



Strål
säkerhets
myndigheten

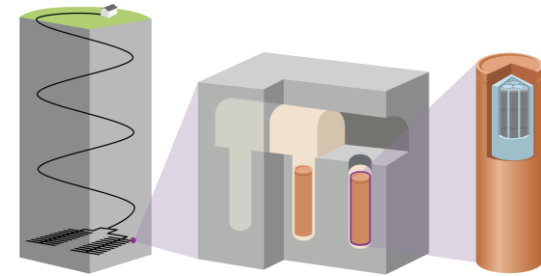
Swedish Radiation Safety Authority

SSM:s bedömning av vissa frågor kring kopparkapseln inklusive segjärnsinsatsen

24 augusti 2021



Utgångspunkter för SSM:s granskning av kopparkapseln 1(2)



→ SSM:s föreskriftskrav

- Krav på barriärsystemets egenskaper och tålighet
- Långsiktigt skydd av människors hälsa och miljön

→ Kravuppfyllelse utvärderas med säkerhetsanalysen som grund (SR-Site i SKB:s ansökan)

- Systemfokus – analys av acceptanskriterier för individuella barriärer (kapsel, buffert och berg) för att tillgodose slutförvarssystemets förväntade funktioner
- Identifikation och hantering av osäkerheter – analysera och gränssätta den största betydelsen
- Konsekvensanalys för såväl förväntad utveckling, som för mindre sannolika scenarier





Utgångspunkter för SSM:s granskning av kopparkapseln 2(2)

SSM:s bedömningar har utöver SKB:s ursprungliga ansökan även beaktat:

- ➔ Kompletteringar under och efter formell beredning
- ➔ Forskningsprojekt map. inkapslingsmaterial
- ➔ Granskningar utförda av SSM:s externa experter samt egna beräkningar
- ➔ Synpunkter från det nationella remissförfarandet



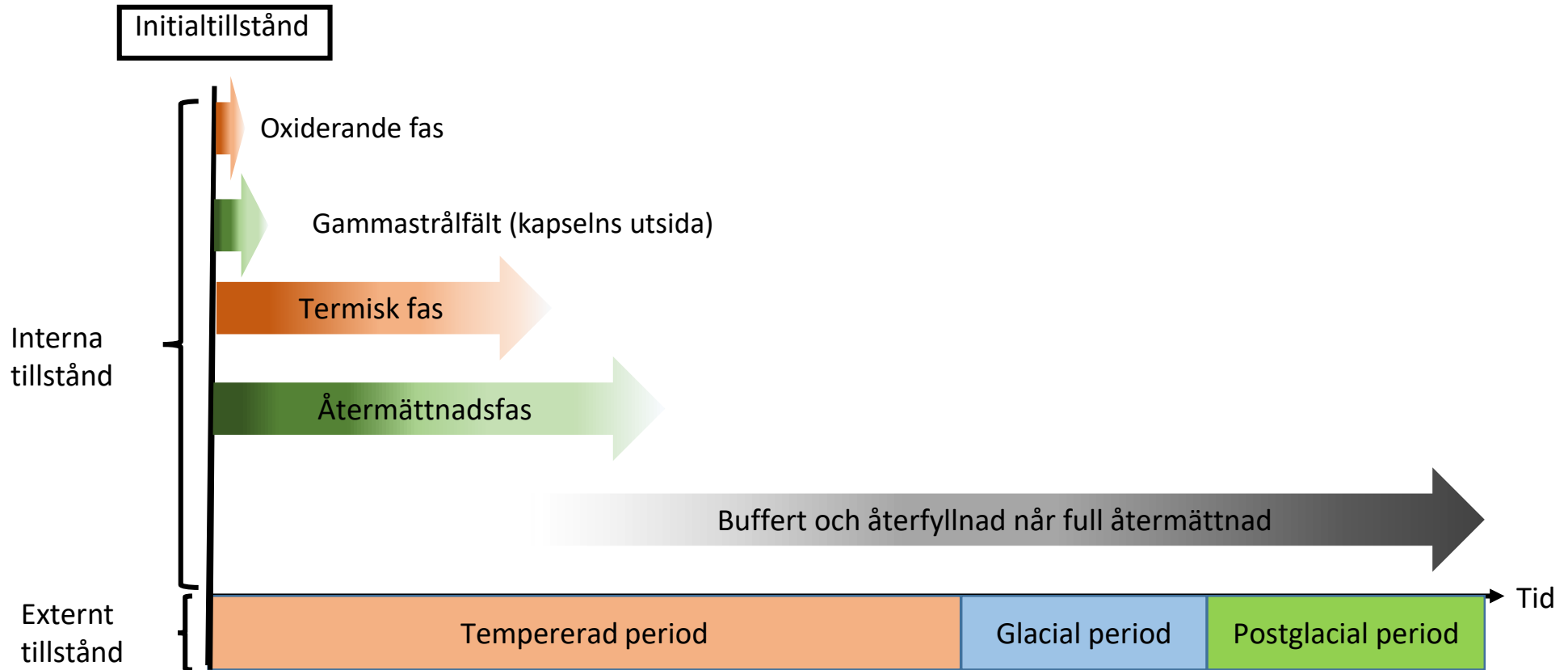
Krav på kapselns funktion och egenskaper från säkerhetsanalysen



