



DokumentID
1417733

Ärende

Strålsäkerhetsmyndigheten
Att: Ansi Gerhardsson
171 16 Stockholm

Handläggare
Fredrik Johansson
Er referens
SSM2011-2426-63
Kvalitetssäkrad av
Ulrika Broman
Helene Åhsberg
Godkänd av
Martin Sjölund
Kommentar
Granskning, se SKBdoc id 1387259

Sida
1(5)
Datum
2014-12-19
Ert datum
2012-10-03
Kvalitetssäkrad datum
2015-01-09
2015-01-14
Godkänd datum
2015-01-14

Svar till SSM på begäran om komplettering rörande kriticitet

Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM, har i sin skrivelse till Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, daterad 2012-10-03, begärt komplettering av ansökan om slutförvaring av använt kärnbränsle rörande redovisningen av kriticitet enligt följande fem punkter.

1. Utökad redovisning för användning av utbränningskreditering.
2. Systematisk identifiering av händelser och scenarier med avseende på risk för kriticitet.
3. Beskrivning av konsekvenserna vid kriticitet i slutförvaret.
4. Uppdatering av kriticitetssäkerhetsanalys SKBdoc 1193244.
5. Kriticitetssäkerhetsberäkning för bränsle från Ågesta och Studsvik.

SKB lämnade 2013-12-10 ett preliminärt svar på denna begäran samt bilagorna 1, 2 och 7. Detta svar har nu kompletterats och innehåller svar samt underlagsdokumentation till samtliga punkter i begäran.

Sist i detta brev ges SKB:s svar på en tidigare förfrågan från SSM rörande referenser för kriticitetsberäkningar.

1. Utökad redovisning för användning av utbränningskreditering.

Som exempel på utökad redovisning nämns i begäran:

- vilka internationella standarder som kommer att åberopas, samt att SKB bör beakta nyare versioner och helt nya standarder och guider för kriticitetssäkerhet,
- vilka experimentella data kommer att användas för validering av utbränningsgrad och kriticitetsberäkningar,
- hur kommer valideringen att gå till.

SKB:s svar

För att möta begärandena ovan har SKB delvis omarbetat sin metodik för kriticitetsanalys och utbränningskreditering. Metodiken är beskriven i rapport

- Kriticitetsanalys och utbränningskreditering – Metodikrapport (bilaga 1).

Validering av beräkningskoderna för kriticitetsanalys har uppdaterats och anpassats till denna metodik och moderna internationella standarder, vilket beskrivs i

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

- Validation of Scale 6.1 for fresh fuel (bilaga 2)
- SKB burn up validation with Scale 6.1 (bilaga 3)

Baserat på den nya metodiken och dessa valideringsrapporter har kriticitetsanalyserna för Kärnbränsleförvaret och Clink tagits fram. De ersätter befintlig kriticitetssäkerhetsanalys för Kärnbränsleförvaret (SKBdoc 1193244) och INKA-Kriticitetsanalys (SKBdoc 1053999).

- Kriticitetsanalys för KBS-3-systemet och slutförvaring av använt kärnbränsle (bilaga 4)

Då BA-kreditering ersätter utbränningskreditering för BWR bifogas dessa rapporter.

- CLAB - Kreditering av BA i BWR-bränsle för BWR kompakt- och normalkassett (bilaga 5)
- CLINK - Kreditering av BA i BWR-bränsle för transportkassetten och kapsel för slutförvar (bilaga 6)

Tillsammans ger dessa rapporter helhetsbilden för hur SKB avser att tillämpa utbränningskreditering och BA-kreditering för såväl Clink som Kärnbränsleförvaret.

2. Systematisk identifiering av händelser och scenarier med avseende på risk för kriticitet.

SSM anser att SKB bör redovisa vilken systematik som använts för att identifiera händelser och scenarier som skulle kunna leda till kriticitet i slutförvaret. Vidare bör redovisningen innehålla en beskrivning av de identifierade händelser och scenarier som SKB utslutit för vidare analys med tillhörande förklaring.”

