



DokumentID
1572152

Handläggare
Eva Andersson
Sara Grolander
Ben Jaeschke
Er referens
Karolina Stark

Datum
2016-12-12

Sida
1(7)

Ärende
SSM2015-725-47

Ert datum

Kvalitetssäkring

2017-04-28 Klas Källström (TS)

2017-04-28 Peter Larsson (Godkänd)

Kommentar

Strålsäkerhetsmyndigheten
Att: Georg Lindgren
171 16 Stockholm

Svar till SSM på begäran om komplettering av ansökan om utökad verksamhet vid SFR - dos till biota

Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM, har i sin skrivelse till Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, daterad 2016-10-12 begärt förtydligande information om dos till biota.

SKB överlämnar härmed begärda komplettering. Leveransen består av detta brev och tillhörande PM. Följande text förtydligar leveransen för respektive fråga.

- 1. SSM saknar ett miljöperspektiv i SKB:s antaganden om val av storlek på biosfärsobjekt. I SKB TR-14-06 anges att dosen ökar om objektstorleken minskas. Eftersom flera referensorganismer har hemområden som är betydligt mindre än SKB:s biosfärsobjekt (t.ex. små däggdjur, reptiler, groddjur, insekter, jordlevande evertebrater) skulle SSM vilja att SKB redovisar vilken betydelse antaganden om storleken på kontaminerat område har för uppskattade doser till drabbade individer och för uppskattningen av möjliga effekter på populationsnivå. I redovisningen vill SSM få belyst hur en uppdatering av radionuklidinventariet (som gjorts för dos till människa) påverkar dosrater till biota och hur stor del av populationen av referensorganismer som kommer att få de i SKB TR-14-01 beräknade dosraterna.**

SKBs svar:

Den här frågan består av tre delfrågor som besvaras i följd nedan.

Den första frågan rör betydelsen av biosfärsobjektets storlek för de uträknade dosraterna. I SKB (2014) används alternativa metoder för att avgränsa biosfärsobjekten i syfte att utreda betydelsen av biosfärsobjektets storlek för koncentrationer av radionuklider i jord och vatten. Slutsatserna från denna analys, som redovisas i detalj i avsnitt 10.8 i SKB (2014), visar att koncentrationen av C-14 i jordlager och vatten ökar proportionellt med minskad objektstorlek. Om utsläppet koncentreras till de öppna våtmarkerna i objekt 157_2 (vilka utgör ca 50 % av objektet) så förväntas C-14 koncentrationen i miljön fördubblas jämfört med om utsläppet fördelas över hela objektet. Detta samband beror på att gasavgången från ett område är proportionellt mot dess yta. För andra radionuklider finns inget sådant linjärt samband. Då dessa radionuklider inte förväntas avgå till luften blir istället vattenflöden och tjocklek på jordlager styrande för deras transport, retention och utspädning.

Doseffekten av ökande koncentrationerna av radionuklider i ytlig torv och porvatten beskrivs i bifogat PM. Om koncentrationen av C-14 (som är den mest dosbidragande radionukliden för biota) ökar, så kommer även dosraterna för C-14 att öka proportionerligt. Storleken på ett hypotetiskt utsläppsområde behöver emellertid minska till en mycket liten yta ($\sim 40 \times 40$ m) för att ge dosrater som närmar sig screeningvärdet på $10 \mu\text{Gyh}^{-1}$. En så liten objektstorlek är orealistisk givet resultaten från de hydrogeologiska och ythydrologiska spridningsstudier som SKB genomfört (SKB 2015a). De doseffekter som uppstår i små objekt är dessutom begränsade till de individer av en population som vistas i objektet. Eftersom många organismer rör sig över större ytor eller har en population som sprider sig över större ytor blir de framräknade dosraterna inte relevanta på populationsnivå för dessa organismer. För stationära organismer (t.ex. gulyxne), och organismer som rör sig inom små habitat (t.ex. gölgrodan) kommer en yta av storleksordningen 40×40 m aldrig att innehålla mer än en bråkdel av det totala antalet individer som utgör den befintliga lokala populationen i SKB's undersökningsområde. Det kan därför konstateras att den ökade aktivitetskoncentration i jord och vatten som blir resultatet om utsläppet koncentreras till ytmässigt mindre biosfärsobjekt inte skulle utgöra någon risk för populationer av de arter som förekommer i området.

