

Tolkning av förslag till strålskyddsvillkor

1 Bakgrund och syfte

SSM har meddelat förslag på strålskyddsvillkor som del i tillståndsvillkor för det utbyggda SFR. Villkorsförslaget lyder:

Verksamheten ska bedrivas i huvudsaklig överensstämmelse med vad som anges i ansökningshandlingarna.

Med huvudsaklig överensstämmelse med vad som anges i ansökningshandlingarna avses, när det gäller avfallens aktivitetsinnehåll, att

A. maximalt tillåtet aktivitetsinnehåll under drifttiden begränsas till $2 \cdot 10^{16}$ becquerel (Bq) vid varje given tidpunkt för radionuklider med en halveringstid på över ett år, och

B. vid förslutning får det maximala aktivitetsinnehållet per förvarsdel inte avsevärt överskrida det inventarium som i ansökan utgör utgångspunkten för beräkningarna i analysen av strålsäkerhet efter förslutning med avseende på nedanstående grupper av radionuklider med lång halveringstid:

- 1. radioaktiva ämnen som genomgår alfasönderfall eller sönderfaller till alfastrålare,*
- 2. radioaktiva ämnen som genomgår betasönderfall med högre mobilitet i förvarsmiljön, och*
- 3. radioaktiva ämnen som genomgår betasönderfall med lägre mobilitet i förvarsmiljön.*

SSM kan meddela närmare villkor för att reglera maximalt nuklidspecifikt innehåll per förvarsdel med hänsyn till strålsäkerhet under drift och efter förslutning.

Syftet med denna promemoria är att redovisa SKBs tolkning av villkor B samt belysa konsekvenser av det föreslagna villkoret.

2 Tolkning av villkorsförslaget

SKB tolkar *lång halveringstid* som ekvivalent med SKB:s definition på långlivade radionuklider (d v s nuklider längre än halveringstid än Cs-137). Av de radionuklider som ligger till grund för inventariet i säkerhetsanalysen (SKB 2015a) omfattar grupp 1 samtliga långlivade aktinider, medan övriga långlivade nuklider fördelas mellan grupp 2 och 3 (beroende på mobilitet). SKB förutsätter således att *ämnen som genomgår betasönderfall* även inkluderar vissa radionuklider med sönderfallsmekanismer som inte ger upphov till betastrålning.

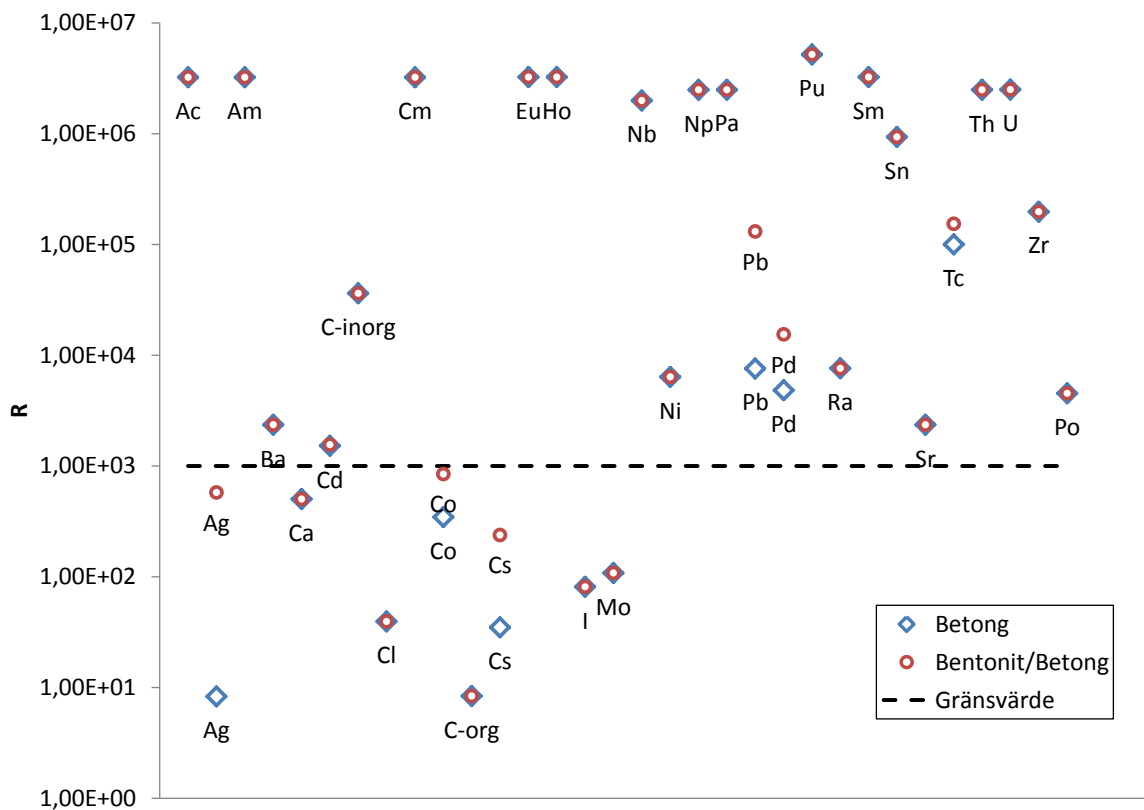
I radionuklidtransportberäkningarna för SR-PSU (SKB 2015b) definieras en *s k retardationsfaktor (R)* som kan användas som mått på ett ämnes mobilitet i förvarsmiljön som är jämförbart mellan olika förvarsdelar och barriärmaterial:

