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Fokusområden vid granskningen

- SKB:s platsundersökning och modellering
- Anläggningens initialtillstånd
- Långsiktig strålsäkerhet

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Tillämpliga föreskrifter

- SSMFS 2008:21 "Säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall"
- SSMFS 2008:37 "Skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall"

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



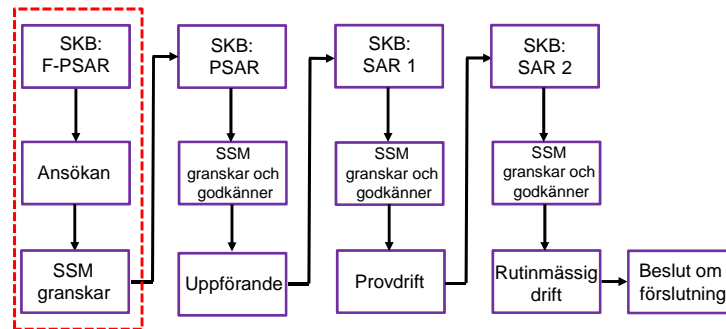
## Upplägg

- Granskningens genomförande
- Granskningsstrategi
- Genomgång av betydelsefulla föreskriftskrav
- Slutsatser från granskningen av säkerhetsredovisningen
- Bedömning av kravuppfyllelse

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Stegvis prövning



Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Kravnivå vid varje steg av prövningen

- **Tillståndsprövning:** övergripande bedömning om det finns förutsättningar för kravuppfyllelse
- **Inför uppförande:** beskrivning av den tänkta konstruktionen och hur kraven kommer att uppfyllas
- **Inför provdrift:** redovisning av den faktiska konstruktionen och hur kraven kommer att uppfyllas under drift
- **Inför rutinmässig drift:** redovisning av hur kraven uppfylls för konstruktionen och driften

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Granskningsstrategi

- Granskning på detalj- och systemnivå
- Teknisk och naturvetenskaplig analys
- Betydelse för helhet säkerhetsanalys
- Förutsättningar för kravuppfyllelse

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Betydelse av kvarvarande osäkerheter

**Förutsättningar att uppfylla krav trots avsaknad av fullständig vetskap innebär att myndigheten bedömer att:**

- A. Osäkerheten har ingen stor betydelse för konsekvenser för människa och miljö, eller för sannolikheten att betydligt större konsekvenser kan uppstå än de som har redovisats

Och, vid behov

- B. Sökanden har möjlighet och förmåga att förstärka hantering av osäkerheten i säkerhetsredovisningen
- C. Sökanden har möjlighet och förmåga att reducera inverkan av osäkerheten genom vidareutveckling och optimering av konstruktionen

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 12 Prövningsförfarande enligt kärntekniklagen





## Upplägg

- Granskningens genomförande
- Granskningsstrategi
- Genomgång av betydelsefulla föreskriftskrav
- Slutsatser från granskningen av säkerhetsredovisningen
- Bedömning av kravuppfyllelse

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Särskilt betydelsefulla paragrafer i detta prövningssteg

- SSMFS 2008:21
  - 5 § Barriärsystemets tålighet
  - 7 § "Multibarriärprincipen"
  - 9 § Säkerhetsanalysen ska omfatta förhållanden, händelser och processer som kan leda till spridning av radioaktiva ämnen
- SSMFS 2008:37
  - 4 § Bästa möjliga teknik och optimering
  - 5 § Skydd av människors hälsa
  - 6 § Miljöskydd
  - 10–12 § Tidsperioder

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## **SSMFS 2008:21**

### **5 § Barriärsystemets tålighet**

Barriärsystemet ska ha tålighet mot sådana förhållanden, händelser och processer som kan påverka barriärernas funktioner efter förslutning.

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## **SSMFS 2008:21**

### **7 § "Multibarriärprincipen"**

Barriärsystemet ska innehålla flera barriärer så att så långt det är möjligt nödvändig säkerhet upprätthålls trots enstaka brist i en barriär.

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## **SSMFS 2008:21**

### **9 § Förhållanden, händelser och processer**

Säkerhetsanalyserna ska omfatta förhållanden, händelser och processer vilka kan leda till spridning av radioaktiva ämnen efter förslutning och att sådana analyser ska göras innan slutförvaret uppförs, innan det tas i drift och innan det försluts.