Den andra frågan rör effekterna av det uppdaterade inventariet för Mo-93 på beräknade dosrater till biota. Inventariet för Mo-93 uppdaterades i ett sent skede i projektet och denna uppdatering fördes inte in i NHB-beräkningarna i SR-PSU. Uppdateringarna ledde till att Mo-93-inventariet för basfallet ökade med cirka 60 %, medan inventariet i beräkningsfallet med högt inventarium minskade med cirka 60 % som en effekt av att osäkerheterna i inventariet minskat. Det uppdaterade inventariet för Mo-93 påverkar inte de totala dosraterna signifikant eftersom Mo-93 inte är en dominerande dosbidragande nuklid i något av beräkningsfallen (dosbidraget från Mo-93 var flera tiopotenser lägre än doserna från de mest dosbidragande radionukliderna).

Beräkningsfallet med högt inventarium belyser effekterna av osäkerheterna i inventariet och kan ses som ett gränssättande beräkningsfall. Det icke uppdaterade Mo-93-inventariet på 9.55×10^{10} Bq som användes i NHB-beräkningarna i SR-PSU är högre än det uppdaterade inventariet för både basfallet och fallet med högt inventarium. Eftersom detta beräkningsfall i SR-PSU inte gav något betydande dosbidrag kan det konstateras att det uppdaterade inventariet för Mo-93 inte kommer att ha någon betydande påverkan på de beräknade dosraterna eller på slutsatserna som drogs i analysen.

Den tredje frågan rör vilken andel av populationen som får de redovisade dosraterna i SKB (2015b) (svensk version av TR-14-01). Andelen av en population som får de redovisade dosraterna beror på hur stor andel av populationen som antas befinna sig i det mest exponerade objektet. I SR-PSU antas att organismerna spenderar all tid inom det mest exponerade objektet. Detta är ett konservativt antagande där man inte räknar med den minskning av dos som uppstår när organismer spenderar tid utanför det kontaminerade objektet. Det betyder att SKB antar att hela populationen får de redovisade dosraterna i SKB (2014).

- SSM skulle vilja att SKB förtydligar vilken version av ERICA-verktyget som implementerats i Ecolego. Om det inte är versionen 1.2 från november 2014 (som var en omfattande uppdatering med referens till i**

Brown et al., 2016, J Environ Radioact 153: 141-148) skulle SSM vilja veta hur SKB:s beräkningar av dosrater påverkas vad gäller uppdaterade CR-värden från databasen Wildlife transfer database och extrapoleringsmetoder när data saknas.

SKBs svar:

Den version av ERICA som användes och implementerades i Ecolego i SR-PSU var versionen från 2007. Den uppdaterade versionen av ERICA version 1.2 släpptes i november 2014, en månad innan säkerhetsanalysen lämnades in till myndigheten.

Flera uppdateringar har gjorts i ERICA-verktyget i version 1.2 och dessa beskrivs i detalj i kapitel 4 i bifogat PM. Uppdateringarna rör ändringar i indata och antaganden om organismer, men inga ändringar är gjorda i ekvationer i beräkningsverktyget. Nedan ges en sammanfattning av de ändringar som gjorts i ERICA samt de eventuella konsekvenser dessa kan få på beräknade dosrater.

Den stora nyheten som presenteras i ERICA 1.2 är en uppdatering av CR-värden baserad på CR-data från *Wildlife transfer database*, (ICRP 2009, IAEA 2014). *Wildlife transfer database*, som tagits fram gemensamt av ICRP och IAEA, har genomgått omfattande uppdateringar, och stora mängder nya data finns nu tillgänglig (Brown et al. 2016). Dessa uppdateringar resulterade i många, och i vissa fall stora, ändringar i CR-värden i ERICA 1.2 jämfört med den tidigare versionen av verktyget.

