



Statens
strålskyddsinstitut

Postadress:
Box 60204
10401 STOCKHOLM

Utfästnings-
Karolinska sjukhuset
Solna

Telefon:
08-709 71 00

Jan Olof Snihs och Curt Bergman

Strålskyddskriterier i det långa tidsperspektivet

(Föredrag presenterat vid KASAM/SKN seminarium 5 - 7 sept 1989)

Dokumentets nummer: 89-14

ISSN: 0282-4434

Datum: 1989-09-01

Författare:

Jan Olof Snihs och Curt Bergman

Avdelning:

Huvudenheten för kärnenergi

Dokumentets titel:

Strålskyddskriterier i det långa tidsperspektivet
(Föredrag presenterat vid KASAM/SKN seminarium 5 - 7 sept 1989)

Sammanfattning:

Rapporten beskriver inledningsvis strålskyddskriterier som används vid radiologisk verksamhet och vid deponering av låg- och medelaktivt avfall. I dessa fall är det främst korta tidsperspektiv som är relevanta, upp till maximalt några tusen år. För det högaktiva avfallet, där tidsperspektiven kan sträcka sig över hundratusentals år, finns det för närvarande inte lika väl etablerade kriterier. Baserat på preliminära resultat från en nordisk arbetsgrupp om kriterier för högaktivt avfall diskuteras dosberäkningar i långa tidsperspektiv och deras relevans samt alternativa bedömningskriterier. Förslag ges även till 12 kriterier som skulle kunna vara tillämpbara. Eftersom arbetet ännu inte är avslutat är emellertid kriterierna endast preliminära.

Nyckelord:

Kärnavfall, deponering, kriterier

Antal sidor: 12

STRÅLSKYDDSKRITERIER I DET LÅNGA TIDSPERSPEKTIVET

Presentation vid KASAM/SKN-seminarium om den naturvetenskapliga kunskapsbasen för slutförvaring av använt kärnbränslet i Stockholm 5 - 7 september 1989

Jan Olof Snihs och Curt Bergman
Statens strålskyddsinstitut
Huvudenheten för kärnenergi
Box 60204
104 01 STOCKHOLM

Inledning

Allt är relativt, så även begreppet *långt tidsperspektiv*. I normalt strålskydd har tidsbegreppet generationer använts allt sedan Müller för mer än 50 år sedan påvisade strålningens effekt på arvsmassan. Uppbyggnaden av radionuklider i biosfären främst som en följd av de atmosfäriska kärnvapenproven under 1950-talet och kärnkraftverkens normalutsläpp vidgade tidshorisonten till flera hundra år. För slutförvaring av högaktivt avfall gäller det långa tidsperspektivet miljontals år. I denna presentation skall vi inledningsvis diskutera kriterier och tidsperspektiv för det normala strålskyddet. Men huvuddelen kommer att ägnas åt frågeställningar kring kriterier i det mångtusenåriga tidsperspektivet.

Tidsperspektiv för normalt strålskydd

Sedan många år tillbaka har risken för akuta strålskador i arbetslivet i Sverige reducerats till inget eller något enstaka fall per år. Istället innebär strålskydd i praktisk tillämpning en begränsning av riskerna för långsiktiga effekter framför allt uppkomsten av cancer. Beroende på typ av cancer är det fråga om att begränsa risker för skador som kan drabba människor 10 - 50 år efter exponeringen.

Att skydda människor för skador i dessa tidsperspektiv innebär vissa problem. Å ena sidan kan någon med rätta anse att risken är stokastisk och inte behöver drabba just honom eller henne. Den eventuella skadan uppträder också längre fram i tiden och den

tidsfrist som uppstår uppfattas som en mildrande faktor. Det är också möjligt att denna risk uppfattas som liten jämfört med risken att dö av andra orsaker under de många år det kan vara fråga om.

