

Ansökan enligt miljöbalken

Toppdokument

Begrepp och definitioner

Bilaga MKB

Miljökonsekvensbeskrivning

Bilaga AH

Verksamheten och de allmänna hänsynsreglerna

Bilaga PV

Platsval – lokalisering av slutförvaret för använt kärnbränsle

Bilaga MV

Metodval – utvärdering av strategier och system för att ta hand om använt kärnbränsle

Bilaga TB

Teknisk beskrivning

Bilaga KP

Förslag till kontrollprogram

Bilaga RS

Rådighet och sakägarförteckning

Bilaga SR

Säkerhetsredovisning för slutförvaring av använt kärnbränsle

Bilaga F

Preliminär säkerhetsredovisning Clink

Samrådsredogörelse

Metodik för miljökonsekvensbedömning

Vattenverksamhet
Laxemar-Simpevarp

Vattenverksamhet i Forsmark I
Bortledande av grundvatten

Vattenverksamhet i Forsmark II
Verksamheter ovan mark

Avstämning mot miljömål

Kapitel 1

Introduktion

Kapitel 2

Förlägningsplats

Kapitel 3

Krav och konstruktionsförutsättningar

Kapitel 4

Kvalitetssäkring och anläggningens drift

Kapitel 5

Anläggnings- och funktionsbeskrivning

Kapitel 6

Radioaktiva ämnen i anläggningen

Kapitel 7

Strålskydd och strålskärning

Kapitel 8

Säkerhetsanalys

Bilaga SR-Site

Redovisning av säkerhet efter förslutning av slutförvaret

Bilaga SR-Drift

Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggningen

Kapitel 1

Introduktion

Kapitel 2

Förlägningsplats

Kapitel 3

Krav och konstruktionsförutsättningar

Kapitel 4

Kvalitetssäkring och anläggningens drift

Kapitel 5

Anläggnings- och funktionsbeskrivning

Kapitel 6

Radioaktiva ämnen i anläggningen

Kapitel 7

Strålskydd och strålskärning

Kapitel 8

Säkerhetsanalys



Öppen Rapport

DokumentID 1091141	Version 3.0	Status Godkänt	Reg nr	Sida 0 (33)
Författare Yvonne Adolfsson, Ola Bäckström, Kenneth Zander/Scandpower			Datum 2010-06-10	
Granskad av			Granskad datum	
Godkänd av Martina Sturek			Godkänd datum 2010-06-30	

Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle (SR-Drift) kapitel 8 - Säkerhetsanalys

Genomförda granskningar

Följande granskningar är genomförda.

Rapport		
Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle (SR-Drift) kapitel 8 - Säkerhetsanalys (2006114-R-006)		
Utgåva	Granskning	SKBDoc id nr
U3	Sakgranskning	1206930
U3	Kvalitetsgranskning	Ej utförd
U4	Sakgranskning	1220099
U4	Kvalitetsgranskning	1223251
U5	Sakgranskning	1242683
U5	Kvalitetsgranskning	1245700

Svensk Kärnbränslehantering AB

Box 925, 572 29 Oskarshamn
Besöksadress Gröndalsgatan 15
Telefon 0491-76 79 00 Fax 0491-76 79 30
www.skb.se
556175-2014 Säte Stockholm

Dokumenttyp/Type of document Rapport/Report				
Reg.nr./Reg.no. 2006114-R-006	Utgåva/edition U6			
Kund/Customer SKB	Kundref/Customers ref			
Datum/Date 2010-06-10				
Handläggare/Issued by Yvonne Adolfsson/Ola Bäckström/Kenneth Zander		Totalt antal sidor/Total number of pages 32	Antal bilagor/Number of appendices -	
Granskad/ Reviewed Jerzy Grynblat		Godkänd/Approved Michael Knochenhauer		
Distribution/Distribution SKB via Martina Sturek				
Använda datorprogram/Programs used				

Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle (SR-drift) kapitel 8 - Säkerhetsanalys

2006114-R-006_U6

Head office
Scandpower AB
Box 1288 (Visiting address Englundavägen 13, Solna)
SE-172 25 Sundbyberg, SWEDEN
+ 46 8 445 21 00
Fax + 46 8 445 21 01

Local offices
Göteborg
Malmö

Vat number: SE-556515906701
www.scandpower.com
www.lr.org
www.riskspectrum.com
E-mail: info@scandpower.com

**Lloyd's
Register**

Revision list/Revisionsförteckning

Utgåva Rev.no.	Ändringsorsak/berörda sidor Alteration cause/Affected pages	Handläggare Altered by	Datum Date	Granskad Checked	Godkänd Approved
U1	Nytt dokument.	KZA	2007-12-12	JGR	LES
U2	Dokumentet uppdaterat med avseende på: - erhållna kommentarer från SKB, i enlighet med bemötandet i 2006114-M-059, - reviderade referensrapporter samt - överenskommen handlingsplan för uppdatering av kapitel 8 redovisad i 2006114-M-058. Kommentarer från arbetsmöte med SKB 2009-01-22, enligt protokoll SKB Doc Id 1193677, inarbetade.	KZA/OBA/YAD	2009-01-30	JGR	PHE
U3	Ny struktur och omhändertagande av kommentarer från SKB:s interna arbetsmöte med förslag på åtgärder redovisade i dok id 1199750 ver 0.1. För strukturen har de iterativa diskussionerna med SKB medfört vissa förändringar gentemot 1199750 (de i protokollet angivna nivå 3 rubrikerna för kap. 2 och 3 tillämpas inte). Bemötande av kommentarer enligt 2006114-M-071.	YAD/OBA/KZA	2009-04-30	JGR	PHE
U4	Layout och typografi uppdaterat i enlighet med SKB:s anvisningar. Omhändertagande av kommentarer från SKB dokumenterade i SKB Doc Id 1206930 (granskningsmötets beslut är divergerande map, #19 enligt 2006114-P-20090907—08 används buffert i PSAR-drift, #54 och #85 åtgärd har gjorts enligt #54, #70 enligt mötets beslut skulle text inkl. att personal inte är närvarande – kontroll har visat att det inte kan uteslutas att personal är närvarande.). Kommentar nummer 21 har åtgärdats genom rubrikändring till "Otillräcklig läns-pumpning" istället för "Utebliven läns-pumpning" (då det är fler felorsaker som omfattas än utebliven läns-pumpning) samt kommentarer erhållna från RSRM:s respektive SKB:s respektive samgranskningar enligt bemötandet i 2006114-M-087 och Mötesprotokoll 2006114-P-20090907-08.	YAD/OBA/KZA	2009-09-17	JGR/TEL	PHE

Utgåva Rev.no.	Ändringsorsak/berörda sidor Alteration cause/Affected pages	Handläggare Altered by	Datum Date	Granskad Checked	Godkänd Approved
U5	Uppdatering av rapport enligt SKB granskningsprotokoll 1220099, v. 1.0 och 1205631, v. 1.0. Uppdatering av rapport har även skett i enlighet med SKB:s kvalitetsgranskning, SKBdoc 1223251, v. 1.0, och Relcon Scandpowers interna samgranskning, protokoll 2006114-P-20091123-24.	YAD/OBA/KZA	2009-11-30	JGR	PHE
U6	Kommentarer från SKB:s granskning SKBdoc 1238388 v 2.0 är inarbetade. Referenslista uppdaterad i enlighet med SKBdoc 1240567, v. 2.0. Rapporten även uppdaterad i enlighet med SKB:s granskningsmeddelande, SKBdoc 1242683, v. 1.0.	YAD/OBA/KZA	2010-06-10	JGR	MKN

Uppgifter med kursiv text omfattar:

- *att det i dagsläget inte finns kvantifierade gränsvärden, acceptanskriterier, för barriärernas integritet eller för mekaniska påkänningar hos barriärerna.*
- *att verifiering saknas att samtliga parametrar som ingår i långsiktig säkerhet är beaktade*
- *att tidsbegränsning för H1.2 i 6.2.1 inte är specificerad. Detta utförs senare när detaljkonstruktion av anläggningen är gjord.*

