



Svensk Kärnbränslehantering AB  
Box 250  
101 24 Stockholm

**Begäran om komplettering**  
2012-12-17

**Handläggare:** Shulan Xu  
**Telefon:** 08 799 4212

**Vår referens:** SSM2011-2426-92  
**Intern referens:** 4.7.2.e-g  
**Er referens:** KTL - Kärnbränsleförvaret

## Begäran om komplettering av ansökan om slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall – Radionuklidtransport och dosberäkningar

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) har vid granskningen av Svensk Kärnbränslehantering AB:s (SKB) ansökan om tillstånd enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet för ett slutförvar för använt kärnbränsle och kärnavfall, funnit behov av nedanstående kompletteringar för radionuklidtransport och dosberäkningar.

SSM önskar att kompletteringarna eller en tidplan för dess framtagande är myndigheten tillhanda senast den 2013-02-15.

Om SKB önskar ytterligare förklaringar eller förtydliganden av de frågor som omfattas av denna begäran, och som inte avser enklare klaganden av praktisk eller administrativ karaktär, ska detta ske vid protokollförda möten mellan berörda personer på SSM och SKB.

### Kompletteringar

SSM bedömer att det finns ett behov av kompletterande information inom följande 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.



Kompletteringarna finns i SSM:s yttrande till Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt, bilaga 4, avsnitt 4.7.2 Radionuklidtransport och dosberäkningar (SSM 2011-1483). SSM efterlyser kompletteringarna för bedömning av 5§ i SSMFS 2008:37.

## Skälen för begäran om komplettering

1. Dokumentationen/Beskrivningen av följande frågor är antingen ofullständig eller saknas:
  - a. I LDF-rapporten TR-10-06 står det "*In the case of C-14 the uptake by biota is modelled using a specific activity approach /Avila and Pröhl 2008/*". SSM har reproducerat LDF-beräkningar med den Ecolego kod som ges i bilaga A i LDF-rapporten (*Appendix A, Equations in the Radionuclide Model for the biosphere*) och har genom denna granskning tolkat det som att modellering av kol-14 ingår i radionuklidmodellen. Men de modeller som presenteras i Avila och Pröhl (2008) och den modell som beskrivs i Bilaga A är inte identiska. SSM behöver en detaljerad beskrivning av den modell som används för beräkning av dos från kol-14 för att kunna granska denna del av SKB:s ansökan.
  - b. SSM har identifierat skillnader mellan indata i referensen TR-10-07 till ansökan och indata i datafiler från SKB (SSM, 2012). Ett exempel är Kd för Ra-226 i det s.k. regolit lagret "*regolow*" som anges i TR-10-07 till 7,3 [ $m^3/kg dw$ ] och i datafilen ParametersES.xls från SKB (SSM, 2012) till 2,5 [ $m^3/kg dw$ ]. Ett annat exempel är att Kd-värden för Ra-226 i de s.k. *regolit Ter\_rego\_up, Ter\_regoMid, Lake\_regoup, Lake\_regoMid, Sea\_regoUp* och *Sea\_regoMid* anges till 2,3 [ $m^3/kg dw$ ] i TR-10-07 och i datafilen ParametersES.xls från SKB (SSM, 2012) till 2,5 [ $m^3/kg dw$ ]. SSM behöver en förklaring till skillnaderna. Varifrån kommer värdena i datafilen ParametersES.xls? Om fel värden har använts i SKB:s dosberäkningar behöver SSM en rättelse.
  - c. SSM saknar motivering till antaganden som gäller *transfer rate coefficients* (TC) vilka beskrivs i LDF-rapporten TR-10-06. I figur A-1 (*Appendix A, TR-10-06*) finns TC 19 och TC 20 som är de TC som används för beräkning av flödet av radionuklider mellan modellbox *Ter Regolith Up* och *Water*. TC 19 och TC 20 blir noll pga de villkor som ansatts för dem och det innebär att det inte sker något utbyte mellan dessa två modellboxar i beräkningsfallet för objekt 121\_03. Detta innebär i sin tur att radionuklider från den terrestriska delen leds direkt ut ur hela modelldomänen och