Å andra sidan kan den långsiktiga risken genom sin fördröjning uppfattas som hot i sig. Ängesten för den okända blir påträngande och obehaglig och därigenom tillmäter man strålriskerna en extra negativ betydelse. Den inger också känslan av hopplöshet och resignation - man sitter obönhörligen fast i risken när stråldosen erhållits och det finns inget att göra för att eliminera den. Även riskkällan, främst om det är strålning som har sitt ursprung i en kärnteknisk verksamhet, upplevs av många som mer oacceptabel än flertalet andra riskkällor som ger upphov till samma risk för individen.

De tre grundläggande principerna för strålskydd är berättigande, optimering och högsta tillåtlig dos. De syftar till att

- ingen skall behöva utsätta sig för denna osäkra extra risk för framtida skador från en verksamhet som inte samtidigt ger en fördel som uppväger risken,
- risken har reducerats så mycket som är rimligt möjligt och
- i vart fall skall dosen (risken) för den enskilda individen inte överstiga ett visst högsta värde.

De två första principerna är knutna till en viss given verksamhet. Berättigande och optimering avseende en verksamhet påverkas inte av att andra verksamheter berättigats och optimerats om de inte har något direkt samband eller den ena utgör en del av den andra eller att de tillsammans på något sätt bildar en kopplad enhet.

Däremot utgör individdosgränsen ett absolut mått på högsta tillåtlig dos från alla verksamheter. Därför kan bara en del av dosgränsen användas för en given verksamhetsgren. Detta gäller speciellt gränsen för allmänheten 1 mSv/år. För t ex kärnkraften gäller högst 0,1 mSv/år för allmänheten nu och i framtiden. Resten av 1 mSv/år kan utnyttjas för annan verksamhet.

Detta är ett försiktigt säkerhetstänkande med högt ställda krav. I verkligheten ger utsläppen från kärnkraftverken på grund av insatta strålskyddsåtgärder motiverad av optimeringsprincipen och extra skyddsmarginaler endast en bråkdel av 0,1 mSv/år.

Vissa radioaktiva ämnen är långlivade. De kan också ha lång uppehållstid i människokroppen efter intag via födan eller genom inandning. Exempel på sådana ämnen är strontium-90 och plutonium-238, 239. De gränser som finns på högsta tillåtliga intag av radioaktiva ämnen i kroppen per år har beräknats med hänsyn till

omsättningen i kroppen av ämnet och den uppbyggnad som kan ske. Eftersom intag av det radioaktiva ämnet kan fortsätta hela livet är gränsen satt så att årsdosen vid jämvikt eller efter 50 år (för arbetare) eller 70 år (för allmänheten) inte skall överstiga den högsta tillåtliga årsdosen. Rent matematiskt går det till så att den integrerade stråldosen över 50 år respektive 70 år av ett årsintag skall underskrida årsdosgränsen (den in-tecknade dosen mindre än årsdosgränsen).

Vid utsläpp av långlivade radioaktiva ämnen i luft och vatten sker en viss uppbyggnad i olika delar av miljön. Att det sker en sådan uppbyggnad måste beaktas vid gränssättningen av de årliga utsläppen. Därför beräknas den s.k. dosinteckningen, vilket är den sammanlagda stråldos som ett utsläpp ger upphov till integrerad över all framtid. Man tar därvid hänsyn till hur de radioaktiva ämnena finns kvar i biosfären tex tas upp av fisken i vattnet och grödor på åkrarna för att därefter exponera de som hanterar och konsumerar detta tills aktiviteten slutligen försvinner. Genom att på detta sätt ta hänsyn till den långsiktiga konsekvensen av ett års utsläpp kan också den långsiktiga konsekvensen av flera års utsläpp beräknas och begränsas. Det kan visas att den maximala årsdosen efter en verksamhets slut efter många år inte blir större än dosinteckningen av ett års verksamhet med konstanta årsutsläpp.

Men det räcker inte med detta. Varje enhet inom en verksamhetsgren måste begränsa sina utsläpp så att inte alla enheter tillsammans medför för hög belastning. Ett kärnkraftverk t. ex får inte ensamt tillgodoräkna sig 0,1 mSv/år som gräns för dosinteckningen i ett globalt perspektiv. Med 1000 reaktorer i drift skulle detta kunna leda till obehagliga överraskningar i framtiden genom överlagringar av doser från flera reaktorer. Därför begränsas de långsiktiga konsekvenserna dvs dosinteckningen i förhållande till den installerade effekten. För kärnkraften innebär detta att varje kärnkraftreaktor måste begränsa utsläppen så att stråldosen (uttryckt i kollektivdos, manSv) är mindre än 5 manSv/GWår.