Innehållsförteckning

1	Inledning	6
1.1	Bakgrund och syfte	6
1.2	Metodik	7
1.3	Inledande händelse	8
1.3.1	Lyft- och förflyttningshändelser	9
1.3.2	Inre händelser	10
1.3.3	Yttre händelser	12
1.3.4	Kriticitet	12
1.4	Andra identifierade konsekvenser orsakade av inledande händelser	13
1.4.1	Reversibel process	13
1.4.2	Längre påtvingat driftstopp	13
2	Förväntade händelser (störningar)	14
2.1	Lyft- och förflyttningshändelser	15
2.1.1	Kollision: Kapseln i transportbehållare	15
2.1.2	Kollision: Kapseln hanteras utanför transportbehållaren	16
2.1.3	Lyft- eller hanteringsstörning som kan ge mindre utvändig skada på kopparkapseln	17
2.1.4	Lyft- eller hanteringsstörning som ger skada på buffert	18
2.1.5	Driftavbrott i process-, lyft- eller hanteringssystem	18
2.2	Inre händelser	19
2.2.1	Begränsad brand	19
2.2.2	Begränsad missil	19
2.2.3	Driftstörning som ger förhöjd temperatur på kapsel	19
2.2.4	Felhändelser som rör deponeringshålets egenskaper	20
2.2.5	Otillräcklig länsumpning (mindre översvämning)	21
2.2.6	Fel på ventilation	21
2.2.7	Kapseln fastnar i ett läge där den inte är strålskärmad	21
2.2.8	Strålskärm öppnas felaktigt	21
2.3	Yttre händelser	22
2.3.1	Bortfall av yttre nät	22
3	Ej förväntade och osannolika händelser (missöden)	23
3.1	Lyft- och förflyttningshändelser	23
3.1.1	Tappad kapsel vid lyft	24
3.1.2	Kollision	24
3.2	Inre händelser	25
3.2.1	Brand av större omfattning	25
3.2.2	Omfattande missil	25
3.2.3	Tappat lyftverktyg på kapsel	26
3.2.4	Otillåtna kemiska substanser	26
3.2.5	Otillåtna vattenflöden i deponeringshåll	26
3.2.6	Defekter i kapseln eller buffert	27
3.2.7	Defekter i berg	27
3.2.8	Felaktigt utformad betongplugg	27
3.2.9	Felaktig bentonitkvalitet och installation av återfyllnad	28
3.2.10	Omfattande översvämning	28
3.2.11	Fastnad kapsel i kapseltransportbehållare eller deponeringsmaskinens strålskärmstub i samband med överföring och deponering	28
3.2.12	Detonation i närhet av kapsel (hantering av sprängmedel)	29
3.3	Yttre händelser	29
3.3.1	Jordbävning	29
3.3.2	Extrema väderförhållanden	29
3.3.3	Extrema väderförhållanden, vilka medför påverkan under mark	30

4	Omgivningspåverkan och stråldos i anläggningen	30
5	Probabilistiska analyser	30
6	Säkerhetsvärdering	30
7	Referenser	32

Begrepp och förkortningar

Se SR-Drift kapitel 1.

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

I detta kapitel redovisas analyser avseende slutförvarsanläggningens respons på förväntade händelser (störningar) och ej förväntade och osannolika händelser (missöden).

Syftet är att verifiera att anläggningen uppfyller alla ställda säkerhetskrav och konstruktionsförutsättningar för tänkbara förväntade händelser (störningar) och ej förväntade och osannolika händelser (missöden). I rapporten behandlas tänkbara förlopp, de skydd som finns för att minimera konsekvensen av händelsen samt eventuell påverkan på personal och omgivning. En uppdelning har gjorts i dels förväntade händelser (störningar), händelseklass H2 (frekvens $>10^{-2}$ per år), och dels ej förväntade och osannolika händelser (missöden), händelseklass H3/H4 (frekvens $10^{-6} \leq f < 10^{-2}$).

Analysen redovisas för:

- förväntade händelser (störningar) (H2) som analyseras och utvärderas mot acceptanskriterier. Vid H2-händelser tillåts ingen påverkan på kapseln som medför att denna inte kan godkännas för slutförvar. Om acceptanskriterierna uppfylls innebär det således att kapseln och övriga barriärer uppfyller de krav på initialtillstånd som ställs från slutförvaret. Deponering kan därför ske
- ej förväntade och osannolika händelser (missöden) (H3/H4) som analyseras och utvärderas mot acceptanskriterier. Om acceptanskriterierna uppfylls innebär det att kapseln och övriga barriärer uppfyller de krav som slutförvaret ställer i form av initialtillstånd och deponering kan ske. Det är en tillåten konsekvens att kapseln inte är acceptabel för slutförvar varvid reversibel process inleds, och/eller att bufferten måste bytas ut och/eller att flera deponeringshål kan komma att underkännas. En utredning görs av den kapselpåverkan som skett och vid behov sker återförsel till inkapslingsanläggningen.

I slutförvarsanläggningen hanteras använt bränsle i en sluten kopparkapsel och radioaktiva utsläpp kan uppkomma först vid händelser som leder till en genomgående skada på kapselns kopparhölje. Ingen händelse i anläggningen inom händelseklass H1–H4 ska kunna medföra en genomgående skada i kapselns kopparhölje. Radioaktivt utsläpp kan därmed inte förekomma i slutförvarsanläggningen förutsatt att acceptanskriterierna för kapseln är uppfyllda.

Slutförvaret ställer krav på barriärernas initialtillstånd. De tekniska barriärerna hanteras och verifieras och bergutrymmen byggs och kontrolleras i slutförvarsanläggningen. Förutom för kapseln, för vilken säkerhetskrav även ställs i slutförvarsanläggningen, har dessa slutförvarsbarriärer ingen säkerhetsfunktion i slutförvarsanläggningen.

I slutförvarsanläggningen finns det därmed bara den barriär som utgörs av kopparkapseln. De händelser som kan uppstå under driftfasen kan dock påverka initialtillståndet för samtliga barriärer som finns i slutförvaret. Det måste därför visas att acceptanskriterierna, barriärernas initialtillstånd, är uppfyllda för alla händelser.

I slutförvarsanläggningens verksamhet ingår slutförvarets säkerhet genom att via säkerhets- och kvalitetsklassning, där detta är applicerbart, samt resulterande kontrollomfattning tillförsäkra kvaliteten på barriärer/barriärfunktionerna, se vidare i SR-Drift kapitel 3. Det är således initialtillståndet för den långsiktiga säkerheten som tillförsäkras i slutförvarsanläggningen. I detta kapitel behandlas enbart driftfasen det vill säga långsiktig säkerhet ingår inte. Analyserna vilka ingår i detta kapitel syftar till att visa att uppställda acceptanskriterier innehålls.

I kapitel 8 ingår inte brister i fysiskt skydd, till exempel sabotagehändelser.

1.2 Metodik

Analysen har genomförts i flera steg. I [1] redovisas en inventering av tänkbara förväntade händelser (störningar) och ej förväntade och osannolika händelser (missöden). Efter det att de inledande händelserna har identifierats görs en uppskattning av hur ofta den inledande händelsen kan komma att inträffa. Händelserna har därefter inordnats till händelseklasser som definierats efter frekvensintervall. Principer och motiv för detta beskrivs närmare i [2]. För identifierade händelser i [1] utreds och markeras till vilken eller vilka av konsekvensområdena, radiologisk olycka med utsläpp (A), barriärpåverkan (B) (möjlig påverkan på säkerheten i ett långtidsperspektiv) eller radiologisk olycka som leder till förhöjd persondos (D), händelsen utreds för. Markeringen av A, B, D genomförs för varje analyserad händelse.

För varje händelseklass definieras vilken tillåten konsekvens (acceptanskriterium) den ska värderas mot.

Syftet med indelning av händelser till frekvensbaserade händelseklasser med sina acceptabla konsekvenser är att uppnå en balanserad riskprofil för anläggningen. Frekventa händelser tillåts ge begränsade konsekvenser medan osannolika händelser kan tillåtas ge större konsekvenser.

