



DokumentID
1396558

Sida
1(5)
Datum
2013-05-24

Handläggare
Patrik Sellin
Lena Zetterström Evins
Kastriot Spahiu
Christina Greis
Dahlberg

Ärende

Er referens
SSM2011-2426-4.7.2.i
Kvalitetssäkrad av
Saida Engström
Olle Olsson
Allan Hedin
Godkänd av
Anders Ström
Kommentar
Granskning, se SKBdoc id 1387259

Ert datum
2013-02-11
Kvalitetssäkrad datum
2013-06-26
2013-06-26
2013-06-26
Godkänd datum
2013-06-26

Strålsäkerhetsmyndigheten
Att: Ansi Gerhardsson
171 16 Stockholm

Svar till SSM på begäran om komplettering rörande löslighetsberäkningar

Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM, har i skrivelse till Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, begärt komplettering av ansökan om slutförvaring av använt kärnbränsle angående löslighetsberäkningar på sex punkter.

- 1. SSM efterlyser en tydligare motivering kring hur inverkan av grundvattenkemisk variabilitet, osäkerhet och långsiktig utveckling har beaktats vid beräkning av löslighetsgränser för radionuklider.*
- 2. SSM efterlyser en redovisning kring osäkerhetsintervall för termodynamiska data.*
- 3. SSM anser att det behövs en utökad redovisning som motiverar isotoputspädning av Ag-108m.*
- 4. SSM anser att det behövs ytterligare redovisning kring SKB:s hantering av fosfatkoncentration i samband med löslighetsberäkningar.*
- 5. SSM anser att vissa kompletteringar behövs kring SKB:s hantering av temperaturkorrektioner i samband med löslighetsberäkningar.*
- 6. SSM anser att SKB bör ytterligare motivera användningen av medfällning med radium och barium i sina löslighetsberäkningar.*

Nedan redovisas SSM:s frågeställningar samt SKB:s svar på respektive frågeställning.

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

1. SSM efterlyser en tydligare motivering kring hur inverkan av grundvattenkemisk variabilitet, osäkerhet och långsiktig utveckling har beaktats vid beräkning av löslighetsgränser för radionuklider.

SSM anser att SKB behöver förtydliga hur variabilitet i grundvattenkemi beaktas och motiveras i sina löslighetsberäkningar (se bl.a. SSM: s konsultgranskningar av Trivedi 2012 respektive Baldwin och Hicks 2012). Duro m.fl. (2006) redovisade deterministiska löslighetsberäkningar som explicit visar inverkan av grundvattnets redox-tillstånd. SKB:s nuvarande analys baseras på probabilistiska beräkningar med hjälp av beräkningsverktyget *simple functions* (Grivé m.fl. 2010). SKB har tidigare redovisat ett dokument som ger viss information kring hanteringen av variation av pH och dominerade komponenter i grundvatten (SKB dokument 1343625) men dock ingen ytterligare information kring hanteringen av grundvattnets redox-tillstånd. SKB hanterar grundvattnets redox i sin nya analys genom en antagen kemisk jämvikt med korrosionsprodukterna magnetit och goëtit som låser redox så att variation för samtliga fall enbart avspeglar samvariation med pH (*Simple functions version B*). SSM efterlyser i förhållande till den befintliga motiveringen (SKB, 2010a, sid 97; Duro m.fl., 2006, sid 16) ett tydligare underlag som visar att denna konceptuella modell är tillämplig för samtliga fall i vilka löslighetsgränser beaktas.

Stadierna i kapselns utveckling efter olika typer av hypotetiska kapselskador och exponeringstider upp till en miljon år för en korroderande insats är av intresse. En eventuell inverkan kopplat till variation av omgivande grundvattnets redox (Salas m.fl. 2010, Sidborn m.fl. 2010) respektive bufferten bör också belysas. Så som SKB själva påpekar har redox en stor påverkan på lösligheten av redox-känsliga nuklider (SKB, 2010a, sid 66).