SKB:s svar

Drift av Kärnbränsleförvaret (SR-Drift)

För att kriticitet ska kunna uppstå i kapseln måste nedanstående två kriterier vara uppfyllda samtidigt.

- Kapseln måste vattenfyllas.
- Kapseln och insatsens geometri måste förändras till en ur kriticitetssynpunkt mer gynnsam konfiguration än den som analyserats i kriticitetsanalysen.

I säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle (SR-Drift) kapitel 8 – Säkerhetsanalys (SKBdoc 1091141) visas att inget identifierat missöde av händelseklass H3-H4 leder till en sådan kapselskada att kapseln kan vattenfyllas. Detta finns beskrivet i inledningen av kapitel 7 i bilaga 4. Risk för kriticitet under drift i slutförvarsanläggningen kan därmed anses vara en restrisk. SKB kommer inom arbetet med PSAR för slutförvarsanläggningen att uppdatera analysen med avseende på alla konstruktionsstyrande händelser.

Förvaring efter förslutning (SR-Site)

SKB noterar först att bränslet i en intakt kapsel har en reaktivitet under 0,3. Tomrummet i kapseln behöver helt eller delvis fyllas med vatten för att reaktiviteten ska öka från detta låga värde, vilket i sin tur kräver en genomgående kapselskada. Resultaten av de mest pessimistiska scenarierna i säkerhetsanalysen SR-Site visar att sannolikheten för att en kapsel ska ha drabbats av en sådan skada efter den en miljon år långa analysperioden är cirka 1/6000, det vill säga en av förvarets 6000 kapslar bedöms pessimistiskt skadas under perioden efter förslutning.

Scenarier för omfördelning av bränsle som hypotetiskt hamnar utanför en skadad kapsel har tagits i beaktande enligt redovisningen i SR-Site (SKB 2011, avsnitt 13.3).

För fallet där bränslet förblir inuti en relativt intakt kapsel med en genomgående skada har situationen med en helt vattenfylld kapsel med intakt kapselgeometri analyserats med avseende på kriticitet, också enligt redovisningen i nämnda avsnitt av SR-Site. I säkerhetsanalysen för PSAR avser SKB att också analysera effekterna på reaktivitet av fysiskt rimliga geometriska förändringar inuti en skadad kapsel, till följd av t ex korrosion av insatsen.

Trots att konsekvenserna av kriticitet bedöms bli begränsade enligt svaret på fråga 3 nedan, kommer SKB alltid att ställa kravet att kapslarna fylls med bränsle på så sätt att kriticitet undviks för alla rimliga scenarier i säkerhetsanalysen.

3. Beskrivning av konsekvenserna vid kriticitet i slutförvaret.

SKB:s svar (svar lämnat i december 2013)

Att kriticitet skulle uppstå i slutförvaret bedömdes i säkerhetsanalysen SR-Site (SKB 2011, avsnitt 13.3) ha en försumbar sannolikhet. Dock har SSM, med hänvisning till allmänna råden till 9 § SSMFS 2008:21, begärt att SKB behandlar detta som ett restscenario, och lämnar en redovisning av konsekvenserna av kriticitet efter förslutning av slutförvaret. Som respons på denna begäran ges en detaljerad redovisning i bilaga 7 (SKBdoc 1417199). Nedan återges en sammanfattning av slutsatserna.

Helt realistiska fall där multiplikationsfaktorn (k_{eff}) ökar mycket snabbt beskrivs kortfattat. Energifrigörelsen i ett sådant fall leder till att systemet snabbt blir underkritiskt, och effekterna på omgivande berg blir begränsade. Den totala energifrigörelsen är betydligt mindre än vid ett fall då energin frigörs långsamt, i s k steady-state.

Ett steady-state-fall beskrivs enligt följande:

- Temperaturen i den kritiska kapseln begränsas av kokpunkten för vatten under förvaringsförhållanden. Denna temperatur är 264 °C vid det hydrostatiska tryck av cirka 5 MPa som råder i slutförvaret.
- Den effekt som utvecklas i en kritisk kapsel begränsas av bergets kapacitet att leda bort den genererade värmen. Detta innebär att en kapsel som hålls vid 264 °C utvecklar en effekt på ca 14 kW i berget i Forsmark.
- Den resulterande ökningen i temperatur i det omgivande berget är inte tillräcklig för att orsaka någon skada på bentoniten i intilliggande deponeringspositioner.