I [3] redovisas de händelser som från inventeringen i [1] bedömts vara konstruktionsstyrande eller konstruktionsverifierande med avseende på belastningar på kapseln. Dessa valda belastningsfall analyseras och deras resultat redovisas i avsnitt 2 och 3.

Acceptanskriterierna för de olika händelserna definieras i SR-Drift kapitel 3 och kan sammanfattas enligt tabellen nedan:

Tabell 1-1. Sammanfattning av acceptanskriterier

Händelseklass	Studerat konsekvensområde	Acceptanskriterium
H2	Radiologisk olycka med utsläpp	Inga radiologiska utsläpp till omgivningen tillåts under skedet rutinmässig drift och provdrift utöver den i slutförvarsanläggningen naturliga förekomsten av radon (samma acceptanskriterier gäller som för H1).
	Barriärpåverkan	<p><i>Kapseln</i></p> <p>Inga händelser i händelseklass H2 får påverka kapseln på sådant sätt att den inte kan godkännas för slutförvar. Händelseklassens acceptanskriterier för hållfasthetsteknisk utnyttjning, termisk eller annan påverkan för kapseln ska innehållas. Kapseln får inte heller påverka övriga barriärers funktion på sådant sätt att dessa inte uppfyller ställda krav för slutförvar.</p> <p><i>Buffert</i></p> <p>Kraven på buffertens samtliga egenskaper som ställs från slutförvaret ska vara uppfyllda då kapseln placerats i deponeringshålet. En händelse i H2 får inte ge sådan påverkan att bufferten i mer än ett deponeringshål, under pågående eller efter avslutad deponering, underkänns för slutförvar.</p> <p><i>Förvarsberg, återfyllning i deponeringstunnlar och plugg</i></p> <p>Analyserad och provad del av berget på vilket egenskapskrav som barriär ställs i slutförvaret ska uppfylla ställda krav. En händelse i H2 får inte ge sådan påverkan att mer än ett deponeringshål under pågående eller avslutad deponering underkänns för slutförvar.</p>

Händelseklass	Studerat konsekvensområde	Acceptanskriterium
	Radiologisk olycka som leder till förhöjd persondos	Samma acceptanskriterier gäller som för H1 (vilket innebär att Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter SSMFS 2008:51 avseende dosbelastning till personal tillämpas).
	Kriticitetsmarginaler för kapsel (kapsel och använt bränsle)	Kapseln tillsammans med valt bränsle ska för förväntade händelser (störningar) inom slutförvarsanläggningen ha en marginal mot kriticitet så att neutronmultiplikatorkoefficienten, K_{eff} , är < 0.95 .
H3/H4	Radiologisk olycka med utsläpp	Inga radiologiska utsläpp till omgivningen tillåts under skedet rutinmässig drift och provdrift utöver den i förvarsberget naturliga förekomsten av radon (samma acceptanskriterier gäller som för H1).
	Barriärpåverkan	<p><i>Kapseln</i></p> <p>Acceptanskriterier för hållfasthetsteknisk utnyttning, termisk eller annan påverkan, överstiger H2 enligt konstruktionsförutsättningarna för kapseln. Acceptanskriterierna för händelseklass H3/H4 ska innehållas. Initiering av reversibel process för kapseln blir konsekvensen.</p> <p><i>Buffert</i></p> <p>Kraven på buffertens samtliga egenskaper som ställs från slutförvaret ska vara uppfyllda då kapseln placerats i deponeringshålet. En händelse i H3/H4 får ge sådan påverkan att buffert i mer än ett deponeringshål (med kapsel) underkänns för slutförvar. Reversibel process för mer än en kapsel kan tillåtas.</p> <p><i>Förvarsberg, återfyllning i deponeringstunnlar och plugg</i></p> <p>Händelseklassen tillåter överskridet acceptanskriterium för händelseklass H2. Detta innebär att bufferten i fler än ett deponeringshål med kapsel underkänns. Reversibel process för fler än en kapsel kan tillåtas.</p>
	Radiologisk olycka som leder till förhöjd persondos	Samma acceptanskriterier som för H1.1–H1.3 gäller. Vid räddningsarbeten i nödlägen, till exempel efter olyckor gäller dock särskilda regler. Vid livräddande insatser tillåts doser över 100 mSv förutsatt att individen är informerad om risken med dosen innan insatsen genomförs.
	Kriticitetsmarginaler för kapsel (kapsel och använt bränsle)	Kapseln tillsammans med valt bränsle ska för förväntade händelser (störningar) inom slutförvarsanläggningen ha en marginal mot kriticitet så att neutronmultiplikatorkoefficienten, K_{eff} , är < 0.95 .

I [2] redovisas konstruktionsstyrande händelser som ingår i denna redovisning och som legat till grund för en ytterligare detaljering till konkreta, analyserbara förlopp.

1.3 Inledande händelse

De händelsegrupper som studeras är följande:

- lyft- och förflyttningshändelser
- inre händelser

- yttre händelser
- kriticitet.

Med lyft- och förflyttningshändelser för kapseln avses händelser som leder till mekanisk påverkan på kapseln, till exempel tappad kapsel vid omlastning (lyft) och tappad transportbehållare från transportfordon. Inom gruppen lyft och förflyttningshändelser ingår även händelser som kan påverka barriärerna.

Inre händelser är händelser som har sitt ursprung inom anläggningen och som kan medföra påverkan på kapseln, barriärer eller medföra radiologisk olycka som leder till förhöjd persondos. Exempel på inre händelser är brand, översvämning och ventilationsfel.

Yttre händelser representerar händelser som har sitt ursprung utanför anläggningen. Exempel på händelser är vind- och snölast, extrema havsvattennivåer och jordbävning.

Kriticitet – Kriticitetssäkerhet. Här avses händelser som kan leda till kriticitet i kapseln och som därmed kan leda till radiologiska olyckor.

Nedan presenteras vilka händelser inom respektive kategori som identifierats och i vilket avsnitt händelsen beskrivs närmare. För händelser som berör kapseltransportbehållare avses vid varje tillfälle att denna innehåller en kapsel.

1.3.1 Lyft- och förflyttningshändelser

Följande händelser har identifierats och utretts för konsekvensområdena. Radiologisk olycka med utsläpp (A), Barriärpåverkan (B) samt Radiologisk olycka som leder till förhöjd persondos (D). I tabellens kolumn för "Studerat konsekvensområde" markeras med ett X om händelsen bedömts kunna leda till påverkan inom respektive område. Händelsen samt den påverkan den kan ge beskrivs sedan närmre i det avsnitt som anges.

Tabell 1-2. Sammanställning av lyft- och förflyttningshändelser.

Händelse	Studerat konsekvensområde			Händelseklass	Avsnitt
	A	B	D		
Påkörning av kapseltransportbehållare vid omlastning i terminalbyggnad	x	x	x	H2	2.1.1
Kollision med berg under förflyttning i ramp – kapsel i transportbehållaren	x	x	x	H2	2.1.1
Kollision med berg från omlastningshall till deponeringstunnel – kapsel i deponeringsmaskin	x	x	x	H2	2.1.2
Lyft- eller hanteringsstörning (förutom kollisionshändelser)	x	x	x	H2	2.1.3
Tappad buffert vid förflyttning		x		H3/H4	2.1.4
Tappat bentonitblock vid placering i deponeringshål		x		H2	2.1.4
Driftavbrott i process-, lyft- eller hanteringssystem	x	x	x	H2	2.1.5
Händelser avseende kriticitetssäkerhet	x	x	x	H2 ¹	1.3.4

¹ Händelser avseende kriticitetssäkerhet är indelade i händelse i händelseklass H2 respektive händelseklass H3/H4. Denna indelning möjliggör tillämpning av skillnad i acceptanskriterier.