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## **SSMFS 2008:37**

### **4 § Bästa möjliga teknik**

Vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall ska optimering ske och hänsyn tas till bästa möjliga teknik.

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## **SSMFS 2008:37**

### **5 § Skydd av människors hälsa**

Ett slutförvar för använt kärnbränsle eller kärnavfall ska utformas så att den årliga risken för skadeverkningar efter förslutning blir högst  $10^{-6}$  för en representativ individ i den grupp som utsätts för den största risken.

*Denna risk motsvarar en dos som är en hundra del av den naturliga bakgrundsstrålningen.*

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## **SSMFS 2008:37**

### **6 § Miljöskydd**

Slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall ska genomföras så att biologisk mångfald och hållbart nyttjande av biologiska resurser skyddas mot skadlig verkan av joniserande strålning.

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## SSMFS 2008:37

### 10-12 § Tidsperioder

10 § Slutförvarets skyddsförmåga ska redovisas för två tidsperioder (enligt nedan). Redovisningen ska innefatta ett fall, som utgår ifrån att de biosfärsförhållanden som råder vid tiden för ansökan inte förändras. Osäkerheter i gjorda antaganden ska redovisas och tas hänsyn till i bedömningen av skyddsförmågan.

11 § För de första tusen åren efter förslutning ska bedömningen av slutförvarets skyddsförmåga baseras på kvantitativa analyser av effekterna på människors hälsa och miljön.

12 § För tiden efter tusen år efter förslutning ska bedömningen av slutförvarets skyddsförmåga baseras på olika tänkbara förlopp för utvecklingen av slutförvarets egenskaper, dess omgivning och biosfären.

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



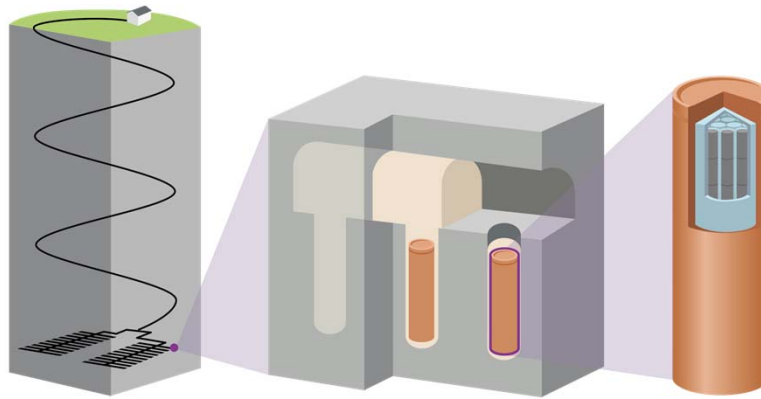
## Upplägg

- Granskningens genomförande
- Granskningsstrategi
- Genomgång av betydelsefulla föreskriftskrav
- Slutsatser från granskningen av säkerhetsredovisningen
- Bedömning av kravuppfyllelse

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Skiss över planerat slutförvar för använt kärnbränsle



Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat

Grafik: Solveig Hellmark



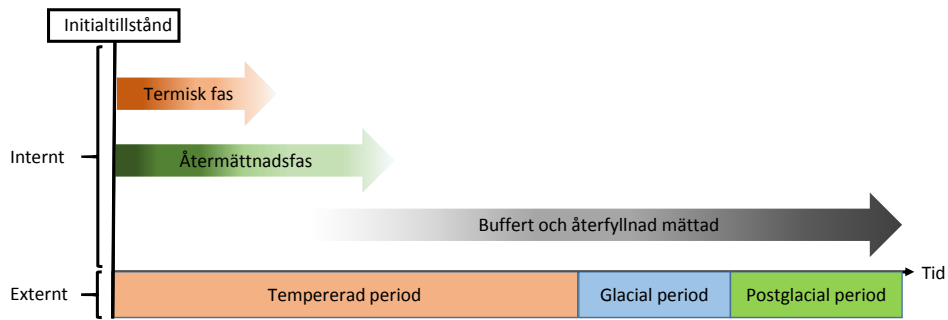
## Slutförvarssystemet Huvudområden för bedömning

- Forsmarksplatsen, initialtillstånd och utveckling
- Tekniska barriärer, egenskaper och utveckling
- Säkerhetsanalys