- konsekvenserna av utsläppen ingår inte i dosberäkningen. SSM tolkar detta som att vissa exponeringsvägar inte ingår i dosberäkningarna i SR-Site och att detta kan leda till en underskattning av den totala dosen. Därför behöver SSM en motivering till antagandena som gäller TC 19 och TC 20.
- d. SSM saknar en härledning av *Distributed LDF*. SSM har skickat begäran om förtydligande information angående *Distributed LDF* till SKB tidigare och fått information om antal utströmningspunkter per objekt och tidsperiod i en Excel-fil. För att kunna granska/reproducera *Distributed LDF* behöver SSM emellertid LDF-tidserier för biosfärsobjekten som ingår i beräkningen.
  - e. SSM saknar liksom Egan et al., (2012) en mer detaljerad redovisning av beräkningarna i avsnitt 5.2.1 i TR-10-06 om ”*Disregarding contamination from upstream biosphere objects*”. Vilka antaganden ligger t.ex. bakom dosberäkningarna i Figur 5-32? Vid val av exponeringsvägar, har hänsyn tagits till kombinationer av flera biosfärsobjekt?
2. SSM delar de synpunkter som uttrycks i Kirchner (2012) om att det i LDF-rapport TR-10-06 saknas diskussion om och förklaring till de förlopp som visas i rapportens figurer. SSM behöver kompletterande information om de processer som påverkar utvecklingen av LDF-värden. Till exempel saknas en förklaring till de jämförelsevis snabba förändringarna för LDF för Ra-226 i figur 5-1 (TR-10-06) och en diskussion kring vilket/vilka objekt som orsakar den snabba förändringen av aktivitetskoncentration för Ra-226 och I-129 i ytvatten som visas i figur 3-5 (TR-10-06).
  3. I) SSM saknar verifiering av använda modeller och beräkningskoder och menar att det inte räcker med den allmänna beskrivning av t.ex. exponeringsvägar som ges i LDF-rapport TR-10-06. För att kunna granska behöver SSM detaljerade beskrivningar av exponeringsvägar och motiveringar till varför vissa exponeringsvägar ingår i SR-Site och andra inte. I granskningen har SSM identifierat följande två frågor där motiveringar saknas:
    - a. Dosberäkningen i SR-Site bygger på fördelning av intag av olika livsmedel baserat på produktion av olika livsmedel på en viss plats. Enligt de ekvationer för livsmedelsproduktion som anges som Ecologokod i bilaga A (*Appendix A, Equations in the Radionuclide Model for the biosphere*) i LDF-rapport TR-10-06 har alla de olika livsmedelskategorier som produceras på den terrestriska



delen tilldelats samma storlek på området för produktionen av den totala terrestriska arean. Varje kategori av livsmedel har tilldelats 20 procent av den totala terrestriska arean. Emellertid är det totala antalet livsmedelskategorier mer än fem. Det är inte klart för SSM om detta är ett medvetet antagande av SKB eller ett misstag. Om det är ett medvetet antagande saknar SSM en motivering. Om det är ett misstag begär SSM en rättelse.

- b. SSM saknar också en motivering till varför förbränning av torv för energiproduktion inte ingår som exponeringsväg i SR-Site. I den tidigare preliminära säkerhetsanalysen bedömdes den av SKB som en viktig exponeringsväg (TR-99-14).

II) Under granskningen har SSM också identifierat frågor som rör de två koderna Pandora och Ecolego. I LDF-rapporten TR-10-06 nämns det att dessa två koder används för modellering av biosfären och för dosberäkningar. Ecolegokoden finns beskriven i bilaga A (*Appendix A, Equations in the Radionuclide Model for the biosphere*) till LDF-rapporten. I LDF-rapporten står också "*A comparison of the numerical integration of the model with Ecolego and Pandora was performed by repeating the deterministic simulation for derivation of LDF values in Ecolego and comparing with the values obtained with Pandora. For all radionuclides and biosphere objects the LDF obtained with both tools were practically identical, with observed differences of less than 1%.*". SSM har reproducerat beräkningen av LDF med Ecolegokoden i bilaga A. SSM upptäckte inkonsekvenser mellan resultat från beskrivningen av Ecolegokoden och de presenterade resultaten i LDF-rapporten. Två exempel ges nedan.