Händelse	Studerat konsekvensområde			Händelseklass	Avsnitt
	A	B	D		
Tappad kapseltransportbehållare vid omlastning i terminalbyggnad	x	x	x	H3/H4	3.1.1
Kollision med berg eller annat fordon, omfattande <ul style="list-style-type: none"> • under förflyttning – kapsel i transportbehållaren • från omlastningshall till deponeringstunnel – kapsel i deponeringsmaskin 	x	x	x	H3/H4	3.1.2
Kapseltransportbehållare faller av fordon under förflyttning	x	x	x	H3/H4	3.1.2
Tappad kapseltransportbehållare under omlastning	x	x	x	H3/H4	3.1.1
Tappad kapsel under omlastning	x	x	x	H3/H4	3.1.1
Tappad kapsel under nedsänkning till deponeringshål	x	x	x	H3/H4	3.1.1
Tappat lyftverktyg på kapsel	x	x	x	H3/H4	3.2.3
Kapseln sänks ned i förvaringsposition i felbehäftad position (hanteringsskada på buffert)		x		H3/H4	3.2.6
Händelser avseende kriticitetssäkerhet	x	x	x	H3/H4 ¹	1.3.4

1.3.2 Inre händelser

Följande inre händelser har identifierats och utretts avseende konsekvensområdena Radiologisk olycka med utsläpp (A), Barriärpåverkan (B) samt Radiologisk olycka som leder till förhöjd persondos (D):

Tabell 1-3. Sammanställning av inre händelser

Händelse	Studerat konsekvensområde			Händelseklass	Avsnitt
	A	B	D		
Begränsad brand i utrymme som innehåller kapsel/kapslar: <ul style="list-style-type: none"> • terminalbyggnad • under nedförflyttning i ramp • omlastningshall • förflyttning till deponeringstunnel • deponeringstunnel 	x	x	x	H2	2.2.1
Begränsad missil som faller över fordon med kapsel: <ul style="list-style-type: none"> • under nedförflyttning i ramp • omlastningshall • förflyttning till deponeringstunnel • deponeringstunnel 	x	x	x	H2	2.2.2
Stopp av länsppumpar (mindre översvämning): <ul style="list-style-type: none"> • omlastningshall • förflyttning till deponeringstunnel • deponeringstunnel 		x		H2	2.2.5

Händelse	Studerat konsekvensområde			Händelseklass	Avsnitt
	A	B	D		
Driftstörning som ger förhöjd temperatur på kapseln		x		H2	2.2.3
Felaktigt borrat deponeringshål		x		H2	2.2.4
Hanteringsfel av buffert (luftfuktighet, mekanisk skada)		x		H2	2.2.4
Bufferten sväller för snabbt i deponeringshål (deponering inte möjlig – initiering av reversibel process för odeponerad kapsel)		x		H2	2.2.4
Skydd runt bufferten kan inte avlägsnas efter att kapseln deponerats		x		H2	2.2.4
Fel på ventilation – påverkan på kapseln			x	H2	2.2.6
Kapseln fastnar i ett läge där den inte är strålskärmd			x	H2	2.2.7
Strålskärm i omlastningshall öppnas felaktigt			x	H2	2.2.8
Strålningshändelse i omlastningshall			x	H2	2.2.8
Felaktig öppning av strålskärm på deponeringsmaskin (operatörsfel eller mekaniskt fel)			x	H2	2.2.8
Kapseln kläms fast i ej strålskyddat läge i deponeringsmaskin			x	H2	2.2.7
Omfattande brand i utrymme som innehåller kapsel/kapslar: <ul style="list-style-type: none"> terminalbyggnad under nedförflyttning i ramp omlastningshall förflyttning till deponeringstunnel deponeringstunnel 	x	x	x	H3/H4	3.2.1
Omfattande missil som faller över fordon med kapsel: <ul style="list-style-type: none"> under nedförflyttning i ramp omlastningshall förflyttning till deponeringstunnel deponeringstunnel 	x	x	x	H3/H4	3.2.2
Tappat lyftverktyg på kapsel	x	x	x	H3/H4	3.2.3
Detonation i närhet av kapsel (hantering av sprängmedel)	x	x	x	H3/H4	3.2.12
Omfattande översvämning, orsakat av utebliven läns-pumpning <ul style="list-style-type: none"> omlastningshall förflyttning till deponeringstunnel deponeringstunnel 		x		H3/H4	3.2.10
Otillåtna kemiska substanser som påverkar slutförvarets långsiktiga säkerhet		x		H3/H4	3.2.4
Otillåtna vattenflöden i deponeringshål		x		H3/H4	3.2.5
Defekter i kapseln		x		H3/H4	3.2.6
Defekter i berg som påverkar slutförvarets långsiktiga säkerhet (spjälkning)		x		H3/H4	3.2.7

Händelse	Studerat konsekvensområde			Händelseklass	Avsnitt
	A	B	D		
Felaktigt utformad betongplugg		x		H3/H4	3.2.8
Felaktig bentonitkvalitet vid återfyllning		x		H3/H4	3.2.9
Fastnad kapsel i kapseltransportbehållare eller deponeringsmaskinens strålskärmsstub i samband med överföring och deponering		x	x	H3/H4	3.2.11

1.3.3 Yttre händelser

Följande yttre händelser har utretts avseende konsekvensområdena Radiologisk olycka med utsläpp (A), Barriärpåverkan (B) samt Radiologisk olycka som leder till förhöjd personsdos (D) har identifierats:

Tabell 1-4. Sammanställning av yttre händelser.

Händelse	Påverkan på konsekvensområde			Händelseklass	Avsnitt
	A	B	D		
Bortfall av yttre nät		x	x	H2	2.3.1
Extrema väderförhållanden, vilka medför påverkan under mark (till exempel översvämning)	x	x	x	H3/H4	3.3.2
Extrema väderförhållanden, påverkan på byggnad ovan mark samt missiler	x	x	x	H3/H4	3.3.3
Jordbävning	x	x	x	H3/H4	3.3.1

1.3.4 Kriticitet

Ingen konstruktionsstyrande händelse får leda till kriticitet för kapseln även om denna vattenfyllets. Detta är ett krav i slutförvaret [4], i vilket kravet för kriticitet är hårdare än det är i slutförvarsanläggningen, och därmed en dimensioneringsförutsättning för kapseln, med avseende på bränslets innehåll av maximal resteffekt och reaktivitet. Detta krav uppfylls i samband med tidigare steg i KBS-3 processen.

Kapseln levereras till slutförvarsanläggningen som en sluten behållare och det finns inga händelser i anläggningen som ger kapselskada och därmed kan vattenfyllning av kapseln uteslutas. Detta kan då inte leda till en reaktivitetspåverkan.

Händelser som leder till stora accelerations- eller retardationshändelser för kapseln så att innehållna bränsleelement skadas kan inte leda till att dessa konfigureras till sådan geometri att reaktivitetsgräns $K_{eff} < 0.95$ inte kan innehållas. Inga reaktivitetspåverkande händelser kan därmed uppstå.

Kriticitetsanalys redovisas i [5].

Kriticitetshändelser i slutförvaret kan därmed inte uppstå. Verifiering att denna dimensioneringsförutsättning för slutförvaret är uppfyllt redovisas i [4].

1.4 Andra identifierade konsekvenser orsakade av inledande händelser

1.4.1 Reversibel process

Reversibel process tillämpas då driftstörningar eller felhändelser skett.

En reversibel process innebär en specialsituation, eftersom det inte är att förknippa med den normala processen. Initiering av en reversibel process kan behöva ske då någon av följande situationer skett:

- Kapseln har skadats, fastnat eller på annat sätt påverkats så att den inte uppfyller ställda krav.
- Skador har uppstått på deponeringshål (buffert eller förvarsberg) med kapseln deponerad eller på väg att deponeras.
- Längre påtvingat driftstopp enligt avsnitt 1.4.2.
- Längre driftstörning kan förutom som en direkt konsekvens av den initiala händelsen även inträffa i samband med ett längre påtvingat driftstopp enligt avsnitt 1.4.2. Detta kan medföra att den kontinuerliga process som förutses vid deponering och återfyllning blir störd. Till exempel kan för tidig vätning av buffert och återfyllning leda till att ställda krav inte uppfylls.

Dessa situationer kan komma att kräva specialanpassade verktyg och processer. Konsekvensen kan vara förhöjd persondos samt längre driftstörning. Händelser utan säkerhetspåverkan som leder till längre driftstopp behandlas inte i säkerhetsredovisningen. Dessa händelser påverkar primärt enbart anläggningens drifttillgänglighet.

