



DokumentID  
1387920

Ärende

Strålsäkerhetsmyndigheten  
Att: Ansi Gerhardsson  
171 16 Stockholm

Handläggare  
Ulrik Kautsky  
Er referens  
SSM2011-2426-92  
Kvalitetssäkrad av  
Olle Olsson  
Saida Engström  
Godkänd av  
Anders Ström  
Kommentar  
Granskning, se SKBdoc id 1387259

Sida  
1(5)  
Datum  
2013-03-21  
Ert datum  
2012-12-17  
Kvalitetssäkrad datum  
2013-03-28  
Godkänd datum  
2013-03-31  
Godkänd datum  
2013-04-01

## Svar till SSM på begäran om komplettering rörande radionuklidtransport och dosberäkningar

Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM, har i skrivelse till Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, daterad 2012-12-17 begärt komplettering av ansökan om slutförvaring av använt kärnbränsle angående radionuklidtransport och dosberäkningar på tre områden:

- 1. Dokumentation av vissa modeller, parametervärden och antaganden som använts inom biosfärmodellering och dosberäkning.*
- 2. Presentation och förklaring av resultat för beräknad dos.*
- 3. Verifiering av använda modeller och beräkningskoder.*

### SKB:s svar:

- 1. Dokumentation av vissa modeller, parametervärden och antaganden som använts inom biosfärmodellering och dosberäkning.*

#### *Fråga 1a*

Modellen som används i SR-Site är baserad på den modell som beskrivs i Avila och Pröhl (2008) och använder samma "specific activity"-lösning, med följande skillnader i tillämpningen:

- Vid modelleringen i Avila och Pröhl (2008) utgår man från att C-14 befinner sig i jämvikt, medan omsättning i atmosfär och vatten simuleras dynamiskt med en kompartmentmodell i SR-Site. Skillnaden i resultat är dock försumbar eftersom jämvikt inträder snabbt i förhållande till integrationstiden.
- I Avila och Pröhl (2008) används vindhastigheten vid kronan, medan medelhastigheten i "mixed layer" används i SR-Site. Även i detta fall är skillnaderna försumbara i dosberäkningarna.
- I Avila och Pröhl (2008) antas all C-14 släppas ut både till atmosfären och till ytvattnet, medan utsläppet antas ske till nedre regoliten i SR-Site. Därefter bestämmer de hydrologiska förhållandena i SR-Site-modellen hur utsläppet fördelas mellan ytvattnet och atmosfären.

#### **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

Modellbeskrivningen i appendix A i ”LDF-rapporten” (Avila et al. 2010) ger ekvationerna för alla radionuklider som används för SR-Site, inklusive de för C-14.

### **Fråga 1b**

Alla beräkningar av LDF använde de data som finns i filen ParameterES.xls, vilka, förutom för Ra-226, också redovisas i Nordén et al. (2010). De värden som redovisas för Ra-226 i Nordén et al. (2010) ( $K_d$ -regolow, terrester regomid och regoup) användes för parameterosäkerhetsanalysen. Detta är sent insamlade radiumdata från platsen, se stycke 3.2 i Nordén et al. (2010). Dessa data var inte tillgängliga vid LDF-beräkningen som användes för dosuppskattningen.  $K_d$ -värdet för radium som användes för LDF och dosberäkningarna (ParameterES.xls) kommer från IAEA (2010) som refereras i Nordén et al. (2010), men den noteringen föll bort i dokumentationen i Nordén et al. (2010). Detta kommer att rättas med erratablad till Nordén et al. (2010).

En jämförelse med deterministiskt beräknat LDF för Ra-226, (dvs LDF beräknat med  $K_d$ -värdena i filen ParameterES.xls), med probabilistiskt beräknat LDF (dvs LDF beräknat med  $K_d$ -värdena i Nordén et al. (2010)), visas i figur 5-36 i Avila et al. (2010). Medianvärdet för den probabilistiska beräkningen sammanfaller i stort sett med det deterministiskt beräknade värdet under hela tidsperioden.

### **Fråga 1c**

Alla relevanta exponeringsvägar ingår i dosberäkningarna i SR-Site. Det finns inga flöden mellan Water och terrestra Regolith Up efter att objektet (121\_03) har bildats, eftersom detta objekt inte har något ytvatten då. Därför är TC19 och TC 20 lika med noll. I avsnitten 7.4 och 7.5 i Lindborg (2010) beskrivs landskapsutvecklingen, samt att ett fåtal objekt (t ex 121\_03) inte genomgår sjöstadiet och blir terrestra utan vattendrag (sidan 209, punktsatsen *Terrestrial stage*). Följaktligen finns det ingen exponeringsväg med ytvatten som är relevant för det objektet.

### **Fråga 1d**

Efterfrågade dokument levereras separat i elektronisk form:

- *LDF.xlsx* innehåller alla nuklider, objekt och tidpunkter
- *LDF\_Ra226.xlsx* innehåller Ra-226 och dess viktiga sönderfallprodukter i alla objekt och tidpunkter
- *LDF\_Th230.xlsx* innehåller Th-230 och dess viktiga sönderfallprodukter i alla objekt och tidpunkter
- *LDF\_U238.xlsx* innehåller U-238 och dess viktiga sönderfallprodukter i alla objekt och tidpunkter

### **Fråga 1e**

LDF beräknades separat för varje objekt för ett konstant flöde av 1 Bq/år under hela simuleringstiden med antagandet att objektet utnyttjas maximalt av människan hela tidsperioden. Det maximala värdet av LDF från alla objekt och tidsperioder användes sedan som LDF i SR-Site för riskberäkningen. Nedströmsobjekt togs inte med eftersom det antas att individer som exponeras i dessa erhåller lägre eller lika stora doser. Antagandet testades i osäkerhetsanalysen, se avsnitt 5.2.1 i Avila et al. (2010), vilken visade att antagandet är giltigt.