De CR-värden som användes i SR-PSU baserades på platsdata som kompletterades med litteraturdata, däribland data från *Wildlife transfer database* från februari 2011 (som rapporteras i ICRP 2009). Detta beskrivs i Tröjbom et al. (2013). Uppdateringar med ny litteraturdata i *Wildlife transfer database* kommer att påverka de data som gjordes i SR-PSU, framförallt i de fall då platsdata saknas. För att undersöka effekten av detta har en uppdaterad parameterisering gjorts, där data från den uppdaterade *Wildlife transfer database* inkluderades. Detta resulterade i nya CR-värden för vissa parametrar och ämnen som baseras på litteraturdata, medan merparten av CR-parametrarna där platsdata används inte ändrades. Skillnaderna mellan de CR-värden som användes i SR-PSU och uppdaterade CR-värden var i de flesta fall små (mindre än en tiopotens).

Större skillnader (mer än två tiopotenser) uppstod i emellertid i några fall. Betydelsen av sådana ökning på dosrater undersöktes i detalj (se bifogat PM), och SKB konstaterar att i samtliga undersökta fall ger ökningen av dosraterna på grund av väsentligt högre CR-värden en liten effekt på den totala dosraten. SKB drar därmed slutsatsen att de uppdaterade data som presenteras i *Wildlife transfer database* kommer att påverka CR-värden i ett antal fall, men att dessa ändringar inte kommer att ge signifikant ökade dosrater och därmed inte heller påverkar slutsatserna av analysen i SR-PSU.

Det har även tillkommit flera radionuklider i version 1.2 av Erica-verktyget (Ba-140, Ca-45, Cr-51, Cf-252, Ir-192, La-140, Pa-231 and Zn-65), vilket betyder att ERICA 1.2 även inkluderar doskonverteringsfaktorer och CR-värden för dessa radionuklider. Av dessa radionuklider är Pa-231 av intresse för analysen i SR-PSU. De CR-värden för Pa som presenteras i ERICA 1.2 baseras inte på uppmätta data utan på analoger, vilket betyder att inga nya uppmätta data finns tillgängliga.

De doskonverteringsfaktorer för Pa-231 som inkluderats i ERICA 1.2 är i de flesta fall identiska med de som användes i SR-PSU, men skillnader finns, framför allt för fytoplankton i sjöar och hav.

I Erica 1.2 har ändringar gällande referensorganismer gjorts i några fall. En sötvattenreptil har inkluderats medan fågelägg har exkluderats. Storleken på makroalger och fytoplankton har ändrats. Dessa ändringar kommer inte påverka dosberäkningarna signifikant. Antagande om var i ekosystemen som organismer spenderar tid har ändrats för terrestra amfibier och reptiler. Betydelsen av dessa antaganden har utretts vidare vilket beskrivs i svaret till fråga 3 samt i bifogat PM.

Doskonverteringsfaktorer för lavar och mossor har uppdaterats i Erica 1.2 eftersom geometrin för organismen har ändrats. För vissa radionuklider har ändringen i doskonverteringsfaktor varit stor, främst för extern dos. Eftersom lavar och mossor är den mest exponerade gruppen av organismer i flera beräkningsfall så har konsekvensen av de uppdaterade doskonverteringsfaktorerna utretts, och detta beskrivs i bifogat PM. De uppdaterade doskonverteringsfaktorerna har inte någon betydande påverkan på de dosrater som presenterats i SR-PSU.

Uppdaterade CR-värden kommer, tillsammans med övriga uppdateringar som presenteras i ERICA 1.2, att implementeras i PSAR för SRF-utbyggnad.