1.4.2 Längre påtvingat driftstopp

För att en störning ska leda till längre påtvingat driftstopp krävs att någon av följande händelser inträffar:

- radiologisk olycka (med avseende på personalens strålningsexponering)
- jordbävning
- större missil
- omfattande reversibel process krävs, det vill säga flera positioner som måste återtas
- översvämning
- ej demonterbart skydd runt buffert
- kemiskt eller mekaniskt skadad buffert
- administrativa rutiner följs inte.

Händelser som leder till radiologiska olyckor beskrivs i avsnitt 2 och 3.

Jordbävning skulle, på samma sätt som en större missil, medföra ett längre stopp i driften av anläggningen för att rensa och återverifiera anläggningen. Vid dessa händelser är det i första hand ovanmarksanläggningen och delar av undermarksanläggningen som drabbas.

Längre driftstopp kan medföra att den kontinuerliga process som förutses vid deponering och återfyllning blir störd.

Längre påtvingat driftstopp kan även tänkas uppstå till följd av att en mer omfattande reversibel process måste ske. Detta kan ske till följd av flera orsaker såsom:

- att ett antal redan deponerade kapslar har befunnits ha haft felaktiga förutsättningar från tillverknings- eller inkapslingsprocessen,
- att felaktigheter i uppförande hos använda material upptäcks och att korrektion därmed krävs samt
- att felaktigheter i använda instrument för till exempel mätning av vattenflöde upptäcks.

Händelser som kan leda till att deponeringshål inte kan godkännas är översvämning, ej demonterbart skydd runt buffert, mekaniskt eller kemiskt påverkad buffert eller dylikt. Dessa händelser leder då till att kapseln i en reversibel process får återföras till ett tidigare hanteringssteg. Händelserna behöver inte leda till någon kapselskada utan återföringen kan även behöva göras för att kunna återställa deponeringshålet till godkänd status. Beroende på händelse kan ett eller flera deponeringshål påverkas.

En strålningshändelse, orsakad av till exempel en felhändelse som öppnar en strålskärm, kommer leda till ett driftuppehåll för att säkerställa att händelsen inte kan inträffa igen.

Om de administrativa rutinerna, som är uppsatta för att radiologiska olyckor inte ska kunna inträffa, inte följs kan längre driftuppehåll inträffa. Exempel på identifierade händelser i [1] som skulle kunna medföra längre driftstopp är att sprängmedel (tvåkomponents) inte hanteras separat, att fordon från bergarbetsområdet kommer över till deponeringssida och vice versa.

Händelser utan säkerhetspåverkan som leder till längre påtvingat driftstopp behandlas inte i säkerhetsredovisningen.

2 Förväntade händelser (störningar)

Förväntade händelser (störningar) är händelser som har förväntad frekvens $\geq 10^{-2}$ per år, H2-händelser. För händelse i händelseklass H2 tillåts ingen påverkan på kapseln som medför att kapseln inte kan deponeras.

Enligt [2] ska enkelfel postuleras. I övrigt ska enbart följdfel orsakat av den inledande händelsen postuleras.

Förväntade händelser (störningar) som har identifierats för slutförvarsanläggningen grupperas och analyseras mot ett eller flera av följande konsekvensområden:

Radiologisk olycka som leder till utsläpp (A)

Under rubriken ”Radiologisk olycka med utsläpp” redovisas händelser som kan skada en kapsel och leda till frigörelse av radioaktivt material.

Barriärpåverkan (B)

Barriärpåverkan innebär händelser som påverkar egenskaper som utgör förutsättning i slutförvaret.

Radiologisk olycka som leder till förhöjd persondos (D)

Händelser som kan medföra förhöjd persondos utgörs dels av händelser som leder till direkt ökad dos (fel på strålskämsanordningar), dels av händelser som leder till utökade/förändrade hanteringssekvenser såsom driftavbrott och/eller behov av reversibel process.

I denna rapport redovisas händelser som kan leda till förhöjd persondos på ett övergripande sätt. I SR-Drift kapitel 3 avsnitt 6.2 redovisas acceptanskriterier för persondos beroende på händelseklass. Principer för samt uppskattning av stråldoser framgår av [6].

För H2 och H3/H4-händelser gäller generellt att efter inledande händelse ska återställning av hanteringssystem och återföring av kapseln ske som planerat och enligt instruktionsstyrd verksamhet inom ramen för acceptanskriterier för händelseklass H1. Generellt ska, enligt SSMFS 2008:26, SSM informeras om händelser som har betydelse ur strålskyddssynpunkt. I SSMFS 2008:26 ställs även krav på att vid planerade arbeten som ger kollektivdos >100 mmanSv ska bland annat en dosbudget upprättas och redovisas.

När det gäller H2-händelser som kräver reversibel process och H3/H4-händelser redovisas inte den planerade driften efter händelserna eftersom fullständiga arbetsmoment och rutiner inte finns framtagna. Vid eventuell uppkomst av sådan händelse ska arbetet avbrytas och planering av arbetsmoment samt strålskärning ska utföras. Det ska också upprättas och redovisas en dosbudget enligt SSMFS 2008:26 34§, för arbetsmomenten som kommer att behöva utföras.

2.1 Lyft- och förflyttningshändelser

2.1.1 Kollision: Kapseln i transportbehållare

Studerat konsekvensområde	A	B	D
------------------------------	---	---	---

Händelser som omfattas:

- påkörning av kapseltransportbehållare vid omlastning i terminalbyggnad
- kollision med berg, under förflyttning i ramp – kapsel i transportbehållaren.

Fel på styrutrustning eller operatörsfel kan leda till att aktuellt fordon kolliderar. Lastfallen i [3] utgörs av:

- kollision med annat fordon eller bergvägg
- kollision i omlastningshall med annat fordon eller bergvägg.

Fordonshastigheten antas vara den högsta som kan uppnås med fordonets drivutrustning i ingrepp, det vill säga med motorn i drift med högsta växeln ilagd och inte frikopplad.

Största retardationen erhålls om kollisionen sker mot bergväggen och då kollisionen sker i rät vinkel mot berg eller om inte detta är möjligt med den största vinkel som är möjlig.

När detaljkonstruktion för ingående system utförts kommer händelserna att värderas och behov av en verifierande analys att fastställas. Värdering görs för kollision då kapseln är placerad i kapseltransportbehållaren.

Händelsen innebär att transportbehållaren blir påkörd av ett annat fordon vid terminalbyggnaden eller under förflyttning till omlastningshall alternativt att kollision sker med berg under nedförflyttning.

Transportbehållaren är dimensionerad enligt IAEA:s transportrekommendationer.

Det kan noteras att under förflyttning till omlastningshallen kommer rampfordonet framföras med en sådan hastighet, att en kollision med berg inte kan äventyra tåligheten hos transportbehållaren [3].

Eftersom kollisionen inte innebär att kapseln skadas fås därför inte någon radioaktivitetsfrigörelse. En verifiering görs av transportbehållaren och kapseln för att visa att kraven som ställs för förvaret i långtidsförloppet är uppfyllda. Händelsen medför således enbart en driftstörning i anläggningen.

2.1.2 Kollision: Kapseln hanteras utanför transportbehållaren

Studerat konsekvensområde	A	B	D
------------------------------	---	---	---

Händelse som omfattas:

- kollision med berg från omlastningshall till deponeringstunnel – kapsel i deponeringsmaskin.

Fel på styrutrustning eller operatörsfel kan leda till att aktuellt fordon kolliderar. Lastfallen i [3] utgörs av:

- kollision i deponeringstunnel med bergvägg. Kapseln är placerad i deponeringsmaskinens strålskärmsstub, horisontellt orienterad.

Fordonshastigheten antas vara den högsta som kan uppnås med fordonets drivutrustning i ingrepp, det vill säga med motorn i drift med högsta växeln ilagd och inte frikopplad.

Största retardationen erhålls om kollisionen sker mot bergväggen och då kollisionen sker i rät vinkel mot berg eller om inte detta är möjligt med den största vinkel som är möjlig.