Tolkning av förslag till strålskyddsvillkor

$$R = 1 + \frac{K_d \rho_{bulk}}{\phi}$$

K_d är en fördelningskoefficient som för en given specie anger jämviktsförhållandet mellan viktsandel sorberat material i ett poröst medium och koncentration i lösning. ρ_{bulk} och ϕ är densiteten respektive porositet för det porösa mediet.

I detta dokument antas att species med $R > 1000$ i någon av barriärerna i en given förvarsdel kan betraktas som lågmobila. För de värden på K_d , ρ_{bulk} och ϕ som kommer att tillämpas i kommande säkerhetsanalys för PSAR ger detta gränsvärde samma indelning av radionuklider för både betong och bentonit (Figur 2-1). Påverkan på sorption till följd av t ex komplexbildande ämnen eller förändringar i redox potential beaktas inte vid grupperingen av radionuklider. Vidare antas att aktivitet som föreligger som inducerat i stål i förvarsdelen BRT också ska betraktas som lågmobila.



Figur 2-1. Retardationsfaktor för betong och bentonit/betong (maxvärde för betong eller bentonit).

Med utgångspunkt i de radionuklider som ingick i redovisningen av initialtillståndet för SR-PSU (SKB 2015a, Tabell 4-6) erhålls en gruppering radionukliderna enligt Tabell 2-1.

Tolkning av förslag till strålskyddsvillkor

Tabell 2-1. Gruppering av radionuklider enligt villkorsförslag

Grupp 1	Grupp 2	Grupp 3
U-232	Be-10	C-14 (oorg)
U-234	C-14 (org)	Ni-59
U-235	C-14 (ind)	Ni-63
U-236	Cl-36	Zr-93
U-238	Ca-41	Nb-94
Np-237	Se-79	Tc-99
Pu-238	Mo-93	Pd-107
Pu-239	Ag-108m	Sn-126
Pu-240	In-115	Sm-151
Pu-242	I-129	Ho-166m
Am-241	Cs-135	
Am-242m		
Am-243		
Cm-245		
Cm-246		

3 Tillämpning av villkor

Tillämpning av villkorsförslaget enligt ovanstående tolkning ger gränsvärden för aktivitet i respektive förvarsdela enligt Tabell 3-1. Gränsvärden för 2-5BLA gäller för summan av aktivitet samtliga tillkommande BLA-salar eftersom dessa inte särredovisats (SKB 2015a).

Tabell 3-1. Summering av aktivitet vid förslutning (SKB 2015a, Tabell 4-6) per förvarsdela och grupp.

Grupp	Aktivitet/Bq								Totalt
	1BMA	2BMA	1BTF	2BTF	Silo	1BLA	2-5BLA	BRT	
Grupp 1	4,35E+10	1,02E+11	9,29E+09	2,77E+09	2,33E+13	2,04E+09	4,56E+09	5,77E+09	2,34E+13
Grupp 2	1,69E+11	7,01E+10	1,18E+10	8,58E+09	1,01E+12	4,00E+08	7,17E+09	1,84E+09	1,28E+12
Grupp 3	1,51E+14	9,34E+13	2,27E+12	2,58E+12	5,58E+14	3,14E+11	1,14E+12	1,46E+13	8,23E+14

Grupp 1 (alfastrålare) har störst bidrag från Am-241 och Pu-238. Organiskt C-14 ger störst bidrag till grupp 2 (högmobila beta) i 1BMA, 1-2BTF och Silo medan Ca-41 och Ag-108m bidrar mest i övriga förvarsdelar. Grupp 3 (lågmobila beta) domineras av Ni-63.