- 3. I SKB TR-13-23 rekommenderar SKB att organismer ska antas vara på jordytan/i jord och sediment i så stor utsträckning som möjligt vid dosratberäkningar då detta antagande är konservativt. SSM noterar dock att SKB inte antar detta för groddjur och utter. SSM skulle vilja att SKB redovisar hur dosraterna till groddjur påverkas om de antas befinna sig i jord i terrestra ekosystem och i/på sediment i sötvattenssystem. SSM skulle vidare vilja att SKB redovisar hur dosrat till utter och fågel påverkas om de antas ha kontakt med sediment i marina och sötvattenssystem.**

Ett antagande om att organismer spenderar all tid i jord eller sediment kan anses konservativt eftersom detta ger högre exponering av extern dos än om organismen istället hade vistats på jord eller sediment. I PSU antas att groddjur, utter och fågel tillbringar sin tid på jord eller i vatten vilket inte kan anses vara ett konservativt antagande. För att belysa betydelsen av detta antagande har kompletterande beräkningar utförts där groddjur, däggdjur och fåglar antas vistas i jord/sediment. Resultaten från beräkningarna beskrivs utförligt i bifogat PM och sammanfattas nedan.

I de kompletterande beräkningarna antas terrestra groddjur leva i jord och limniska groddjur antas leva i sediment. Ökningen i dosrat för terrestra groddjur blev 64 %, medan ökningen för groddjur i sjösystemet blev mindre än 1 %. De beräknade dosraterna är fortfarande fyra tiopotenser lägre än screeningdosvärdet, vilket betyder att detta antagande inte påverkar slutsatsen att dessa organismer inte kommer att drabbas av skadlig exponering för radionuklider från SFR.

Exponeringen från jord till fåglar och däggdjur är redan i ursprungliga beräkningar inkluderad i dosratberäkningen till de terrestra referensorganismerna. Det är realistiskt att anta att akvatiska fåglar och däggdjur spenderar tid i kontakt med sediment/jord medan de är i vatten, och kontakten med sediment kan antas vara momentan eller mycket kortvarig.

Trots att det är ett osannolikt scenario har kompletterande beräkningar av dosrater för akvatiska däggdjur och fåglar som tillbringar all sin tid i sediment gjorts. Detta beräkningsfall kan ses som ett konservativt gränssättande fall som belyser doseffekten av däggdjur och fåglar i kontakt med sediment som torrlagts längs stränder i sjöar och havsvikar. De beräknade dosraterna till fåglar och däggdjur som antas leva i sediment visar på en något högre dosrat (som mest 17 %) jämfört med respektive referensorganism som antas leva i vatten. De framräknade dosraterna för organismer som lever i sediment är dock flera tiopotenser under screeningdosvärdet och kontakten med sediment har inte en avgörande effekt på dosraterna eller på de slutsatser som dras i analysen av säkerhet efter förslutning.

4. I geometrin för växter tar ERICA-verktyget inte hänsyn till rötter som befinner sig i jord/sediment. Enligt SKB TR-13-23 kan dosraten till dessa därför vara underskattad. SSM skulle vilja att SKB resonerar kring betydelsen av denna underskattning och hur dosraten skulle påverkas om ett annat verktyg som t.ex. RESRAD-BIOTA används istället.

Det saknas i nuläget pålitliga metoder för att beräkna doser till rötter för terrestra växter. Data för upptag av radionuklider i rötter saknas, liksom data för fördelning av radionuklider inom växten. Dessutom saknas kunskap om radiologisk känslighet hos växters olika delar. I brist på pålitliga metoder så har ett konservativt tillvägagångssätt använts i denna komplettering för att uppskatta betydelsen av rötter för dosberäkningar till växter.

I likhet med den metod som används i RESRAD-BIOTA har geometriska strukturer som representerar rötter för respektive referensorganism; träd, gräs och örter och buskar, inkluderats i dosberäkningsmodellen i Ecolego. Rötterna antas vara i jorden, och samma parametervärden (förutom geometrier) som använts för respektive ovanjordsdel av växterna har ansatts. De beräknade dosraterna till dessa ”rotorganismerna” har sedan adderats till de redan beräknade dosraterna för respektive referensorganism (träd, gräs och örter och buskar). Detta ger den totala dosraten till hela organismen inklusive rötter. Beräkningarna beskrivs i detalj i bifogat PM och resultatet visar att dosraterna för växter ökar med två gånger om man inkluderar rötter i beräkningen. En ökning av dosraterna för växter i storleksordningen två gånger är inte tillräcklig för att de beräknade dosraterna ska stiga till en nivå som skulle utgöra en risk för populationer av terrestra växter.