När detaljkonstruktion för ingående system utförts kommer händelserna att värderas och behov av en verifierande analys att fastställas. Värdering görs för kollision då kapseln är placerad i deponeringsmaskinens strålskärmsstub.

Händelsen innebär att kollision med berg eller annat fordon inträffar under den tid då kapseln har tagits ur transportbehållaren. Kapseln är mindre skyddad då den inte längre befinner sig i transportbehållaren, den är dock omlastad i deponeringsmaskinen. Deponeringsfordonet i sin tur är försett med system som stoppar fordonet då den når ett hinder. Kapseln lastas ur transportbehållaren i omlastningshallen under mark. Händelsen med kollision med annat fordon begränsas således till förflyttning från omlastningsstation till deponeringstunnel.

Förflyttningar till och från deponeringstunnel kommer att ske restriktivt samtidigt som förflyttning av kapseln sker. Kollision med andra fordon med möjlighet att påverka den radiologiska säkerheten kan bortses ifrån.

Hastigheten som deponeringsmaskinen framförs med kommer att vara så låg att vid en kollision innehålls acceptanskriterierna (det vill säga ingen påverkan på kapseln) [3].

Eftersom kapseln inte kan skadas av händelsen kan ingen radioaktivitetsfrigörelse ske. Radiologisk olycka som leder till förhöjd persondos kan endast ske om deponeringsmaskinens strålskärmslucka skadas av händelsen. Den låga hastighet med vilken deponeringsmaskinen framförs innebär att strålskärmsluckan inte kan skadas vid en eventuell kollision.

2.1.3 Lyft- eller hanteringsstörning som kan ge mindre utvändig skada på kopparkapseln

Studerat konsekvensområde	A	B	D
--------------------------------------	----------	----------	----------

Händelse som omfattas:

- lyft- eller hanteringsstörning (förutom kollisionshändelser).

I [3] ingår följande händelsetyper:

- svängande last
- missiler från driftutrustning
- felaktigt hög sänkhastighet för kapseln.

Dessa händelser uppstår som följd av mekaniskt fel eller mänskligt felhandlande.

Svängande last

Svängande last antas uppstå som följd av att kapseltransportbehållaren inte centrerats till lyftcentrum innan denna släpper från aktuell lastbärare. Kapseltransportbehållaren antas då pendla och kan eventuellt slå emot annan struktur. Händelsen kan uppstå i terminalbyggnaden respektive omlastningshallen. Lastfallen i [3] utgörs av:

- slag från svängande last på grund av ej centrerad last inför lyft i terminalbyggnad. Kapseln är placerad i kapseltransportbehållare.
- slag från svängande last på grund av ej centrerad last inför lyft i omlastningsposition. Kapseln är placerad i kapseltransportbehållare.

I båda redovisade fallen är kapseln placerad i kapseltransportbehållare. Då möjligt vinkelfel i lyftet bedöms som litet och kapseln är placerad i kapseltransportbehållare erhålls ingen lokal påverkan på kapselytan. Uppkommen påverkan är låg och inom aktuella acceptanskriterier. Ingen analys genomförs [3].

Missiler från driftutrustning

Lastfallen för missiler från driftutrustning i [3] utgörs av:

- missiler i berganläggning. Kapseln är placerad i kapseltransportbehållare.
- missiler i omlastningsposition. Kapseln är inte skyddad av kapseltransportbehållare.
- missiler i omlastningsposition och deponeringstunnlar. Kapseln är placerad i deponeringsmaskinens strålskärmsstub, horisontellt orienterad.

Vid omlastning till deponeringsmaskinen lyfts kapseln ur kapseltransportbehållare. Hanteringen fram hit har skett med kapseln placerad i kapseltransportbehållare. Lyftet sker med deponeringsmaskinen, system 9-223, över kapseln varför denna skyddar för missiler vid omlastningen. Efter placering i deponeringsmaskinens strålskärmsstub utgör denna ett skydd för missiler vid förflyttningen från omlastningshallen till deponeringshålet.

Inga missiler med sådan storlek och anslagsenergi kan förekomma inom händelseklass H2 att kapselns olika skydd, kapseltransportbehållare, deponeringsmaskin och strålskärmsstub, skadas till sådan omfattning att lokal ytpåverkan på kapselytan sker.

Inga driftutrustningar med tryck eller medium som kan generera missiler har kunnat identifieras.

Händelserna ger ingen konsekvens för kapseln.

Felaktigt hög sänkhastighet för kapseln

Laster inom denna kategori utgörs av sänkrörelser där hastigheten inte minskas innan kapseln når underlaget. Sänkning av kapseln i deponeringshålet är den enda sänkrörelsen inom slutförvarsanläggningens normala hantering som sker med kapseln utan att denna är placerad i kapseltransportbehållare. Denna händelse analyseras som paraplyhändelse för övriga sänkrörelser. Lastfallen i [3] utgörs av:

- obefogat hög sänkhastighet för kapseln i omlastningsposition. Kapseln är placerad i kapseltransportbehållare
- obefogat hög sänkhastighet för kapseln i omlastningsposition. Kapseln är inte i kapseltransportbehållaren
- obefogat hög sänkhastighet för kapsel i deponeringshål. Kapseln är inte i kapseltransportbehållaren.

I analysen förutsätts det att sänkhastigheten är högre än vad som är angivet som lyftanordningens normala hastighetsområde. Analysen görs för nersänkning av kapseln i deponeringshålet. Kapseln bedöms klara uppkommen belastning och en verifierande analys som visar detta kommer att genomföras i ett senare skede av projektet.

Händelsen ger ingen konsekvens för kapseln.

Ingen förhöjd stråldos för personal kan erhållas vid denna händelse. Orsaken är att arbetet sker i definierade positioner med strålskydd närvarande och kapseln (och transportbehållare, då denna är aktuell) är intakt.

2.1.4 Lyft- eller hanteringsstörning som ger skada på buffert

Studerat - B -
konsekvensområde

I samband med installationen av bentonitblocken måste ställda krav på initialtillstånd från slutförvaret, på bland annat geometri, var uppfyllda. Lyft- och hanteringsstörningar som ger skada på bufferten får enbart en påverkan på initialtillståndet om den slutliga verifikationen/-inspektionen av deponeringshålet inte upptäcker skadan. Händelserna ska identifieras i samband med den slutliga verifikationen/inspektionen och de har därför vanligtvis enbart en driftmässig påverkan. Om skadan sker på bottenblock och ringar är åtgärderna enkla. Sker skadan på block ovanför kapseln krävs större åtgärder på grund av strålningen från kapseln.

2.1.5 Driftavbrott i process-, lyft- eller hanteringssystem

Studerat - - D
konsekvensområde

Dessa händelser är identiska med de som redovisas i avsnitt 2.3.1.

2.2 Inre händelser

2.2.1 Begränsad brand

Studerat **A** **B** **D**
konsekvensområde

Med begränsad brand avses brand i utrymme som innehåller kapsel/kapslar och där branden kan ge en maximal temperaturhöjning på kopparytan till 100 °C.

Efter inträffad brand görs en analys av vilka temperaturnivåer som nåtts på kapselns kopparhölje. Innehålls acceptanskriteriet 100 °C kan, efter händelserapportering och analys enligt SSMFS 2008:1, 7 kapitel, kapseln godkännas för fortsatt hantering.

Branden kan innebära att buffert och återfyllnad vid ett deponeringshål underkänns och måste ersättas.

Eftersom branden inte ska kunna skada kapselns täthet kan ingen dospåverkan ske så länge strålskärmarna är intakta. Om branden är så omfattande att strålskärmarna skadas kan inte personal vara närvarande, utan måste redan ha lämnat platsen. Innan personal kan närma sig platsen ska dosratmätning ske för att säkerställa att ingen förhöjd strålningsnivå föreligger.

2.2.2 Begränsad missil

Studerat **A** **B** **D**
konsekvensområde

Med begränsad missil avses ett block (missil) som faller över transportfordonet, i omlastningshall, eller över deponeringsmaskinen och där blocket har en maximal vikt av 10 kg [3].

Under förflyttningen fram till kapsellyftet i omlastningshallen skyddas kapseln av kapseltransportbehållare. Behållaren är kraftigt dimensionerad och kapseln påverkas inte [3].