SKB:s svar

Den kortfattade beskrivning av hantering av redox i relation till korrosion av järninsatsen som ges i processrapporten (SKB 2010a, s 67-68 samt s 97) återger inte korrekt den hantering som har gjorts i SR-Site. Detta kommer att korrigeras i ett erratum. Se Bilaga 1 för en beskrivning av den korrekta hanteringen. I SR-Site tillämpas löslighetsgränser för de förhållanden som råder inuti kapseln. Den stora mängden järn i kapseln förväntas buffra redox under hela den tidsperiod som analysen omfattar. För att beräkna det Eh som uppstår p g a denna buffring används pH i grundvattnet och jämvikten mellan magnetit och götit. Valet av denna metod för att beräkna redoxpotentialen i kapseln beskrivs och motiveras närmare i Bilaga 1. Redoxpotentialen hos de omgivande grundvattnen påverkar därmed inte resultaten av beräkningarna av löslighetsgränserna. I sammanhanget är det också värt att påpeka att löslighetsgränser inte tillgodoräknas i det scenario som ger det dominerande bidraget till den beräknade risken i SR-Site, nämligen erosions/korrosionsscenarioet.

Beträffande variation av andra grundvattenkemiska variabler som är helt oberoende av redox och påverkar löslighetsberäkningarna, konstaterar SSM att SKB valt att enbart beakta osäkerheter kopplade till termodynamiska data och därmed uteslutit en påverkan från grundvattenkemins tidsberoende eller rumsliga variation. SKB utgår istället från en genomsnittlig sammansättning baserade på fyra olika grundvattentyper (SKB, 2010b, sid 283). SSM konstaterar att även om osäkerheter i termodynamiska data kan vara mera betydande finns fortfarande en stor variabilitet av löslighetsgränser för vissa

radionuklider beroende på varierande grundvattensammansättning både inom och mellan olika grundvattentyper (SKB, 2010b, sid 276- 280). SSM efterlyser en motivering samt analys av denna förenklings betydelse.

Det här synes vara en missuppfattning. SKB utgår inte från en genomsnittlig grundvattensammansättning baserad på fyra olika grundvattentyper utan varje grundvattentyp är representerad med sina respektive variabiliteter vid löslighetsberäkningarna (SKB 2010b, Appendix F). Vidare har SKB inte enbart beaktat osäkerheter i termodynamiska data vid löslighetsberäkningar. I studier av lösligheter där dels enbart grundvattensammansättningen, dels enbart termodynamiska data tillåtit variera har SKB konstaterat att termodynamiska data oftast har en större inverkan på löslighetsgränserna än variationer i grundvattensammansättning (SKB 2010b, Appendix F). Som bland annat ett resultat av dessa studier beslutades att ge samma dignitet till samtliga grundvattentyper (SKB 2010b, Appendix F). Detta medför att löslighetsgränserna som användes i radionuklidtransportberäkningarna baserades på 25% från vardera grundvattensammansättning (tempererat, permafrost, glacialt och submerged) (SKB 2010b, Appendix F). Hanteringen sammanfattas också i Greis et al. (2012).

2. SSM efterlyser en redovisning kring osäkerhetsintervall för termodynamiska data.

I rapporten Grivé m.fl., 2010 (sid 12) beskrivs hanteringen av osäkerhetsintervall för jämviktskonstanter. I första hand används i publikationer angiven precision för mätningar som utgångspunkt för osäkerhetsintervall och i andra hand en viss proportion av intervallet mellan två eller flera oberoende källor. I sista hand om endast en godtagbar referens har hittats utan precisionsangivelse används ett standardintervall som motsvarar en tredjedels log-enhet. SSM har förståelse för svårigheten att entydigt definiera denna typ av osäkerhetsintervall, men anser ändå att det finns en viss risk för inkonsekvenser eftersom de två första kategorierna hanterar olika aspekter på termodynamisk databasosäkerhet. Det är t.ex. möjligt att mätningar som kan göras med hög precision innehåller systematiska fel som skulle beaktas i kategori 2 men däremot inte kategori 1 fallet. SSM anser att det behövs en fördjupad diskussion kring denna problematik och en detaljerad redovisning av några få exempel för att få en förståelse för hur SKB:s metodik i praktiken har tillämpats.