5. Enligt SKB TR-14-09 har CR-värden valts för olika organismer baserat på vilket ekosystem som de antas vistas i, t.ex. har fåglar och uttrar i akvatiska ekosystem fått akvatiska CR-värden. Dessa antaganden har visat sig kunna resultera i en underskattning av upptag av radionuklider. Studien Stark et al., 2015 (Env Poll, Vol. 196, s. 201–213) visar att upptag för fågel underskattas om den antas äta endast från det akvatiska ekosystemet. Istället ger en kombination av CR-värden från terrest och akvatisk miljö en bättre uppskattning och användandet av terrestra CR-värden är mer konservativt. SSM skulle vilja att SKB redovisar hur dosrater till fågel och uttrar påverkas om terrestra CR-värden används i dosberäkningarna.

Ingen platsspecifik organism som lever i akvatiska system (externexponering) men tar föda från det terrestra systemet (internexponering) har identifierats och därför inkluderades ingen sådan hypotetisk organism i analysen för SR-PSU.

De beräknade dosraterna domineras av dosbidrag från internexponering via föda. Därför är ekosystemet där organismen hämtar sin föda ifrån viktigare än ekosystem där den vistas. För SR-PSU-analysen har akvatiska organismer fått högre doser än terrestra organismer på grund av högre interndos (framförallt från C-14 i sjöar). Detta gör att en akvatisk organism kan förväntas få lägre dos om födan intas från det terrestra ekosystemet.

För att fullt utreda denna fråga har doser till hypotetiska organismer beräknats genom att låta ett marint däggdjur, en marin fågel och sjöfågel få extern dos från respektive akvatiska systemet medan den interna dosen kommer från det terrestra systemet. De resulterande dosraterna har jämförts med respektive referensorganism från marina, limniska och terrestra ekosystem samt de platsspecifika organismerna. Eftersom de interna doserna dominerar den totala dosraten så liknar dosraterna för de hypotetiska organismerna de för respektive landlevande referensorganism, men dosraterna är något lägre. Slutsatsen från den kompletterande analysen är att denna exponeringsväg inte är nödvändig att inkludera för att säkerställa att marina och limniska däggdjur och fåglar är skyddade från skadlig exponering.

Med vänlig hälsning

Svensk Kärnbränslehantering AB
Projekt SFR Utbyggnad

Peter Larsson
Projektledare PSU

Bilagor

- 1 PM Additional considerations for the non-human biota dose assessment in the SR-PSU. SKBdoc 1581297 ver 1.0, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Referenser

Brown J E, Alfonso B, Avila R, Beresford N A, Copplestone D, Hosseini A, 2016.

A new version of the ERICA tool to facilitate impact assessments of radioactivity on wild plant and animals. Journal of Environmental Radioactivity 153, 141–148.

IAEA, 2014. Handbook of parameter values for prediction of radionuclide transfer to wildlife. Vienna: International Atomic Energy Agency. (Technical Report Series 479)

ICRP, 2009. Environmental protection: transfer parameters for reference animals and plants. Oxford: Elsevier. (ICRP Publication 114; Annals of the ICRP 39(6))

SKB, 2014. Biosphere synthesis report for the safety assessment SR-PSU. SKB TR-14-06, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2015a. Radionuclide transport and dose calculations for the safety assessment SR-PSU. Revised edition. SKB TR-14-09, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2015b. Redovisning av Säkerhet efter förslutning för SFR. Huvudrapport för säkerhetsanalysen SR-PSU. Svensk Kärnbränslehantering AB.

Tröjbom M, Grolander S, Rensfeldt V, Nordén S, 2013. K_d and CR used for transport calculations in the biosphere in SR-PSU. SKB R-13-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Revisionsförteckning

Ver	Datum	Revideringen omfattar	Utförd av	Kvalitetssäkrad	Godkännare