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



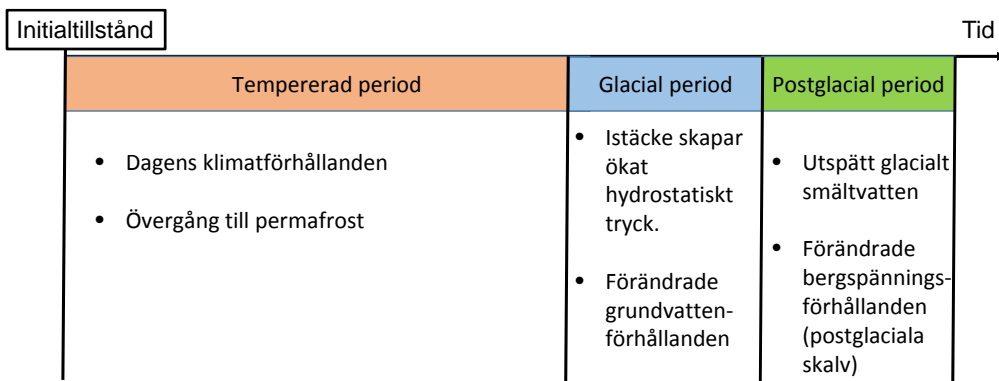
## Faser i slutförvarets utveckling



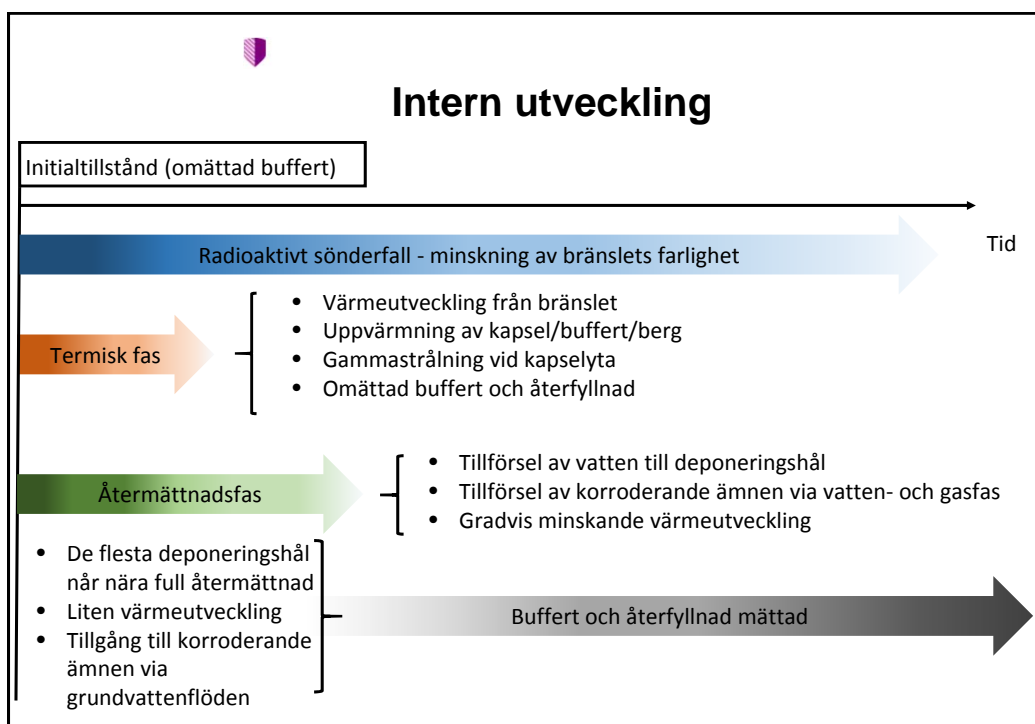
Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Extern utveckling



Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



**Slutförvarets initialtillstånd**

*SKB:s specifikation av initialtillståndet utgör basen för beräkningar om slutförvarets utveckling över tid. Det utgör även en grund för SSM:s bedömning av genomförbarhet och långsiktig strålsäkerhet.*

**Viktiga områden för bedömning**

- Bergförhållanden vid Forsmark
- Tillverkning av buffert, återfyllnad och kapsel
- Metod för val av deponeringspositioner
- Installation och deponering av tekniska barriärer
- Förslutning av deponeringstunnlar och slutförvar

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat





## Initialtillstånd

### SSM:s bedömning

- SSM gör bedömningen att SKB:s beskrivning av initialtillståndet är tillförlitlig.
- Platsundersökningarna är väl genomförda och den platsbeskrivande modellen för Forsmark bedöms vara representativ
- Forsmarksplatsen bedöms överlag vara gynnsam för ett slutförvars strålsäkerhet
- SKB:s konstruktionsförutsättningar har en rimlig detaljeringsnivå för detta steg i prövningsprocessen
- SKB bedöms ha kommit tillräckligt långt i utveckling av tekniska barriärer för detta prövningssteg.