Villkorsförslaget är beroende av vilken halveringstid som ska utgöra gräns för långlivad respektive kortlivad aktivitet samt vilket gränsvärde för mobilitet som ska tillämpas. Valet av gränsvärden blir godtyckligt eftersom det inte finns någon koppling mellan villkoret och dos/risk från förvaret. Med föreslagen gräns för låg- respektive högmobila species kommer dock mindre justeringar av K_d -värden inte att ge någon förändring i grupperingen.

Tillämpning av föreslaget villkor medger viss flexibilitet för förändringar av inventariet inom respektive grupp, men begränsar dock möjligheten att omfördela aktivitet mellan förvarsdelar. Detta innebär en potentiell konflikt mellan villkorsförslaget och åtgärder som skulle kunna minimera dosen från förvaret t ex omfördelning av långlivad aktivitet från 2BMA till Silo samt möjligheten att styra framtida driftavfall från 1BMA till 2BMA.

Det är också oklart vad som kommer att betraktas som *avsevärt* när det gäller överskridande av inventariet. Inom samtliga grupper finns radionuklider som står för en betydande del av aktiviteten men som inte nämnvärt bidrar till dos efter förslutning. För sådana nuklider har en större osäkerhet


Tolkning av förslag till strålskyddsvillkor

bedömts vara acceptabel t ex vid uppskattning av aktivitet i framtida rivningsavfall, men med föreslaget villkor riskerar dessa nuklider att bli begränsande trots att dos efter förslutning inte påverkas.

Referenser

SKB, 2015a. Safety analysis for SFR. Long-term safety. Main report for the safety assessment SR-PSU. SKB TR-14-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.

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

A blue hexagonal shape with rounded corners, containing white text. It is positioned on the left side of the image, overlapping the forest background.

**Tolkning av
förslag till
strålskyddsvillkor**

- *Med huvudsaklig överensstämmelse med vad som anges i ansökningshandlingarna avses, när det gäller avfallets aktivitetssinnehåll, att*
- *A. maximalt tillåtet aktivitetssinnehåll under drifttiden begränsas till $2 \cdot 10^{16}$ becquerel (Bq) vid varje given tidpunkt för radionuklider med en halveringstid på över ett år, och*
- *B. vid förslutning får det maximala aktivitetssinnehållet per förvarsdel inte avsevärt överskrida det inventarium som i ansökan utgör utgångspunkten för beräkningarna i analysen av strålsäkerhet efter förslutning med avseende på nedanstående grupper av radionuklider med lång halveringstid:*
 - 1. radioaktiva ämnen som genomgår alfasönderfall eller sönderfaller till alfastrålare,*
 - 2. radioaktiva ämnen som genomgår betasönderfall med högre mobilitet i förvarsmiljön, och*
 - 3. radioaktiva ämnen som genomgår betasönderfall med lägre mobilitet i förvarsmiljön.*