Genom detta förutseende i långa tidsperspektiv (för kärnkraften antas t. ex att den globalt sett kommer att finnas till i 500 år) förhindras oacceptabla individstråldoser i framtiden. Hade man haft denna skyddsfilosofi för kolkraften hade vi nu sluppit försurade sjöar och döda skogar.

Tidsperspektiv vid avfallsdeponering

Nästa problem i samband med de långa tidsperspektiven uppkommer när bestrålningen i sig inte förväntas uppkomma förrän efter mycket långa tider, mer än hundratals år. Det är också detta som

är det speciella problemet i samband med avfallsdeponering och då särskilt av högaktivt avfall. De långa tiderna innebär för allmänheten osäkerhet om i vad mån och i vilken omfattning dagens tekniker och specialister kan garantera fullgott skydd för långa tider framöver. Det är för många svårt att föreställa sig ett ansvar över längre tidsperioder än storleksordningen 100 - 1000 år. För myndigheterna på avfallsområdet liksom för den berörda industrin är det dock nödvändigt att beakta betydligt längre tider, tusentals och i vissa fall miljontals år. Det är också för dessa långa tidsperioder de största svårigheterna uppkommer.

Det lågaktiva kortlivade avfallet innebär inga långsiktiga problem. Merparten är relativt kortlivat och efter 10 - 100 år har i stort sett all aktivitet avklingat. Detta avfall kan därför deponeras nära markytan och utan speciella tekniska barriärer.

För det medelaktiva avfallet som förvaras i SFR 50 m ner i berget måste de långsiktiga aspekterna beaktas. Det rör sig dock om storleksordningen hundratals till tusentals år. För dessa tiderymder finns egentligen inga begreppsmässiga problem. Människor, dess vanor och miljö kommer visserligen att förändras, men vi har bl.a. en väldokumenterad historia bakåt för samma tidsperiod och i brist på kunskap om framtiden kan vi anta en oförändrad människa och miljö som mottagare av de utläckage som kan komma från förvaret. Doskonsekvenserna kan då beräknas och jämföras med kriterier för utsläpp idag. Vidare kan variationsanalys göras som visar konsekvenserna av smärre förändringar i biosfären. Under dessa tider är förutsättningarna relativt gynnsamma att genom institutionella åtgärder förhindra otillåtna eller omedvetna ingrepp i lagret. Genom SFR:s placering under vatten förhindras också i praktiken brunnborrning under 500 - 1000 år. Först därefter har markytan ovanför SFR genom landhöjningen kommit ovanför havsytan. Under tiden har huvuddelen av aktiviteten försvunnit genom det radioaktiva sönderfallet.

För det högaktiva avfallet måste betydligt längre tidsperioder beaktas. Det är i detta sammanhang svårigheter uppkommer både vad avser teknik, begrepp och kriterier. Det gäller att på ett trovärdigt sätt visa att det tekniska utförandet håller vad det lovar, att konsekvenserna av utläckage inom rimliga osäkerhetsintervall inte blir värre än beräknat och att de uppkomna stråldoserna kan antas vara acceptabla för de människor eller varelser som lever när de radioaktiva ämnena en gång når biosfären. Även om det är förenat med stora svårigheter att påvisa hur tekniska lösningar uppför sig i ett långt tidsperspektiv och hur geologiska och hydrologiska förhållanden förändras finns det emellertid vetenskapliga metoder att göra detta. Hur biosfären ser ut i ett 10 000 års perspektiv och speciellt människan och hennes situation i

systemet går emellertid inte att analysera på motsvarande vetenskapliga sätt; där blir det i större utsträckning frågan om antaganden och postuleringar.