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Initialtillstånd

### Behov av vidareutveckling

- Ett detaljerat kontrollprogram behövs under en uppförandefas för verifiering och ytterligare beskrivning av bergets egenskaper
- Konstruktionsförutsättningarna för slutförvarskomponenter och tekniska barriärer behöver preciseras, uppdateras och justeras
- Metoder för uttag av förvarsutrymmen, och val av deponeringshålspositioner behöver vidareutvecklas
- Detaljerade planer för samfunktionsprovning och långtidsförsök/mätningar behöver tas fram

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Händelser och processer

### SSM:s övergripande bedömning

- SSM bedömer att SKB har haft ett lämpligt angreppssätt för att identifiera och beskriva händelser och processer
- SSM bedömer att SKB fortlöpande behöver
  - bevaka relevanta forskningsområden
  - samla in information om vissa processers betydelse i aktuell slutförvarsmiljö

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Val av scenarier

### SSM:s övergripande bedömning

- SKB:s metod för val av scenarier är godtagbar
- SKB har på ett korrekt sätt tillämpat SSM:s tre scenariekategorier (huvudscenario, mindre sannolika scenarier och restscenarier)
- Ytterligare beräkningsfall beträffande långa återmättnadstider behövs i kommande säkerhetsanalyser

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Tidsperioder

- Tidsperioderna indelas i enlighet med följande föreskriftskrav:
  - För de första **1 000 åren**: redovisning ska baseras på kvantitativa analyser av effekterna på människors hälsa och miljön.
  - Upp till **100 000 år**: redovisningen ska baseras på olika tänkbara förlopp för slutförvarets utveckling
  - Tiden bortom **100 000 år**: förenklad redovisning med avseende på klimatutveckling

För tiden bortom 100 000 år behövs inte en kvantitativ jämförelse med kriteriet för den årliga risken.

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## De första 1 000 åren

- Återmättnad av lerbarriärer
- Interna processer som bränslets resteffekt och gammastrålning påverkar
- Fokus på:
  - De tekniska barriärernas initiala utveckling
  - Förmåga att helt innesluta radioaktiva ämnen i täta kopparkapslar

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## 1 000 år

### SSM:s bedömning av säkerhetsanalysen

- SSM anser att SKB:s redovisning rent generellt är ändamålsenlig, vetenskapligt välgrundad och trovärdig.
- Detta baseras på en tillförlitlig analys av exempelvis:
  - strålfält och termisk utveckling i tekniska barriärer och berg
  - kemisk och mekanisk utveckling i buffert och återfyllnad
  - bergmekaniska förhållanden
  - hydrogeologisk utveckling
  - allmän korrosion av kopparhöljet

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## 1 000 år

### Utvecklingsbehov

- En fördjupad analys och redovisning med avseende på vissa typer av processer behövs:
  - återmättnadsförloppet i buffert och återfyllnad
  - mekanismer för kopparkrypning i slutförvarsmiljön
  - lokala korrosionsprocesser
  - potentiell påverkan från termiskt inducerade skalv

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## 1 000 år

### SSM:s bedömning av säkerhetsbetydelse

SSM bedömer att det finns ett behov av ytterligare insatser inom vissa områden. Dessa behov är dock inte av den karaktären att de förhindrar SSM:s bedömning av förutsättningar för kravuppfyllelse.

Sammantaget gör SSM bedömningen att det finns goda förutsättningar för att minimera risk för omgivningskonsekvenser till följd av utsläpp av radioaktiva ämnen. Detta genom säkerhetsfunktionerna inneslutning och fördröjning.