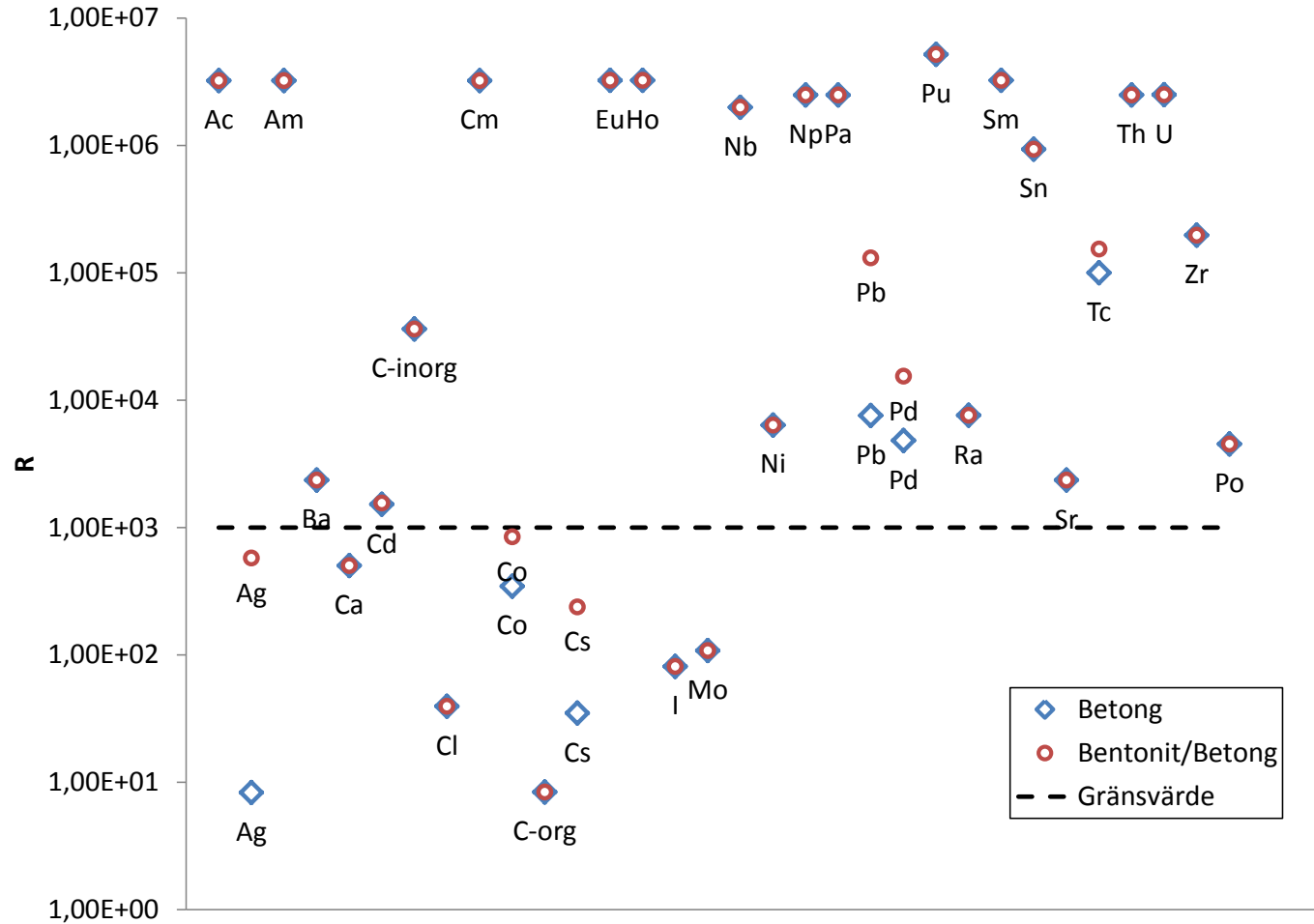
Tolkning av villkor

- Nuklider med *lång halveringstid* andas vara de som uppfyller SKB:s definition av långlivade radionuklider (d v s nuklider med längre än halveringstid än Cs-137)
- Gruppen *ämnen som genomgår betasönderfall* inkluderar även vissa radionuklider med sönderfallsmekanismer som inte ger upphov till betastrålning
- Ämnen vars huvudsakliga species i förvarsmiljö som har retardationsfaktor $R > 1000$ i någon av barriärerna betraktas som lågmobila

$$R = 1 + \frac{K_d \rho_{bulk}}{\phi}$$

- Vidare antas att nuklider som föreligger som inducerad aktivitet i stål i förvarsdelen BRT också ska betraktas som lågmobila

Retardationsfaktor



Indelning av radionuklider



Grupp 1	Grupp 2	Grupp 3
U-232	Be-10	C-14 (oorg)
U-234	C-14 (org)	Ni-59
U-235	C-14 (ind)	Ni-63
U-236	Cl-36	Zr-93
U-238	Ca-41	Nb-94
Np-237	Se-79	Tc-99
Pu-238	Mo-93	Pd-107
Pu-239	Ag-108m	Sn-126
Pu-240	In-115	Sm-151
Pu-242	I-129	Ho-166m
Am-241	Cs-135	
Am-242m		
Am-243		
Cm-245		
Cm-246		