Trots alla osäkerheter, som sannolikt inte blir mindre för att man väntar i 100 år, måste ett beslut tas om ett slutförvar som skall uppfylla alla rimliga krav på säkerhet och strålskydd i tio-, hundra- tusentals år och mer. Är detta orealistiska krav? Vi tror inte det.

Beslutsunderlag i frågor om förvar av högaktivt avfall

I samband med diskussioner om modeller och konsekvensberäkningar avseende långa tider (miljontals år) uppkommer frågan: hur meningsfullt är det att jobba med dessa frågor för tider överskridande 1000-tals år.

Som bekant är beslutsfrågan i samband med slutförvar för högaktivt avfall i berg komplicerad och sammansatt av ett antal olika bedömningar:

- platsens lämplighet med avseende på bergkvaliteter, spridning i vatten och biosfär, yttre anläggningars miljöpåverkan och transporter (under driftperioden), acceptans av lokala befolkningen etc,
- förvarets integritet (källan, barriärerna),
- bergets egenskaper och spridning i berget,
- spridning till ytliga vatten (inklusive brunnar) och biosfär samt
- konsekvenser för dem som berörs.

Dessa och andra frågor skall belysas genom olika modeller som skall försöka beskriva inverkan av olika parametrar på ett delresultat eller slutresultat (konsekvensen i biosfären). Hur skall dessa del- eller slutresultat presenteras och användas?

Om vi med säkerhet visste att levande varelser eller miljö rent allmänt, i vart fall de delar som vi bryr oss om, slutar att existera efter säg 10 000 år och att inga nya varelser kommer att uppstå i framtiden blir säkerhetsanalys och konsekvensberäkningar avseende tiden efter 10 000 år rent akademisk och ointressant för myndigheterna. Men eftersom vi inte kan göra ett sådant antagande blir frågan a priori av intresse för myndigheterna. Vi måste efter

bästa förmåga se till att konsekvenserna av det slutförvar vi beslutar om idag är acceptabla i framtiden. Våra instrument kan bara bli de vi känner till på nuvarande vetenskapliga basis och vår måttstock kan bara bli den som vi kan acceptera idag, men med de säkerhetsmarginaler som osäkerheten motiverar. Man kan i framtiden kanske anklaga oss för alltför svag vetenskaplig bas och för frikostiga måttstockar. Vi bör därför kunna säga att i vår bedömning av konsekvenser och osäkerheter låter vi inte framtiden drabbas mera än vad som skulle accepteras idag om samma konsekvenser uppträdde nu.

I ordet drabba ligger strålskyddsmässiga konsekvenser av sannolika och osannolika händelser men också eventuell oro hos allmänheten för förvarets säkerhet i vid bemärkelse. I det senare ligger trovärdighet i teknik och beräkningar av säkerhets- och strålskydds-konsekvenser. Oron gäller inte bara den egna hälsan utan ofta om framtida generationers hälsa och frågan leder också in på etiska bedömningar.

Av vad som sagts ovan framgår att det är svårt att hitta ett odiskutabelt acceptanskriterium för det mycket långa tidsperspektivet. Det är emellertid naturligt för SSI att använda sig av dos och riskbegreppet även för dessa fall men det är därvid mycket viktigt att noggrannt analysera hur tex dosbegreppet används och vilken betydelse det ges i den totala bedömningen. Det måste emellertid fortfarande vara öppet för diskussion av andra acceptanskriterier vilka dock i så fall måste utvecklas så att de når en lika hög mognadsgrad som dosbegreppet.

Dosberäkningar i det långa tidsperspektivet.

Om dosberäkningar skall utföras även för mycket långa tider är problemen:

1. vilka antaganden skall göras om källtermen
2. vilka antaganden skall göras om vatten och biosfär
3. vilka antaganden skall göras om dem som berörs av en dos
4. hur skall osäkerheterna hanteras
5. hur skall resultaten användas
6. hur påverkar punkterna 1 - 5 frågan hur mycket arbete och tid det är rimligt att lägga ned på hela frågekomplexet.