Före lyftet till deponeringsmaskinen är kapseln oskyddad i kapseltransportbehållare (det vill säga locket är öppet). Bergblock kan inte nå kapseln som är skyddad av deponeringsmaskinen men vid materialbrott kan delar av lyftutrustningen lossna och då i sämsta fall stöta till kapselns översida. Denna händelse ingår i analysen av tappad kapsel i samband med omlastning varför den inte behöver analyseras separat.

Under den fortsatta hanteringen är kapseln skyddad av deponeringsmaskinen och dess tub. Här gäller att kapseln är lika skyddad som vid förflyttning i kapseltransportbehållaren.

Begränsad missil kan inte påverka den radiologiska säkerheten och behandlas vidare under avsnittet 2.1.3.

Eftersom H2 händelsen innebär frigörelse av en liten missil/block kan denna inte påverka strålskärmsegenskaperna. Om misstanke ändå finns att strålskärmar är påverkade ska personal avlägsna sig från platsen tills dosratmätning skett.

2.2.3 Driftstörning som ger förhöjd temperatur på kapsel

Studerat - **B** -
konsekvensområde

Kapseln har ingen aktiv kylning utan kyls enbart via konvektion. En begränsning i konvektionskylningen kan uppstå vid driftstörningshändelser där kapselhanteringen stoppas i något mellanläge. Detta gäller både då kapseln är i transportbehållaren respektive hänger fritt. Orsaken

till den begränsade kylningen kan antingen vara en följd av att rumsventilationen upphör och/eller att kapseln blir hängande i en position där konvektionskylning blir begränsad.

För samtliga lyftpositioner antas att en kapsel är under lyfthantering och att kapseln innehåller den maximala resteffekt som tillåts inklusive toleranser. I analyserna antas att händelsen fortgår tills termisk jämvikt nås.

Tre olika fall enligt nedan har identifierats.

I fall 1 är kapseln under förflyttning och placerad i kapseltransportbehållare, vilken konstruerats att ge erforderlig värmebortförsel från bränsle/kapsel. Kapseltransportbehållaren är konstruerad enligt IAEA:s transportbestämmelser och är licensierad enligt kraven för typ B. Redovisning av kapseltransport framgår av [7]. Fallet ger ingen konsekvens för kapseln.

I fall 2 finns en delhändelse:

- Kapseln är helt eller delvis lyft från kapseltransportbehållaren. I samtliga grader av lyftnivå i förhållande till kapseltransportbehållare har kapseln större kylning. Kapseltemperaturen blir lägre än för fall 1 och delhändelse 1 i fall 2 och har ingen konsekvens för kapseln.

I fall 3 finns två delhändelser:

- Kapseln är placerad i strålskärnstuben vilken är horisontellt orienterad.
- Kapseln är placerad i strålskärnstuben vilken är vertikalt orienterad.

Med kapseln placerad i deponeringsmaskinens strålskärnstub i horisontellt läge uppstår sämst kylförhållande för kapseln. Kapselkylningen är beaktad i konstruktionsförutsättningarna för deponeringsmaskinen, system 9-223, och kapselytan får en sluttemperatur på <100°C. Med denna temperatur innehålls acceptanskriteriet för händelseklass H2.

Händelsen ger ingen oacceptabel konsekvens för kapseln.

2.2.4 Felhändelser som rör deponeringshålets egenskaper

Studerat - **B** -
konsekvensområde

Felhändelser avseende deponeringshål är samtliga initialt sådana att de endast påverkar den långsiktiga säkerheten. För vissa händelser kan inte uteslutas att det vid genomförande av reversibel process kan ske kapselpåverkan. Sådan eventuell påverkan ingår inte som händelse i denna rapport. Exempel på händelser som rör deponeringshål är:

- felaktigt borrar deponeringshål (enligt [1])
- bergutfall/spjälkning
- plast eller annat material kvar i deponeringshål
- skador på bentonitblock eller -ringar vid montering eller som följd av felpositionering av kapseln vid deponering, det vill säga då kapseln har placerats i deponeringshålet.

Samtliga dessa händelser är händelser som identifieras i ordinarie kvalitetsrutiner och verifieringsmätningar etc. Detta innebär att de kan åtgärdas och därmed får inte händelserna någon konsekvens på de initialtillstånd som långsiktig säkerhet kräver.

2.2.5 Otillräcklig länsumpning (mindre översvämning)

Studerat - B -
konsekvensområde

Felhändelser i länsumpning, exempelvis mindre läckage i systemet, eller att inläckaget är något större än länsumpningsförmågan, eller fel i systemet, inom tillåtna acceptanskriterier för händelseklass H2, kan medföra att bergrummet långsamt fylls med vatten. Denna process är långsam och gott om tid finns därför att vidta motåtgärder, till exempel starta mobilt reservaggregat om sådan finns tillgänglig, byta ut trasiga enheter eller använda reservenheter.

Även om en mindre översvämning, det vill säga som kan påverka ett eller flera deponeringshål i samma tunnel, skulle ske kommer detta inte att påverka den radiologiska säkerheten. Ingen konsekvens erhålls för kapseln men dränkning av bufferten (Barriärpåverkan) i ej pluggade deponeringstunnlar kan ske. För berörda deponeringshål medför detta att ställda krav på barriären inte är uppfyllda varför bufferten får bytas ut.

2.2.6 Fel på ventilation

Studerat - - D
konsekvensområde

Fel på ventilation medför ingen konsekvens för kapseln och påverkar inte direktstrålningen från denna. Dospåverkan från utebliven ventilation kan uppstå som konsekvens av att radongas inte kan vädras ut från slutförvaret. Händelsen är endast intressant ur arbetsmiljöhänseende och behandlas därför inte vidare här.

2.2.7 Kapseln fastnar i ett läge där den inte är strålskärmad

Studerat - - D
konsekvensområde

Under de lyft som sker av kapseln kan kapseln tänkas fastna i ett icke strålskyddat läge. Detta kan dels ske i omlastningshall under lastning till strålskärmsstub och dels under placering i deponeringshål.

Utrustningen konstrueras så att felhändelser ska undvikas, men händelser som medför att kapseln fastnar i icke strålskyddat läge kan inte uteslutas. Dosratmätning, som ger larm vid för höga nivåer, kommer att göra personalen medveten om den höga strålningsnivån och de kan därmed omedelbart avlägsna sig.

Säkerhetsföreskrifterna ska ange att strålskydd ska användas om det finns misstankar att kapseln fastnat i en icke strålskyddad position. Det kan dock inte bortses i från att händelsen kan medföra att personal får en stråldos. Händelsen medför driftsavbrott då planering och strålskyddsåtgärder måste vidtas inför reparation av utrustning.

2.2.8 Strålskärm öppnas felaktigt

Studerat - - D
konsekvensområde

Kapseln befinner sig i strålskyddad position i:

- transportbehållare
- omlastningshall
- deponeringsmaskin.

Ett felaktigt öppnande av transportbehållaren kan uteslutas eftersom det förutsätter mekanisk påverkan (avmontering).

I omlastningshallen kan strålskärmen oavsiktligt öppnas till följd av felhändelser i styrutrustning eller operatörsfel. Ingen personal ska dock vara i närheten av kapseln då den befinner sig i sin position i omlastningshallen under mark. Lokal dosratmätning i system 9-555 kommer även att larma varför sådana felhändelser normalt inte ska innebära påverkan på någon personal.

En felhändelse som medför att strålskärmklaff i deponeringsmaskinen öppnas kan inte ske, eftersom strålskärmen i deponeringsmaskinen är fast monterat och inte kan öppnas med mindre än att strålskärmstuben vinklas neråt. Strålskärmstuben är dessutom mekaniskt säkrad under förflyttning. Personalen kommer att varnas via dosratsmätare, med larm, om förhöjd strålningsnivå identifieras och kan då vidta åtgärder.

Händelserna kommer att medföra driftstörningar och kan potentiellt leda till dospåverkan på personal (administrativa regler ska så långt som möjligt förhindra detta).