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Upp till 100 000 år

- Under kommande 100 000 år påverkas förvarets utveckling främst av externa processer så som tillförsel av korroderande ämnen från grundvatten samt höga isostatiska tryck under bildning av inlandsis.
- Fokus på:
  - externa betingelser orsakade av landhöjning, klimatutveckling och kommande glaciationscykel
  - långsiktig utveckling av kemiska, termiska, hydrologiska och mekaniska förhållanden
  - slutförvarets och bergets kapacitet för fullständig inneslutning respektive fördröjning av radioaktiva ämnen

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## 100 000 år

### SSM:s bedömning av säkerhetsanalysen

- SSM anser att SKB:s redovisning rent generellt är ändamålsenlig, vetenskapligt välgrundad och trovärdig.
- Detta baseras på en tillförlitlig analys av exempelvis:
  - hydrogeologisk utveckling under glaciala förhållanden
  - kapselns skadetålighet vid hög isostatisk last
  - ev. frysning av buffert och återfyllnad
  - buffertens kemiska erosion

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## 100 000 år

### Utvecklingsbehov

- En fördjupad analys och redovisning med avseende på vissa typer av processer behövs:
  - metoder att välja bort deponeringshål med ofördelaktiga bergförhållanden
  - skadetålighetsanalyser för skjuvlastfall
  - grundvattenflödesberäkningar som beaktar tillkommande information om spricknätverkets geometri
  - jordskalv till följd av ökad tektonisk aktivitet i samband med glaciation
  - inverkan av alfa-radiolys vid upplösning av bränslematrisen

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## 100 000 år

### SSM:s bedömning av säkerhetsbetydelse

SSM bedömer att det finns ett behov av ytterligare insatser inom vissa områden. Dessa behov är dock inte av den karaktären att de förhindrar SSM:s bedömning av förutsättningar för kravuppfyllelse.

Sammantaget gör SSM bedömningen att det finns goda förutsättningar för att minimera risk för omgivningskonsekvenser till följd av utsläpp av radioaktiva ämnen. Detta genom säkerhetsfunktionerna inneslutning och fördröjning.

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Bortom 100 000 år

- Säkerhetsanalysen baseras på postulerade upprepningar av den första glaciala cykeln
- Fokus på:
  - irreversibla effekter av upprepade glaciationscykler

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Bortom 100 000 år

### SSM:s bedömning

- Redovisningen konsekvent med SSM:s föreskriftskrav
- En fördjupad analys och redovisning med avseende på vissa typer av processer behövs:
  - inverkan av stora jordskalv i närheten av Forsmark
  - betydelsen av ett betydande antal deponeringshål med borteroderad buffert
  - omfattningen av glacial erosion i Forsmarksområdet

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Konsekvensanalys

- Konsekvensanalys omfattar dos/risk-beräkningar efter att inneslutningsfunktionen gått förlorad och utsläpp av radioaktiva ämnen från slutförvaret har påbörjats
- Omfattar:
  - Fördröjning av radioaktiva ämnen i tekniska barriärer och berg
  - Biosfärsförhållanden och exponeringsvägar
  - Effekter på människa och miljö
- Redovisas för:
  - Huvudscenariot med förvarets förväntade utveckling
  - Mindre sannolika scenarier
  - Restscenarier med stora skador på tekniska barriärer

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat





## SKB:s metoder för konsekvensanalys

### SSM:s bedömning

- SKB:s radionuklidtransportmodeller:
  - bygger generellt på etablerad kunskap som har använts internationellt under lång tid
- SKB:s biosfärsberäkningar och dosberäkningar:
  - ger en bra bild av förhållanden i biosfären men delvis komplexa ur granskningssynpunkt
  - SSM:s egna beräkningar är konsekventa med SKB:s resultat
- SKB:s analyser av slutförvarets miljöpåverkan:
  - är lämpligt utformade och följer internationella riktlinjer

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Konsekvensanalys

### Sammantagen bedömning

- SKB:s beräkningsmodeller och resultat:
  - rimliga utifrån angivna förutsättningar (metoder, modeller och data)
  - ytterligare uppmärksamhet behövs för att förbättra dokumentationens kvalitet
  - ytterligare platsspecifik data och mera utvecklade beräkningsmetoder för att förbättra beräkningarnas precision behövs
- SKB:s nuvarande analys bedöms inte underskatta dos/risk för ett postulerat utsläpp av radioaktiva ämnen

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Upplägg

- Granskningens genomförande
- Granskningsstrategi
- Genomgång av betydelsefulla föreskriftskrav
- Slutsatser från granskningen av slutförvarssystemet
- Bedömning av kravuppfyllelse

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Förhållanden, händelser och processer SSM:s bedömning