I osäkerhetsanalysen som redovisas i avsnitt 5.2.1 i Avila et al. (2010), beskrivs att 1 Bq/år släpptes i objekt 136 under hela interglacialen. LDF beräknades för objekt 136 och alla nedströms objekt (se figur 5-32 för kedjan för objekt 136, och figur 3-2 för alla kedjor). Figur 5-32 visar att LDF alltid är högre (ca 10 ggr) för objekt 136 jämfört med objekten nedströms i kedjan. Resultaten visas för den längsta kedjan. Liknade resultat erhöles för alla kedjor. Denna analys visar således att de högsta doserna konsekvent erhålls i det objekt utsläppet sker till inom respektive kedja. I analysen antas ju vidare att en individ får alla sina livsmedelsbehov tillgodosedda från just det objekt utsläppet sker till. Därmed leder en försörjning från flera objekt alltid till lägre doser än den som orsakas av försörjning enbart från objektet som ger högst dos.

## **2. Presentation och förklaring av resultat för beräknad dos.**

Svar kommer att lämnas i juni 2013.

## **3. Verifiering av använda modeller och beräkningskoder.**

### **Fråga 3Ia**

I avsnitt 3.2.3 i Avila et al. (2010), sista meningen i tredje stycket står:

*"When agriculture is possible, it is deemed equally likely that the wetland is used for production of natural food stuffs, cereals, root crops, vegetables or fodder for beef and dairy production."*

Det betyder att foder samt naturlig produktion kan användas till fler födoslag (mjölk, kött respektive svamp, bär, jakt), men att arealen, dvs ett objekts landyta, (i interglacialberäkningen) är uppdelad på 5 lika sannolika delar för produktion av mat (därav 20%-indelningen):

- 1) Odling av spannmål (cereal)
- 2) Odling av rotfrukter (roots)
- 3) Odling av grönsaker (vegetable)
- 4) Odling av djurfoder (fodder), används sedan till att föda boskap och ger kontaminerad mjölk och kött
- 5) Opåverkad del, används sedan till jakt och till att plocka kontaminerade svampar och bär

### **Fråga 3Ib**

Svar kommer att lämnas i december 2013.

### **Fråga 3IIa**

För beräkningarna av LDF som används för riskuppskattningarna i SR-Site har PANDORA använts och det är de resultaten som används i riskberäkningarna i SR-Site. Samtliga beräkningar har verifierats med ECOLEGO som i stort sett visar överensstämmande resultat.

De inkonsekvenser som SSM observerar vid övergången från hav till land kan inte SKB reproducera vare sig med PANDORA eller med ECOLEGO, trots att den version av ECOLEGO som SSM hänvisar till har använts. Det kan bero på SSM:s specifika

implementering av koden. SKB kan bistå med att härleda eventuella avvikelser från SKB:s implementering.

(SKB har i brev med SKBdoc id 1378416 angivit att ovanstående fråga skulle besvaras först i juni 2013, men en noggrannare analys av frågeställning ledde till att den kunde besvaras redan i april 2013.)

### ***Fråga 3IIb***

På sida 136 i Avila et al. (2010) anges ekvationen för dricksvattenskonsentrationen (conc\_WATER, Bq/m<sup>3</sup>). I ekvationen finns ett villkor (have\_water) som anger ifall det finns ytvatten i objektet. Om så är fallet används medelkonsentrationen av yt- och brunnsvatten, om objektet saknar ytvatten tillgodoses behovet av dricksvatten hos objektets invånare med enbart brunnsvatten.

Eftersom maximalt LDF används för dosberäkningen kommer alltid det objekt, alternativt möjlig brunn, som ger den högsta LDF föras vidare i beräkningen, dvs om det finns land i området kommer det objektet i allmänhet att ge högre LDF än havet vid motsvarande tidsperiod.

Med vänlig hälsning

**Svensk Kärnbränslehantering AB**  
Avdelning Kärnbränsleprogrammet

Helene Åhsberg  
Projektledare Tillståndsprovning

### **Referenser**

#### ***Dokument och referenser i ansökan***

**Avila R, Pröhl G, 2008.** Models used in the SFR 1 SAR-08 and KBS-3H safety assessments for calculation of <sup>14</sup>C doses. SKB R-08-16, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**Avila R, Ekström P-A, Åstrand P-G, 2010.** Landscape dose conversion factors used in the safety assessment SR-Site. SKB TR-10-06, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**IAEA, 2010.** Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer to humans in terrestrial and freshwater environments. Vienna: International Atomic Energy Agency. (IAEA Technical Reports Series 472)

**Lindborg T (ed), 2010.** Landscape Forsmark – data, methodology and results for SR-Site. SKB TR-10-05, Svensk Kärnbränslehantering AB.

**Nordén S, Avila R, de la Cruz I, Stenberg K, Grolander S, 2010.** Element-specific and constant parameters used for dose calculations in SR-Site. SKB TR-10-07, Svensk Kärnbränslehantering AB.

## **Bilagor**

Följande fyra Excel-filer skickas separat, se vidare svaret på fråga 1d:

1. **SKBdoc 1388267, version 1.0.** LDF.xlsx. Svensk Kärnbränslehantering AB.
2. **SKBdoc 1388264, version 1.0.** LDF\_Ra226.xlsx. Svensk Kärnbränslehantering AB.
3. **SKBdoc 1388265, version 1.0.** LDF\_Th230.xlsx. Svensk Kärnbränslehantering AB.
4. **SKBdoc 1388266, version 1.0.** LDF\_U238.xlsx. Svensk Kärnbränslehantering AB.