



DokumentID
1371849

Ärende

Strålsäkerhetsmyndigheten
Att: Ansi Gerhardsson
171 16 Stockholm

Handläggare
Jan Eckerlid
Er referens
SSM2011-2426-58
Kvalitetssäkrad av
Saida Engström
Olle Olsson
Godkänd av
Anders Ström
Kommentar
Granskning, se SKBdoc id 1387259

Sida
1(6)
Datum
2013-05-27
Ert datum
2012-09-11
Kvalitetssäkrad datum
2013-06-26
2013-06-26
Godkänd datum
2013-06-26

Svar till SSM på begäran om komplettering rörande kapselns mekaniska integritet

Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM, har i sin skrivelse till Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, daterad 2012-09-11 begärt komplettering rörande kapselns mekaniska integritet.

Nedan lämnas en kort lägesrapport över arbetet med att besvara kompletteringarna. En mer detaljerad rapport ges vid ett planerat möte den 28 augusti 2013.

1. Konsekvenser på kapselns integritet vid skjuvning nära kapselns topp och botten.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Skjuvning av kopparkapseln ovanför stållocket ger stora töjningar i kopparmaterialet. Giltigheten för använd kopparmodell kan vara tveksam för töjningar i denna storleksordning (30 %). Andra modeller för kopparmaterialets konstitutiva egenskaper kommer att användas i simuleringar i FEM programvaran ABAQUS. För att kvalitetssäkra modellen kommer simuleringar av enaxlig dragning och vridning genomföras varefter en globalsimulering med skjuvning nära kapseln topp genomförs i kombination med hög bentonitdensitet. Resultaten för beräkningarna kommer att sammanställas och utvärderas vid de stora töjningar som uppstår.

Svensk Kärnbränslehantering AB

Box 250, 101 24 Stockholm
Besöksadress Blekholmstorget 30
Telefon 08-459 84 00 Fax 08-579 386 10
www.skb.se
556175-2014 Säte Stockholm

2. Redovisning av hur det förenklade antagandet att insatsens stållock är en integrerad del av insatsen, påverkar den mekaniska responsen vid insatsens stållock.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Beräkningsmodellerna för BWR- och PWR kapslarna kommer att uppgraderas för bättre överensstämmelse med verkligheten. Stållocket modelleras med fastsättning mot insatsen med en M30-skruv. Gångorna modelleras dock inte. Packningen under skruvens skalle är gjord av koppar och ingår i beräkningsmodellen. Skruvens skalle modelleras som rund och utan nedersta delen av kroppen. Stållocket modelleras utan ventil och packning, men för övrigt i sin helhet. Resultatet av beräkningarna kommer att utvärderas avseende spänningar och töjningar samt jämföras mot tidigare analyser.

3. Redovisning av hur hållfastheten för locket av stål i botten och toppen av insatsen påverkas av lastfallet skjuvdeformation i samband med jordbävning.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Samma modell som tas fram för att besvara fråga 2 används. Analysen görs så att skjuvplanet träffar locket i den mest ogynnsamma positionen och resultatet utvärderas avseende spänningar och töjningar i lock och skruv.

4. Redovisning av stöd för att kunna utnyttja de plastiska egenskaperna och brottagenskaperna i den utsträckning som nu görs för insatsen.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Brottseghetsresultat från senare provning visar betydande förbättringar jämfört med data från ansökan. Planering pågår för andra aktiviteter inom segjärnsområdet. Redovisning av dessa görs vid mötet den 28 augusti.

5. Redovisning av mekanisk förståelse för hur fosfortillsatsen i koppar påverkar kopparkapselns krypduktilitet.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Arbete pågår inom området och flera vetenskapliga publikationer kommer att publiceras under 2013.

6. Ytterligare experimentellt underlag för att verifiera användande av 2 mm stabil spricktillväxt i segjärn Isom en brottmekanisk materialegenskap för skadetålighetsanalysen.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Brottseghetsprovning har genomförts för flera insatser både av PWR- och BWR typ för att verifiera 2 mm stabil tillväxt med god marginal. Inverkan av provstavstyp, provstavsstorlek samt metod att kyla provstaven analyseras och rapporteras. Det har t ex visat sig att kylning av provstavar med vatten har en negativ inverkan på provresultaten.

7. Verifiering av att brottsegheten för provstavar uttagen i radiell riktning motsvarar brottsegheten för provstavar uttagna i insatsens axiella riktning.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Provserie som används för att besvara fråga 6 innehåller resultat både för axiell och radiell led. Preliminärt visar det sig att spricktillväxten är stabil upp till 2 mm med marginal för provstavar uttagna både i axiell och radiell led.