- Bränsleupplösningshastigheten i ett kritiskt steady-state-fall bedöms möjligen kunna vara en storleksordning högre än för sub-kritiska förhållanden.
- På grund av den högre bränsleupplösningshastigheten beräknas de radiologiska konsekvenserna för kriticitet enligt steady-state-förhållanden vara omkring en faktor sex högre än motsvarande underkritiska situation med vattenfylld kapsel.

Slutligen noteras åter att detta är ett orealistiskt scenario som bygger på ett antagande om kriticitet. Detta står i kontrast mot slutsatsen i säkerhetsanalysen SR-Site, vilken var att kriticitet i slutförvaret efter förslutning kan uteslutas.

4. Uppdatering av kriticitetssäkerhetsanalys SKBdoc 1193244.

SKB:s svar

Rapporten ersätts av bilaga 4. Se svar på fråga 1.

5. Kriticitetssäkerhetsberäkning för bränsle från Ågesta och Studsvik.

SKB:s svar

Den nya kriticitetsanalysen, bilaga 4, inkluderar bränsle från Ågesta och Studsvik. Se svar på fråga 1 och 4.

Förfrågan rörande referenser till Criticality safety calculations of disposal canister, SKBdoc 1193244, daterad 2012-04-20

Sedan tidigare finns en förfrågan om förtydligande rörande referenser till rapporten Criticality safety calculations of disposal canister, SKBdoc 1193244, daterad 2012-04-20. Då denna rapport nu ersätts av Kriticitetsanalys för KBS-3-systemet och slutförvaring av använt kärnbränsle, SKBdoc 1422106 version 1.0, se bilaga 4 till denna komplettering, utgår SKB från att det inte längre är aktuellt att besvara denna begäran om förtydligande.

Med vänlig hälsning

Svensk Kärnbränslehantering AB
Avdelning Kärnbränsle

Helene Åhsberg
Projektledare Tillståndsprövning

Bilagor

- 1 Kriticitetsanalys och utbränningskreditering – Metodikrapport. SKBdoc 1369704 version 2.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 2 SKB validation of Scale 6.1 for fresh fuel. SKBdoc 1397015 version 2.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 3 SKB Burn up validation with Scale 6.1. SKBdoc 1433410 version 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 4 Kriticitetsanalys för KBS-3-systemet och slutförvaring av använt kärnbränsle. SKBdoc 1422106 version 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 5 Clab – Projektrapport – Kreditering av BA i BWR-bränsle för BWR kompakt- och normalkassetten. SKBdoc 1392248 version 2.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 6 Clink – Kreditering av BA i BWR-bränsle för transportkassetten och kapsel för slutförvar. SKBdoc 1437058 version 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- 7 What if criticality in the final repository? SKBdoc 1417199 version 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Referenser

Referenser i ansökan

SKB, 2011. Long-term safety for the final repository for spent nuclear fuel at Forsmark. Main report of the SR-Site project. SKB TR-11-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1053999 ver 1.0. INKA – Kriticitetsanalys. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1091141 ver 3.0. Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle (SR-Drift) kapitel 8 – Säkerhetsanalys. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1193244 ver 4.0. Criticality safety calculations of disposal canisters. Svensk Kärnbränslehantering AB.

Revisionsförteckning

| Version | Datum | Revideringen omfattar | Utförd av | Kvalitetssäkrad | Godkänd |
|---------|-------------|--|-------------------|-----------------------|----------------|
| 2.0 | Se sidhuvud | Samtliga frågor besvarade. | Fredrik Johansson | Se sidhuvud | Se sidhuvud |
| 1.0 | 2013-12-10 | Frågorna 1,2 delvis besvarade. Fråga 3 komplett besvarad. | Fredrik Johansson | Enligt SKBDoc1387259. | Martin Sjölund |