En styrande faktor är osäkerheten i ingångsdata och förutsägelser om utveckling och händelser i framtiden. Genom modellarbete kan vissa slutsatser dras om den relativa betydelsen av olika parametervärden och osäkerheter i data och samband. För att bedöma konsekvenserna i relativa mått av olika antaganden om förvarets och barriärernas egenskaper kan det vara tillräckligt att studera variationen i inflödet till djupare grundvatten. För att kunna avgöra eventuell acceptans måste bl a de radioaktiva ämnena vidare väg genom grundvatten och biosfär bedömas. Det är då frågorna 2 - 5 uppträder.

I beräkningskedjan från källterm till dos ingår en rad parametrar med varierande osäkerhet i långa tidsperspektiv. För bedömning av del- eller slutresultat kan varje ingående parameter ges en konfidensfaktor (k) från 0 - 1 eller variationsfaktor (osäkerhetsfaktor) $1/k$. En konfidensfaktor kan också användas för ett delresultat eller ett slutresultat.

Vid modellberäkningar som sträcker sig långt in i framtiden är det nödvändigt att grunda beräkningarna på vissa ansatser eller antaganden rörande de parametervärden som skall användas. En uppsättning av sådana parametervärden eller parameterfunktioner definierar ett scenario. En vanlig typ av scenarier utgår från oförändrade yttre förhållanden t ex en biosfär som i stort liknar den nuvarande. Eftersom det är omöjligt att förutse biosfärens utseende i framtiden kan den oförändrade biosfären användas med samma berättigande som varje annan vald biosfär.

En känslighetsanalys innebär en studie av hur variation av en parameter påverkar ett del- eller slutresultat. Det kan då visa sig att variationer och därmed osäkerhet i vissa parametrar inte har särskilt stor betydelse för slutresultatet.

En analys av konfidensfaktorer för olika parametrar, förhållanden eller händelser efter inflödet i djupare grundvatten kan innebära t ex följande presentation;

Hög konfidens (≈ 1):

Nuklider, aktivitet, vattnets egenskaper, utspädning av lösliga ämnen i vattnet, behov av vatten, upptag via rötter sker, levande organismer finns och har en begränsad livslängd, upptag förekommer hos levande organismer etc.

Måttlig konfidens (0,1 - 1):

Kemiska egenskaper, sedimentation, anrikning, födointag per år relativt kroppsvikt, metabolism, etc.

Låg konfidens ($<0,1$):

Födoämnen, individer, samhälle, kunskaper.

En analys bör visa hur del- och slutresultat påverkas av olika antaganden och val av parametrar. Bedömningar kan sedan göras av del- och slutresultat genom t ex:

- jämförelse med naturliga flöden,
- jämförelse med naturlig strålning,
- jämförelse med nuvarande dosgränser,
- jämförelse av risknivåer,
- jämföra osäkerheterna för olika alternativ samt
- väga beräknad konsekvens av säkra händelser mot den av osäkra etc.

Hur långt skall man gå enligt punkt 6 ovan. Styrande faktor är aktiviteten av avfallet i slutförvaret och resulterande stråldos vid en given biosfär. Om dosen är mycket låg och alla rimliga osäkerheter som medföljer antaganden om annan biosfär och dosmottagare inte nämnvärt förändrar den bilden bör arbetsinsatserna anpassas därtill. Det är tyvärr så att denna bevisföring i sig kan bli ganska arbetsomfattande men överslagsberäkningar kan begränsa insatserna.

Förutom osäkerheten i använda parametervärden är det viktigt att komma ihåg att det kan förekomma konceptuella brister i de modeller som används som påverkar resultatet i än större utsträckning. Det är därför viktigt att modellerna så långt som möjligt är verifierade och att de används inom de områden där verifieringen gäller.

Kriterier för högaktivt avfall.

Ovanstående resonemang ligger som en delmängd i en rad bedömningar inklusive internationella arbeten av ICRP, NEA och IAEA som nu utgör grunden för ett förslag till kriterier för slutförvar av högaktivt avfall. Förslaget är utarbetat på nordisk bas och utgör ett första men rejält avstamp för en vidare och djupare diskussion - nationellt och internationellt - om förslaget. Om ca 1,5 år kommer de nordiska myndigheterna att ta slutlig ställning i

kriteriefrågan. Det nordiska förslaget innehåller följande kriterier i sammanfattning.