8. Redovisning av skadetålighetsanalys för PWR insatsen inklusive en statistisk analys för variationen i materialdata (brottseghet, brottöjning).

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

De processutvecklingar som genomförts för PWR har resulterat i bättre materialegenskaper med mindre spridning än vad som erhållits historiskt. Dessa materialvärden är analyserade och värderade statistiskt. En skadetålighetsanalys är genomförd med dessa data.

PWR geometrin har dock ändrats något varför vi kommer att göra känslighetsanalyser med den nya geometrin för att verifiera giltigheten i redan utförda skadetålighetsanalyser.

9. Redovisning av inverkan av restspänning efter gjutning på skadetålighetsanalysen för BWR respektive PWR insatserna.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Mätningar är sedan tidigare utförda. Dessa kompletteras med fler mätningar utförda med djuphålsborrningsteknik. Resultaten värderas utifrån ett skadetålighetsperspektiv.

10. Inverkan av hydrostatiska tryck på segjärnets plastiska egenskaper och hur detta påverkar skadetåligheten.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Segjärn har provats avseende dragprovning i plan deformation, ren skjuvning och kontraktion. Provingen är utförd med standardprovstavar för enaxlig dragprovning. Resultaten kommer att värderas utifrån ett skadetålighetsperspektiv.

11. Redovisning av sambandet mellan skjuvrörelsens storlek och antalet kapslar som går till brott i samband med jordskalv.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

En probabilistisk studie för BWR insatsen med skjuvlastfallet är genomförd och rapportering pågår. Svaret som ges visar risken för brott för en kapsel som funktion av skjuvrörelsens storlek där indata varierats statistiskt.

12. Inverkan av det kombinerade lastfallet böjspänning från ojämn svällning samt skjuvlast från jordbävning och hur det påverkar kapselns mekaniska integritet och acceptabla defektstorlekar.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Det tidigare redovisade fallet med bestående tryckskillnader som ger böjspänningar på insatsen kommer att analyseras i kombination med skjuvning och beräkningsförutsättningarna är fastställda. Framtagning av simuleringsstrategi pågår.

13. Inverkan av beräkningsteknisk förenkling mellan insats och kanalrör på skadetålighetsanalysen.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

En känslighetsanalys är planerad men ej genomförd. Planen är att genomföra känslighetsanalyser både för BWR- och PWR insatser avseende skadetålighet där finita elementmodellen modelleras med kontaktelement mellan kanalrören av stål och gjutjärnsinsatsen.

14. Analyser av hur tillverknings toleransen för avståndet mellan kanalrören och insatsens ytteryta (H) påverkar kapselns mekaniska integritet.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Känslighetsanalyser för BWR- och PWR insatser är planerade där minsta tillåtna kantavstånd mellan kanalrör och insatsens ytteryta är ansatt. Skadetålighetsanalyser är gjorda för isostatlastfallet och kommer att göras för skjuvlastfallet för att beräkna acceptabel defektstorlek.

En utredning av tillverknings toleranser på kassetten och vad det kan få för konsekvenser på t.ex. kriticitet pågår. Detta arbete kan resultera i förändrade krav på toleranser. Vid behov kommer analyser av kapselns mekaniska integritet med dessa indata att genomföras.

15. Inverkan av olikformig fördelning av gapet mellan insats och kapsel.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Delfråga 1. Komplettering av redovisade belastningsfall för kapseln under vattenmättnadsfasen med svällning från deponeringshålets nedre del.

Delfråga 2. Analys av inverkan av gapet mellan insats och kopparhölje. Beräkningar är genomförda med en axialsymmetrisk modell där inverkan av olika termiska förhållanden och tryck under förvarsutvecklingen beaktats.

16. Inverkan av långa och ojämna återmättnadstider för bufferten på kapselns spänningstillstånd.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Beräkningsfallet med svälltryck från buffertmaterialet vid kapselns sidor men utan mottryck vid övre flänsen är planerad och beräkningsstrategi är fastställd.

17. Ytterligare redovisning av inverkan av skjuvspänningar som verkar på kapseln vid gradienter av buffertens densitet.

SKB:s svar

SKB lämnar en statusrapport i juni 2013, svar lämnas i december 2013.

Underlag har tagits fram. Detta underlag är under utvärdering och bearbetning.

Med vänlig hälsning

Svensk Kärnbränslehantering AB
Avdelning Kärnbränsleprogrammet

Helene Åhsberg
Projektledare Tillståndsprövning