Tillämpning av villkor



Grupp	Aktivitet/Bq								
	1BMA	2BMA	1BTF	2BTF	Silo	1BLA	2-5BLA	BRT	Totalt
Grupp 1	4,35E+10	1,02E+11	9,29E+09	2,77E+09	2,33E+13	2,04E+09	4,56E+09	5,77E+09	2,34E+13
Grupp 2	1,69E+11	7,01E+10	1,18E+10	8,58E+09	1,01E+12	4,00E+08	7,17E+09	1,84E+09	1,28E+12
Grupp 3	1,51E+14	9,34E+13	2,27E+12	2,58E+12	5,58E+14	3,14E+11	1,14E+12	1,46E+13	8,23E+14

- Grupp 1 utgörs av långlivade aktinider i avfallet med störst bidrag från Am-241 och Pu-238
- Grupp 2 har störst bidrag från organiskt C-14 i 1BMA, 1-2BTF och Silo medan Ca-41 och Ag-108m bidrar mest i övriga förvarsdelar.
- Grupp 3 domineras av Ni-63.

Frågor och kommentarer kring tillämpning



- Bör indelning m a p mobilitet tillämpas för 1-5BLA?
- Föreslaget villkor innebär en potentiell konflikt mellan villkorsförslaget och åtgärder som skulle kunna minimera dosen från förvaret t ex omfördelning av långlivad aktivitet från 2BMA till Silo samt möjligheten att styra framtida driftavfall från 1BMA till 2BMA.
- Inom samtliga grupper finns radionuklider som står för en betydande del av aktiviteten men som inte nämnvärt bidrar till dos efter förslutning. Med föreslaget villkor riskerar dessa nuklider att bli begränsande trots att dos efter förslutning inte påverkas.

- *Syftar mötet till att diskutera SSM:s villkorsformulering kopplat till regeringstillståndet eller den fortsatta regleringen inom ramen för ett fastställt regeringsvillkor?*

Mötet syftar till att klargöra om SKB:s tolkning av villkorsförslaget överensstämmer med SSM:s syfte med villkoret och i så fall vilka risker den fortsatta regleringen inom ramen för ett fastställt regeringsvillkor i så fall medför för SKB.

- *Anser SKB att de vägledande formuleringar som framgår i de dokument som refereras till enligt ovan är otillräckliga för att förstå syftet med och motivet för den fortsatta regleringen?*

Så som vägledningstexten formulerats medges inte omfördelning av aktivitet mellan förvarsdelar (förutsättning för optimering) eller förhöjd aktivitet för radionuklider med ringa påverkan på säkerheten efter förslutning. Om syftet är att även sådana avvikelser från ansökansinventariet skulle kunna godkännas av SSM så framgår detta inte tydligt i vägledningstexten.

Den praktiska tillämpningen av villkoret framgår inte heller av vägledningstexten, men det förmodligen bättre att praxis etableras.



SSM:s villkorsförslag – vägledning

- ➔ SKB:s villkorsförslag gällande inventariet bedömdes inte ändamålsenligt
 - SR-PSU utgick från ett inventarium som var en dryg storleksordning lägre än ansökt inventarium
- ➔ Behov av tydligare inramning av regeringstillståndets omfattning
 - Motsvarar regleringen av befintligt SFR



SSM:s villkorsförslag – vägledning

- ➔ Rimligt att viss omfördelning av radionuklider inom varje förvarsdela får ske jämfört med referensinventariet för konsekvensanalysen i tillståndsansökan
 - Omfördelning baserat på gruppering av ingående radionuklider utifrån deras halveringstid, radiotoxicitet samt mobilitet i slutförvarsmiljön
 - Förslaget villkor innebär att SSM har mandat att godkänna omfördelning av inventarium



SSM:s villkorsförslag – vägledning

- ➔ Rimligt att aktivitet omfördelas till förvarsdelar med bättre långsiktig skyddsförmåga
- ➔ Ansökan om omfördelning: bedömning av hur omfördelningen påverkar långsiktiga omgivningskonsekvenser samt med beaktande av optimering och bästa möjliga teknik
 - Begränsning av långlivad aktivitet i olika förvarsdelar i enlighet med SKB:s säkerhetsprinciper
- ➔ Huruvida omfördelning *avsevärt* överskrider villkorets omfattning blir en bedömningsfråga som inbegriper samtliga ovanstående resonemang