- Korrosionsprocessernas omfattning begränsad i förhållande till höljets tjocklek på 5 cm
- Kapseln ska motstå
 - isostatiska omgivningstryck (ställer främst krav på insatsen)
 - mindre skjuvrörelser i berggrunden (< 5 cm)
- Inget definitivt täthetskrav för tiden efter förslutning – samverkan av säkerhetsfunktionerna inneslutning och fördröjning
- Degraderingsprocesser så som korrosion beaktas genom lämplig dimensionering och utformning



Faser i slutförvarets utveckling





Korrosion av koppar



- ➔ Under inledande oxiderande fas sker kopparkorrosion genom reaktion med kvarvarande syre
- ➔ Under efterföljande kemisk reducerande fas sker kopparkorrosion genom reaktion med sulfid som finns i grundvattnet
- ➔ Tålighet: höljets tjocklek överstiger med marginal förväntade ackumulerade korrosionsangrepp
- ➔ Korrosionens omfattning: storlek på grundvattenflöden nära deponeringshålen och halter av korroderande ämnen i grundvatten
 - Fall med betydande angrepp i förhållande till tjockleken endast efter lång tid och om höga sulfidhalter långsiktigt skulle upprätthållas i de deponeringshål med högst grundvattenflöden



Lastfall och hållfasthet för kapsel i ett slutförvar

→ Isostatiska laster

- Normala tryck: cirka 15 MPa (med max islast 45 MPa)
- Extremt höga tryck: kapsel fallerar genom plastisk kollaps
- Ställer främst krav på insatsens dimensionering och materialegenskaper
- Höljet deformeras i viss utsträckning genom kryp



SKB TR 05-18
Mock-up
experiment 140
MPa

→ Skjuvlaster (pga. ev. närliggande stora jordskalv)

- Små förskjutningar tas upp genom främst buffertens och höljets deformation
- Stora skjuvrörelser (> 5 cm) ger kapselbrott och hanteras inom riskanalys
- Faktorer som avgör betydelse: sannolikhet för skalv, propagering av berg rörelser, sprickplanens längdfördelning, selektiv placering av deponeringshål, buffertens styvhet





Säkerhetsbetydelse för en enskild kapselprocess?

- Baseras på förståelse för de ingående barriärers samverkande funktion och långsiktiga utveckling:
 1. Samlad kunskap om degraderingsprocesser från ett flertal experimentella och teoretiska studier
 2. Resultat från provtillverkning, förstörande och oförstörande provning av fullstora kopparkapslar
 3. Förståelse för slutförvarsmiljön och dess utveckling baserat på platsundersökningarna vid Forsmark
 4. Analys av bentonitbuffertens egenskaper och långsiktiga utveckling
 5. Utvärdering av kapselns långsiktiga integritet med avseende på korrosion, hållfasthet, materieöverföring och relevanta lastfall
 6. Riskanalysberäkningar – under vilka omständigheter kan kapslar falla och vad blir konsekvenserna för människors hälsa och miljön



Sammanfattande bedömning

- ➔ Det av SKB föreslagna slutförvarssystemet (kapsel, buffert och berget Forsmark) har förutsättningar att uppfylla SSM:s högt ställda föreskriftskrav på långsiktig strålsäkerhet

- ➔ Slutförvarssystemet besitter tålighet
 - Baseras på korrosionsbarriärens betydande tjocklek och kapselns hållfasthetsegenskaper mot bakgrund av förväntad materieöverföring och mekaniska laster i slutförvarsmiljön vid Forsmark
 - Analyser av doskonsekvenser för fall där kapselns inneslutningsfunktion och andra säkerhetsfunktioner fallerar