- a. I Figur 1 (Bilaga 1) visas SSM:s resultat för Ra-226 och I-129. Beräkningarna är gjorda enligt Ecolegokoden i Bilaga A i LDF-rapporten. SSM:s resultat är kompatibla med SKB:s resultat som visas i Figur 2 (Bilaga 1) förutom att SSM:s resultat har diskontinuiteter runt 3000 AD. SSM:s tolkning av diskontinuiteterna är att det finns vissa inkonsekvenser mellan tidsberoende funktioner och parametrar som införts i modelleringen och som ger en orealistiskt hög transfereringshastighet under en relativt kort tidsperiod. Den tidsserie för LDF som anges i LDF-rapporten har inte några sådana diskontinuiteter och därför ställer sig SSM frågande till om de resultat som presenteras i LDF-rapporten baseras på beräkning med Ecolegokod. SSM saknar en verifiering av de två koderna.



- b. I LDF-rapporten står det ”*Exposure from contaminated drinking water is considered from the point in time when a biosphere object has emerged from the sea. Livestock are assumed to consume water from the same sources as human inhabitants, i.e. equal water contributions from surface water and a drilled well.*”. SSM har dock upptäckt att Ecolegos modellbeskrivning för beräkning av doser vid intag av dricksvatten enbart tar hänsyn till dricksvatten från borrhållsbrunn. SSM kan heller inte se att hänsyn tas till att invånare under havsperioden eventuellt kan få intag av kontaminerat grundvatten via en brunn. SSM behöver ett klagande och kompletterande information om modellbeskrivningen.

Denna begäran om komplettering har beretts i tillståndsprövningsprojektets Projektledningsgrupp och föredragits av Shulan Xu och Maria Nordén.

*Ansi Gerhardsson*  
Projektledare

*Shulan Xu*  
Handläggare

*Maria Nordén*  
Handläggare



## Referenser

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

Avila, R. and Pröhl, G., Models used in the SFR 1, SAR-08 and KBS-3H safety assessments for calculation of  $^{14}\text{C}$  doses, SKB R-08-16, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2008.

Bergström, U., Nordlinder, S. and Aggeryd, I., Models for dose assessments. Modules for various biosphere types, SKB TR-99-14, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1999.

Egan, M., Little, R. and Walke R., Review of Landscape Models used in SR-Site, SSM Technical note 2012:46, [www.stralsakerhetsmyndigheten.se](http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se), 2012.

Kirchner, G., Review of SKB's Biosphere Modelling Approach. SSM Dnr. 2012-110, 2012.

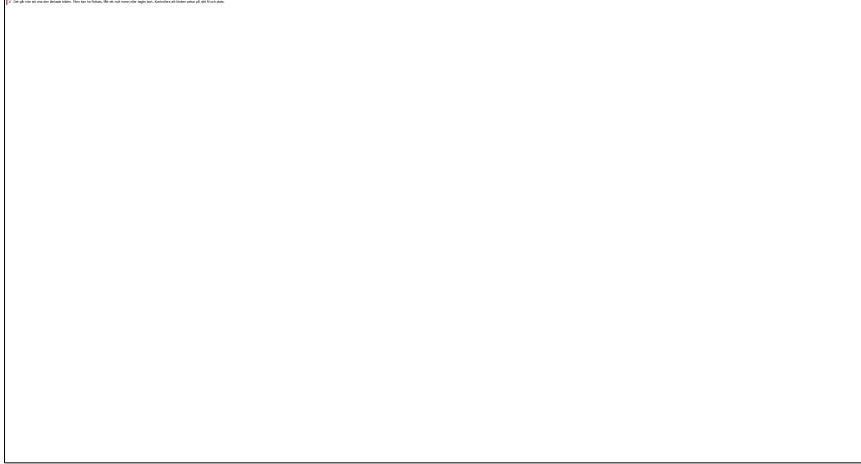
Nordén, S., Avila, R., de la Cruz, I., Stenberg, K. and Grolander, S., Element-specific and constant parameters used for dose calculations in SR-Site, SKB TR-10-07, Svensk Kärnbränslehantering AB, 2010.

SSM, TPP (Tillståndsprövningsprojektet) Kompletteringar till granskningen av slutförvarsansökan. SSM Dnr. 2011-2426-19, 2012.