1. Skydd i långtidsperspektiv

De förutsägbara riskerna för hälsa och miljö från avfalls slagret nu och i framtiden skall vara låga och inte större än vad vi kan acceptera idag. Bedömningen av de radiologiska konsekvenserna skall göras oberoende av landgränser.

2. Bördan för framtida generationer

Bördan för framtida generationer skall begränsas genom att vid en lämplig tidpunkt genomföra en säker deponering av avfallet. Deponeringen skall inte vara beroende av långtidskontroll eller kompletterande åtgärder som nödvändiga säkerhetsfaktorer.

3. Individens skydd

Den beräknade stråldosen till en individ skall vara mindre än 0,1 mSv per år. Därvid undantas stråldoserna från osannolika "förstörande" händelser. Sannolikheten för att sådana kommer att inträffa och konsekvenserna därav skall studeras, diskuteras och presenteras i kvalitativa termer och när så är möjligt och praktiskt framställas i kvantitativa termer i relation till den risk för skada på hälsan som 0,1 mSv per år motsvarar.

4. Totala aktivitetsflöden

Det totala flödet per tidsenhet av radioaktiva ämnen från avfalls slagret ut i biosfären skall som genomsnitt över långa tidsperioder vara mindre än en tusendel (1/1000) av ett för avfalls slagret specifikt referensvärde. Detta definieras som

[Mängd avfall i ton]
 [använt kärnbränsle]
 [i avfalls slagret]

[Det globala inflödet av]
 [långlivade naturliga]
 x [α -strålare från geosfären]
 [till biosfären]

[Potentiell mängd högaktivt]
 [avfall som globalt sett kan]
 [komma att deponeras räknat]
 [i ton använt kärnbränsle]

5. Optimering av strålskyddet

Strålskyddet vid avfalls slagret skall vara optimerat varvid hänsyn skall tas till alla kända faktorer som kan påverka en optimerad lösning.

6. Säkerhets- och konsekvensanalys

Att metod och anläggning för avfallsdeponeringen i sin helhet uppfyller uppställda strålskydds krav skall på ett övertygande sätt visas genom säkerhets- och konsekvensanalyser som baseras på kvalitativa bedömningar och på kvantitativa resultat med användning av matematiska modeller vars riktighet verifierats så långt som rimligt möjligt.

7. Kvalitetssäkring

Det skall finnas ett kvalitetssäkringsprogram för alla komponenter i ett system för avfallsdeponering omfattande allt från platsval, konstruktion, drift till tillslutning av anläggningen för att därigenom tillse att uppställda konstruktionskrav och gällande bestämmelser är uppfyllda.

8. Flerbarriärprincipen

Den långsiktiga säkerheten vad gäller avfall bör baseras på passiva multipla barriärer så att:

- a) brister i en av barriärerna inte kommer att väsentligt förändra säkerhetssystemets totala funktion och
- b) verkliga förändringar i förvarets tillstånd sannolikt bara delvis kommer att beröra barriärssystemet.

9. Förvarsplatsens geologi

Platsen för förvaret bör ge goda naturliga förutsättningar för att förvara och isolera radioaktiva ämnen. Därför skall ett acceptabelt läge:

- a) ha sådana hydrogeologiska egenskaper som ger lågt grundvattenflöde inne i förvaret, lång transporttid för grundvattnet från förvaret till biosfären och gynnsamma spridningsförhållanden,
- b) ha sådana geokemiska egenskaper som medverkar till en låg korrosionshastighet hos kapselmaterialet, en låg upplösningshastighet av själva avfallsmaterialet samt en låg

lösning förmåga och en effektiv fördröjning av de frisläppta radioaktiva ämnena,

- c) vara lokaliserad till en region med låg tektonisk och seismisk aktivitet och
- d) vara så utvald att närheten till attraktiva naturtillgångar kan undvikas.