- SKB bedöms ha förutsättningar att uppfylla föreskriftskravet, vilket baseras på:
  - en lämplig metod för hantering av förhållanden, händelser och processer som kan leda till spridning av radioaktiva ämnen
  - erfarenhet från internationellt samarbete och forskning om slutförvaring
  - SKB har identifierat och omhändertagit relevanta och kända förhållanden, händelser och processer
    - avser även händelser kopplade till framtida mänskliga handlingar

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## ”Multibarriärprincipen”

### SSM:s bedömning

- SKB bedöms ha förutsättningar att uppfylla föreskriftskravet, vilket baseras på:
  - SKB:s analys med hypotetiska förluster av barriärer/säkerhetsfunktioner
  - fall med förlust av förvarets skyddsförmåga, det vill säga fler än en typ av barriär upphör helt att fungera, får anses vara osannolikt.

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Barriärsystemets tålighet

### SSM:s bedömning

- SKB bedöms ha förutsättningar att uppfylla föreskriftskravet, vilket baseras på:
  - **För deponeringshål med betydande vattenflöden**
    - tålighet uppnås genom de tekniska barriärernas dimensionering samt lämplig placering av deponeringshål och deponeringstunnlar
  - **För deponeringshål som skärs av stora strukturer**
    - tålighet uppnås genom acceptanskriterier för deponeringshålsplacering liksom kravspecifikation av materialegenskaper för buffert och återfyllnad
  - **För deponeringshål omgivna av berg utan stora strukturer och vattenflöden**
    - risk för förlust av barriär/barriärfunktioner är betydligt mindre

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Bästa möjliga teknik och optimering

### Slutförvar

#### SSM:s bedömning (1/2)

- SKB bedöms ha förutsättningar att uppfylla kravet på bästa möjliga teknik, vilket baseras på:
  - Forsmarkplatsen är lämplig för att förhindra, begränsa och fördröja utsläpp av radioaktiva ämnen. Detta kan kopplas till förekomst av få vattenförande sprickor och bekräftade fördelaktiga grundvattenkemiska förhållanden
  - Olämpliga positioner i berggrunden kan undvikas genom selektiv deponeringshålsplacering

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Bästa möjliga teknik och optimering

### Slutförvar

#### SSM:s bedömning (2/2)

- Ytterligare optimering behöver göras under senare steg, exempelvis:
  - förvarsdjupet behöver specificeras baserat på information från detaljundersökningar
  - förvarslayouten behöver anpassas med avseende på tillkommande information
  - acceptanskriterier, specifikationer, geometriska toleranser m.m. för slutförvarskomponenter behöver vidareutvecklas

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Bästa möjliga teknik

### Barriärsystemet

#### SSM:s bedömning

- SKB bedöms ha förutsättningar att uppfylla föreskriftskravet, vilket baseras på:
  - materialval för tekniska barriärer baserat på koppar, segjärn och bentonitlera bedöms vara lämpliga utifrån platsförutsättningarna vid Forsmark
  - kopparhöljet med väl tilltagen tjocklek (50 mm) är en lämplig korrosionsbarriär
  - insats av segjärn bedöms kunna uppfylla krav på skadetålighet och marginaler mot plastisk kollaps
  - bentonitlera ger förutsättningar att i tillräcklig omfattning förhindra/begränsa advektion givet en hög smektiithalt

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Skydd av människors hälsa

### SSM:s bedömning

- SSM bedömer att det finns förutsättningar att uppfylla föreskriftskravet, baserat på:
  - SKB:s preliminära konsekvensanalyser visar på en betydande säkerhetsmarginal och en liten risk för skadeverkningar
  - den beräknade säkerhetsmarginalen vid tidpunkten 100 000 år är cirka två tiopotenser
  - beräknad risk är baserad på en sammanvägning av de båda barriärfunktionerna inneslutning och fördröjning
  - anpassning av förvaret och dess komponenter kan ske för att minimera risk för människors hälsa
  - nytillkommen information från SKB:s fortsatta program kan omhändertas

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Skydd av miljön

### SSM:s bedömning

- SSM bedömer att det finns förutsättningar att uppfylla föreskriftskravet, baserat på:
  - SKB:s dosberäkningar för biota som utgår från aktivitetskoncentrationer i vatten, sediment, jord och luft samt tillämpade platsspecifika parametrar bedöms vara väl underbyggda
  - SKB:s beräknade exponering för olika grupper av organismer underskrider utvärderingskriterierna enligt ICRP
  - SKB har beaktat biologisk betydelse för ekosystem, hotade och genetiskt särpräglade populationer, samt ekonomiskt och kulturellt viktiga arter