## Bilaga 1

a)



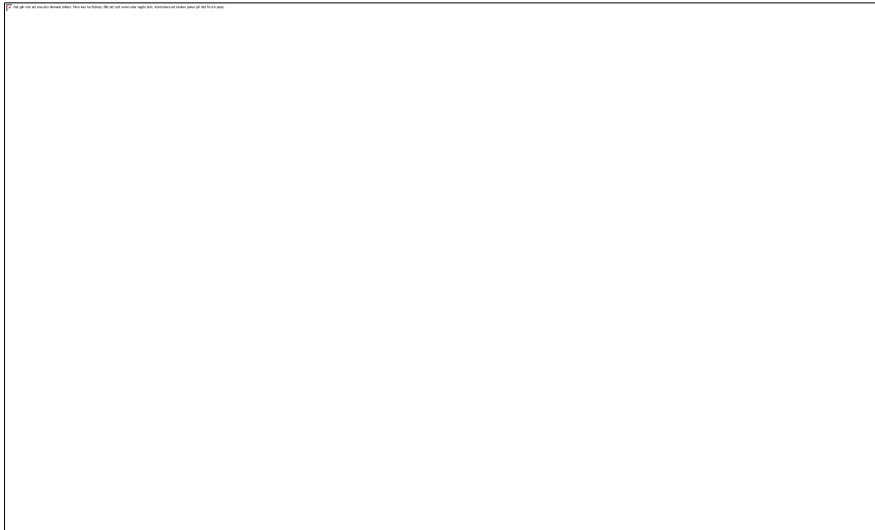
b)



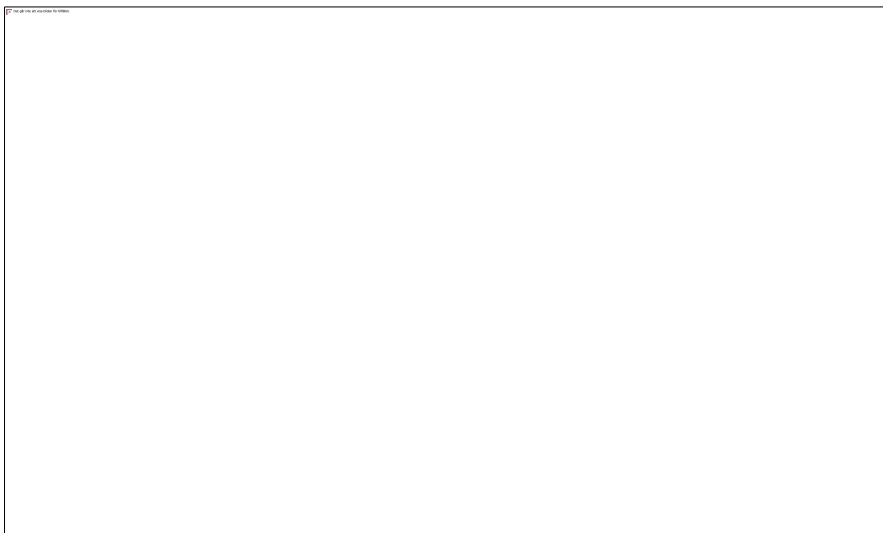
Figur 1. SSM:s beräkningar av årlig dos från a) Ra-226 och b) I-129 beroende av utsläppshastighet (Sv/y per Bq/y) och tid uttryckt som tid e.Kr. (Time AD (y)). Simuleringen är gjord enligt Ecolegokoden i TR-10-06 (*Appendix A, Equations in the Radionuclide Model for the biosphere*) med utsläppet 1 Bq/år till biosfärsobjekt 121\_03.



a)



b)



Figur 2. SKB:s beräkningar av årlig dos från a) Ra-226 och b) I-129 beroende av utsläppshastighet (Sv/y per Bq/y) och tid uttryckt som tid e.Kr. (Time AD (y)). Simuleringen är gjord med utsläppet 1 Bq/år till det biosfärsobjekt med den högsta LDF (se tabell 4-1 i LDF-rapport TR-10-06). I figuren visas resultat för fyra fall där utsläppet börjar vid olika tidpunkter:

1. Utsläppet sker i början av den period när havet täcker förvaret vid 9000 f.Kr (används för att härleda baslinje LDF:s).
2. Vid slutet av den period när havet täcker förvaret (*threshold\_start*).





3. Vid slutet av övergångsperioden mellan den havstäckta perioden och den period då land täcker förvaret (threshold\_stop).
4. Vid slutet av perioden med tempererat klimat vid 9400 e.Kr. (LDF-beräkningarnas slutpunkt).

SSM:s översättning och tolkning av SKB:s figurer och figurtext (från LDF-rapport TR-10-06).