Någon form av motivering av standardintervallet behövs också.

SKB:s svar

För att svara på denna fråga ges kompletterande information i Bilaga 2, där en utförlig redovisning och motivering av hanteringen av osäkerheter i termodynamiska data i löslighetsberäkningarna för SR-Site ges. Där ges också, som efterfrågat, ett fåtal exempel på hur metodiken tillämpats.

3. SSM anser att det behövs en utökad redovisning som motiverar isotoputspädning av Ag-108m.

Dos/risk från radionukliden Ag-108m har stor betydelse för scenarier som involverar tidiga haverier av tekniska barriärer. SKB tar i sin analys hänsyn till att lösligheten för Ag-108m delas med stabilt silver i proportion till förekomsten i den fasta fasen (SKB TR-

10-50, sid 294). SSM efterlyser en utökad redovisning som stöd för detta antagande med beaktande av eventuella koncentrationsgradienter för Ag-108m i den fasta fasen.

SKB:s svar

För att svara på denna fråga ges kompletterande information i Bilaga 3, samt följande summering. I SR-Site antas upplösningen av styrstavarna, som består av en silverlegering, att ske omedelbart vid vattenkontakt. Detta är ytterst pessimistiskt. I ett sådant (orealistiskt) scenario, skulle löslighetsgränsen hos silver uppnås, och både stabilt och radioaktivt silver skulle falla ut. Hanteringen i SR-Site leder logiskt till att halten Ag-108m i lösning motsvaras av fraktionen Ag-108m av allt silver i kapseln. Anledningen till att denna hantering har antagits är att det saknas vetenskapligt underbyggda experimentella data som är relevanta för de förväntade förvarsförhållandena. Ett lakningsexperiment har nu startats på Studsvik för att åtgärda detta, vilket förhoppningsvis resulterar i att den pessimistiska hanteringen av silver i säkerhetsanalysen kan överges till förmån för en mer realistisk hantering vilken innefattar en relevant korrosionshastighet.

Effekterna av att koncentrationen av Ag-108m är störst nära ytan av styrstaven, har uppskattats till att dos och risk ökar med en faktor 3. Det betyder att dosen som uppstår p g a Ag-108m fortfarande är mer än två storleksordningar lägre än SSM:s riskkriterium. Denna beräkning, och bakgrunden till de antaganden som gjorts, beskrivs utförligare i Bilaga 3.

4. SSM anser att det behövs ytterligare redovisning kring SKB:s hantering av fosfatkoncentration i samband med löslighetsberäkningar.

SKB:s svar

Denna fråga besvaras i december 2013.

5. SSM anser att vissa kompletteringar behövs kring SKB:s hantering av temperaturkorrektioner i samband med löslighetsberäkningar.

SKB:s svar

Denna fråga besvaras i december 2013.

6. SSM anser att SKB bör ytterligare motivera användningen av medfällning med radium och barium i sina löslighetsberäkningar.

SKB:s svar

Denna fråga besvaras i december 2013.

Med vänlig hälsning

Svensk Kärnbränslehantering AB
Avdelning Kärnbränsleprogrammet

Helene Åhsberg
Projektledare Tillståndsprövning

Bilagor

1. Treatment of redox in SR-Site solubility calculations. SKBdoc 1396559 ver 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.
2. Handling of uncertainty in thermodynamic data. SKBdoc 1396560 ver 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.
3. Treatment of silver in solubility calculations. SKBdoc 1396561 ver 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Referenser

Referenser i ansökan

SKB, 2010a. Fuel and canister process report for the safety assessment SR-Site. SKB TR-10-46, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2010b. Radionuclide transport report for the safety assessment SR-Site. SKB TR-10-50, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Övriga referenser

Greis C, Sellin P, Grivé M, Duro L, Spahiu K, 2012. Radioelement solubilities in SR-Site, the influence of variability and uncertainty. I Scientific basis for nuclear waste management XXXVI Warrendale, PA: Materials Research Society. (Materials Research Society Proceedings 1518). doi:10.1557/opl.2013.39