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Tidsperioder

### SSM:s bedömning

- SSM bedömer att det finns förutsättningar att uppfylla föreskriftskravet, baserat på:
  - SKB:s uppdelning av tidsperioder i säkerhetsanalysen SR-Site är konsekvent med SSM:s föreskrifter och allmänna råd

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Långsiktig strålsäkerhet

### SSM:s sammanvägda bedömning

- SSM anser att det föreslagna barriärsystemet har förutsättningar att uppfylla kraven på begränsade omgivningskonsekvenser och tålighet mot förhållanden, händelser och processer som kan påverka slutförvarets strålsäkerhet efter förslutning. Genom att använda tekniska barriärer, förlägga förvaret på lämpligt djup samt undvika olämpliga positioner för deponeringshål, bedömer SSM att det finns förutsättningar för att begränsa riskerna till nivåer förenliga med föreskriftskraven.

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



Strål  
säkerhets  
myndigheten  
Swedish Radiation Safety Authority

## Strålsäkerhetsmyndighetens resultat

### Plats och metodval

Annika Bratt  
Projektledare Systemövergripande



## Upplägg

- Krav vid granskning av plats och metodval
- Granskning och bedömning av
  - val av strategi och metod för slutförvaring
  - val av plats för slutförvarsanläggningen
  - val av plats och metod för inkapsling

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Krav vid granskning av plats och metodval

### 2 kap. miljöbalken

#### SSM:s föreskrifter bl.a.

- bästa möjliga teknik och optimering
- konstruktion och utförande
- system med flera passiva barriärer
- systemets tålighet
- kriterium för skydd av människors hälsa och miljön



Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat





## Tillämpning av krav på bästa möjliga teknik vid granskning av plats och metodval

*..”förlägningsplats, utformning, bygge och drift av slutförvaret och tillhörande systemkomponenter bör väljas för att förhindra, begränsa och fördröja utsläpp från både tekniska och geologiska barriärer så långt som är rimligt möjligt”*

Snarare än tillgänglig teknik handlar det om beprövad och utprovad teknik och om SKB har visat att kravet har tillämpats vid utformningen av slutförvarslösning.

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Upplägg

- Krav vid granskning av plats och metodval
- Granskning och bedömning av
  - val av strategi och metod för slutförvaring
  - val av plats för slutförvarsanläggningen
  - val av plats och metod för inkapsling

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Val av strategi och metod

### SSM:s granskning

SSM:s utvärdering av metodvalet på flera nivåer

- Den valda metoden KBS-3
- Alternativa strategier och metoder

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Den valda metoden KBS-3

### SSM:s granskning

- SKB:s val vid utvecklingen av KBS-3
  - Berget som barriär
  - Förvarsdjup
  - Koppar som kapselmaterial
  - Bentonit som buffertmaterial
- Långsiktig strålsäkerhet
- Går det att tillverka med den kvalitet som krävs
- Systemet måste fungera som helhet
- Strålsäkerhet vid uppförande och drift

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## SKB:s val av strategi

### SSM:s bedömning

- Det finns inte avgörande skäl för att avvakta med direktdeponering
- Bör inte hindra framtida beslut om återvinning
- Geologisk deponering är i linje med internationella riktlinjer och regeringens beslut i Fud-processen
- Övervakad lagring uppfyller inte krav på passiva barriärer

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Djupa borrhål som alternativ till KBS-3

### Övergripande jämförelse

- Säkerhetskonceptet
- Långsiktig strålsäkerhet
- Strålsäkerhet vid drift
- Teknisk genomförbarhet
- Fysiskt skydd
- Återtag och omvändbarhet
- Intrång och mark-användningsrestriktioner
- Ledtider
- kostnader

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Djupa borrhål som alternativ till KBS-3

### SSM:s bedömning

- Både för- och nackdelar med djupa borrhål jämfört med KBS-3
- Djupa borrhål kan ha potentiella strålsäkerhetsmässiga fördelar genom ytterligare ökad isolering av det använda kärnbränslet
- Stora kvarstående utmaningar samt oklarheter om konceptet skulle kunna utvecklas till ett mer strålsäkert alternativ
  - Förhållandena på stora djup
  - Tillämpbarhet
  - Kunna verifiera krav
- Det finns med KBS-3 förutsättning att klara myndighetens krav på strålsäkerhet bl.a. med avseende på systemets tålighet
- Det är orimligt att vänta