10. Djup och utformning av förvaret

Förvaret skall vara placerat:

- a) på tillräckligt djup för att skydda avfallskapslarna från externa händelser och processer och för att göra mänskligt intrång svårt och
- b) i ett tillräckligt stort berg som ger plats både för förvaret och en buffertzona,

Utformningen av förvaret skall vara sådan att:

- c) temperaturökningen i förvaret, som beror av att värme genereras i avfallskapslarna, stannar på en tillräckligt låg nivå,
- d) omfattningen av geokemiska störningar orsakade av förvarets avfall är begränsad,
- e) ökningen av geologiska frakturer beroende på förvarets konstruktion eller förvarets avfall är begränsad samt
- f) avfallet i förvaret förblir i underkritiskt tillstånd beträffande kärnfission även i det långa tidsperspektivet.

11. Återfyllning och förslutning av förvaret

Återfyllning och förslutning av förvaret bör positivt medverka till förvarets inneslutning och isolering. Återfyllningsmaterial runt avfallet bör:

- a) skydda avfallet från mindre rörelser i berget,
- b) ytterligare minska transport av korroderande och upplösande ämnen samt
- c) ha en tillräcklig långvarig mekanisk och kemisk stabilitet

Förslutning: av förvaret skall syfta till att:

- d) minska grundvattenflödet i förvaret,
- e) sära olika vattendrag i närheten av förvaret,
- f) behålla långvarig strukturell stabilitet i förvaret samt
- g) hindra mänskligt intrång i förvaret.

12. Avfallskapslarna

Avfallskapslarna skall vara så konstruerade att de i sig är en teknisk barriär som effektivt innehåller och isolerar radioaktiva ämnen. Därför ska avfallskapslarna:

- a) ha sådan mekanisk och kemisk stabilitet att de ger en nära nog fullständig isolering av radioaktiva ämnen under en tillräckligt lång tidsrymd och
- b) begränsa utsläppet av radioaktiva ämnen från förvaret till en tillräckligt låg nivå.

I valet av material till avfallskapslarna bör man ta hänsyn till deras värde som attraktiva mål för framtida utvinning.

Slutkommentar

Det ovan sagda ger en sammanfattning av hur tidsperspektiven tas in i strålskyddsbedömningar och kriterier. Därigenom ges goda garantier för att inte människor i framtiden skall drabbas av obehagliga överraskningar. Detta betraktelsesätt borde vara vägledande för alla riskområden.

Hittills utgivna SSI-rapporter 1989

Rapport- nummer	Titel (undertitel)	Författare
01	The Neutrino - an Indirectly Ionizing Radiation	Lars Persson
02	How Risky Is Energy Production in Sweden and Why Is It Accepted?	Gunnar Bengtsson
03	Verksamhetsberättelse 1/1 1987 - 30/6 1988	Forskningsavdelningen (Huvudenheten för forsk- ning och utveckling)
04	Strålskyddsproblematiken vid ¹¹¹ In-märkning	Gustav Grafström Bo-Anders Jönsson. Sven-Erik Strand
05	Tillståndshavare för radioaktiva ämnen 1989	Charlotte Wallin Teija Ratilainen
06	Isotopkommittérapporter	Peter Hovander
07	Persondosmätningar Årsrapport 1988	Albert Kiibus
08	Ambulerande radiografering	Kenneth Magnusson
09	Lokala referensmätningar av gammastrålning - råd med kommentarer	Mauritz Wallin, Robert Finck, Gunnar Persson
10	Publikationer 1988	Informationsenheten
11	Kärnkraftsindustrins -aktivitetsutsläpp -yrkesexponeringar (tredje kvartalet 1988)	Huvudenheten för kärnenergi
12	Kärnkraftsindustrins -aktivitetsutsläpp -yrkesexponeringar (fjärde kvartalet 1988)	Huvudenheten för kärnenergi
13	SFR-1, Environmental Impact	C. Hägg G. Johansson
14	Strålskyddskriterier i det långa tidsperspektivet (Föredrag presenterat vid KASAM/SKN seminarium 5 - 7 sept 1989)	Jan Olof Snihs och Curt Bergman