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## **SKB:s metodval**

### **SSM:s bedömning**

KBS-3 har förutsättningar att uppfylla myndighetens krav på bästa möjliga teknik

- Val av strategi och metod
- Utveckling av KBS-3
- Systemet som helhet
- Uppförande och drift

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## **Upplägg**

- Krav vid granskning av plats och metodval
- Granskning och bedömning av
  - val av strategi och metod för slutförvaring
  - val av plats för slutförvarsanläggningen
  - val av plats och metod för inkapsling

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## **SKB:s val av plats för slutförvaret**

### **SSM:s granskning och bedömning**

- Platsvalsprocessen
- Forsmark som vald plats
- Hultsfred som inlandsförläggning
- Laxemar som alternativ plats

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## **Platsvalsprocessen**

- SSM och våra föregångare har följt och granskat processen
  - Granskning av SKB:s Fud-program
  - Urval av platser för platsundersökningar
  - Resultat från platsundersökningsfasen
- Föreskriftskrav och kompletteringsbegäran
- SSM:s bedömning är att SKB har följt regeringens riktlinjer
  - Frivilliga kommuner
  - Antal förstudier och platser för detaljerade undersökningar
  - Genomförande av säkerhetsanalys

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Platsundersökningar vid Forsmark SSM:s bedömning

Fortlöpande granskning av undersökningarna med hjälp av externa expertgrupper

- Tillräcklig/omfattande mängd data från platsundersökningar
- Godtagbara mätmetoder
- Rapporteringen tillförlitlig
- Omfattande program för att förstå ekosystemen
- Ytterligare undersökningar behövs i samband med uppförande
- Behov av fortsatt hantering av osäkerheter i säkerhetsanalysen

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Hultsfred som inlandsplats

Hultsfred har under granskningen jämförts med Laxemar och Forsmark avseende:

- Fördröjning och strömningsvägar
- Salthalt
- Geologi

SSM finner ingen tydlig indikering på strålsäkerhetsmässiga fördelar för området sydöst om Hultsfred

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Jämförelse Forsmark och Laxemar

### SSM:s bedömning av särskilda frågor kopplade till berget

- Forsmark har större andel deponeringshål med lång återmättnadstid
  - En följd av små begränsade grundvattenflöden
  - Intakt berg är effektivare barriär för sådana hål
  - Fördelar med intakt berg överväger även om ytterligare analyser behövs i kommande steg
- Forsmark har sannolikt högre bergsspänning
  - Kan kräva åtgärder under konstruktionsfas

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Forsmark i jämförelse med Laxemar

### SSM:s bedömning

SSM bedömer att Forsmark är en bättre plats än Laxemar  
Det som främst talar för Forsmark är:

1. Homogent berg med få vattenförande sprickor på förvarsdjup. Viktigt för buffertens stabilitet, omfattning av kopparkorrosion. Begränsad spridning av radioaktiva ämnen i samband med kapselbrott.
2. Forsmark har ett berg som är lättare att förutse samt verifiera antagna förhållanden i. Det gör analysen av långsiktig strålsäkerhet mer tillförlitlig.

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat





## SKB:s val av plats

### SSM:s bedömning

Enligt myndigheten krävs det **tydliga indikationer** på att **alternativ** ska vara mer fördelaktiga än Forsmark, för att det ska bedömas vara **rimligt** med nya omfattande platsundersökningar.

Ingen av de platser som har varit aktuella under platsvalsprocessen uppvisar egenskaper som **sammantaget**, utifrån strålsäkerhet, pekar på att den hade varit en bättre plats än Forsmark.

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## Upplägg

- Krav vid granskning av plats och metodval
- Granskning och bedömning av
  - val av strategi och metod för slutförvaring
  - val av plats för slutförvarianläggningen
  - val av plats och metod för inkapsling

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat



## **Val av plats och metod för inkapsling**

### **SSM:s granskning och bedömning**

- SSM bedömer att en inkapslingsanläggning samförlagd med befintliga Clab är den bästa lösningen utifrån strålsäkerhet
- Samordningsfördelar avgörande
- För att få SSM:s godkännande att påbörja byggnation behöver SKB i kommande säkerhetsanalys mer detaljerat redovisa åtgärder för att minska riskerna för Clab under uppförandet

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Punkt 23 Resultat