2.3 Yttre händelser

2.3.1 Bortfall av yttre nät

Studerat - B D
konsekvensområde

Bortfall av yttre nät kan tänkas påverka anläggningen ur flera aspekter (stopp av ventilation, utebliven länsumpning etc.). Dessa händelser hanteras generellt under respektive funktion (ventilation, översvämning etc.). I detta avsnitt diskuteras ett fåtal händelser som är viktiga för slutförvaret. De händelser som diskuteras är:

- översvämning till följd av utebliven länsumpning
- bortfall av elkraft då kapsel eller transportbehållare är under lyft/förflyttning
- utebliven kylning.

Påverkan på säkerhetsrelaterade funktioner i slutförvarsanläggningen kan ske som följd av översvämning då dränagesystemet blir utan elmatning. Se vidare avsnitt 2.2.5.

Vid bortfall av yttre nät förloras matning till bland annat elmatad lyft- och hanteringsutrustning, vilket är den utrustning som vid fel kan ge en påverkan på kapsel. Bortfall av yttre nät sker till sådan nivå att all elmatad lyft- och hanteringsutrustning blir spänningslös. Dieselsäkrad kraftmatning finns i anläggningen med en viss starttid varvid systemen påverkas under denna starttid. Det antas nedan att redundans i elsystemen inte genomförs för hela funktionskedjan till och med verkställighetsobjektet (elmotorer etc.). Fullständigt och varaktigt elbortfall för nedanstående objekt kan därmed uppstå.

System som påverkas är:

- travers i terminalbyggnaden, system 9-281
- travers i omlastningshallen, system 9-281
- deponeringsmaskinen, system 9-223.

Elmatad lyft- och hanteringsutrustning är försedd med redundanta bromssystem som inte är beroende av elmatning för sin bromsfunktion. Ett spänningsavbrott vid H2-händelser medför

således att elmatad lyft- och hanteringsutrustning bromsas i sitt läge och att kapseln inte utsätts för otillåtna mekaniska laster.

Bortfall av yttre nät medför att rumsventilationen upphör och att kapselns omgivnings-temperatur ökar. Detta innebär inte ett kylningsproblem för kapseln, se avsnitt 2.2.3.

3 Ej förväntade och osannolika händelser (missöden)

Ej förväntade och osannolika händelser (missöden) är händelser som kan uppstå med en frekvens $10^{-6} \leq f < 10^{-2}$ per år, H3/H4-händelser. Vid H3/H4-händelser är det en tillåten konsekvens att kapseln inte är acceptabel för slutförvar varvid en bedömning först görs av kapseln och vid behov sker därefter en återförsel till inkapslingsanläggningen.

Enligt [2] ska enkelfel liksom följdfele orsakat av den inledande händelsen postuleras.

Ej förväntade och osannolika händelser (missöden) som har identifierats för slutförvarsanläggningen grupperas och analyseras mot ett eller flera av följande konsekvensområden:

Radiologisk olycka som leder till utsläpp (A)

Under rubriken ”Radiologisk olycka med utsläpp” redovisas händelser som kan skada en kapsel och leda till frigörelse av radioaktivt material.

Barriärpåverkan (B)

Barriärpåverkan innebär händelser som påverkar egenskaper som utgör förutsättning i slutförvaret.

Radiologisk olycka som leder till förhöjd persondos (D)

Händelser som kan medföra förhöjd persondos utgörs dels av händelser som leder till direkt ökad dos (fel på strålskärmsanordningar), dels av händelser som leder till utökade/förändrade hanteringssekvenser såsom driftavbrott och/eller behov av reversibel process.

I denna rapport redovisas händelser som kan leda till förhöjd persondos på ett övergripande sätt. I SR-Drift kapitel 3 avsnitt 6.2 redovisas acceptanskriterier för persondos beroende på händelseklass. Principer för samt uppskattning av stråldoser framgår av [6].

Dos som följd av utökade/förändrade hanteringssekvenser såsom driftavbrott och/eller behov av reversibel process följer av händelser som påverkar kapsel. Ingen förtida dosuppskattning av H3/H4-händelser görs. Motiv och principer följer vad som beskrivs under avsnitt 2.

3.1 Lyft- och förflyttningshändelser

Dessa händelser uppstår som följd av mekaniskt fel eller mänskligt felhandlande. Lyft- och förflyttningsanordningar som ingår i hanteringskedjan för kapseln har konstruerats enkelfels-tåligt eller med stor överstyrka i sina kraftupptagande delar.

I efterföljande avsnitt visas att kapseln är intakt och därmed kan ingen radioaktivitetsfrigörelse ske som medför påverkan på personal. Strålskärmar konstrueras så att de inte kan påverkas av de studerade händelserna.

3.1.1 Tappad kapsel vid lyft

Studerat A B D
konsekvensområde

Händelser analyseras för följande positioner:

- omlastning i terminalbyggnaden med kapseln i kapseltransportbehållare
- avlastning av kapseltransportbehållare till omlastningsposition i omlastningshallen i undermarksanläggningen
- deponeringsmaskinens lyft av kapseln från kapseltransportbehållaren i sin position i omlastningshallen under mark
- deponeringsmaskinens sänkning av kapseln i deponeringshålet.

Som paraplyhändelser, det vill säga händelserna är valda för att omfatta samtliga ovanstående händelser, för tappad kapsel i slutförvarsanläggningen har fritt kapselfall analyserats [8] med förutsättningar enligt:

- **Lastfall 1** - Vid urlastning från transportbehållaren till deponeringsmaskinens strålskärmsstub. Transportbehållaren med kapseln är placerad i omlastningshallens urlastningsposition. Deponeringsmaskinen är placerad över schaktet med strålskärmsstuben tippad till lodrätt läge och sänkt 1,4 m. Deponeringsmaskinens gripenhet för kapseln är i ingrepp i kapselns lyftfläns. Kapseln lyfts med en vinsch så att gripenheten kan fästas i strålskärmsstubens övre ända. När tuben är i sitt högsta läge är avståndet från botten på transportbehållaren (KTB:n) och kapselbotten 7,1 m. Det är den högsta höjd som kapseln kan falla från och den är därför av intresse ur integritetssynpunkt.
- **Lastfall 2** - Det andra fallet antas inträffa när kopparkapseln sänks ner i deponeringshålet. Hålet är förberett med bentonitblock, som består av bottenblock och ett antal ringar staplade på varandra upp till kopparkapselns överkant. Deponeringsmaskinen är placerad över hålet, strålskärmsstuben tippad till lodrätt läge och tuben centrerad över hålet. Fallhöjden ner till bentonitblockets yta är 6,8 m (i beräkningarna antas höjden vara 7 m). Kapseln hänger i deponeringsmaskinens gripenhet.

Båda fallen beräknas med förutsättning att gripenheten, greppad, medföljer kapseln i fallet.

Resultatet visar att lastfall 1 ger störst plastisk deformation av kapseln men att detta inte kommer att resultera i att den går sönder med genomgående sprickor. Händelser med tappad kapsel (fritt fall) leder därmed inte till någon risk för utsläpp av radioaktivt material.

Efter händelser som ger en lägre kapselbelastning än den konservativa analys som redovisas ovan måste en utredning genomföras då det klarställs om kapseln uppfyller kraven för slutförvar eller om kapseln ska återföras till inkapslingsanläggningen.

3.1.2 Kollision

Studerat A B D
konsekvensområde

Fel på styrutrustning eller operatörsfel kan leda till att rampfordon alternativt deponeringsmaskin kolliderar under någon av de förflyttningsrörelser kapseln har från terminalbyggnaden tills den är placerad i sitt deponeringshål. Lastfallen i [3] utgörs av:

- kapselbärande fordon kolliderar med fasta strukturer, berg med mera
- kapselbärande fordon kolliderar med annat fordon.

Kollision som sker på horisontell del av anläggningen kan inte förorsaka vältande fordon.

Vid förflyttning i rampen då kapseln är placerad i kapseltransportbehållare kan enligt [3] ingen påverkan på kapseln uppstå.

Vid förflyttning med deponeringsmaskinen, system 9-223, är kollision med fasta strukturer ett lindrigare fall än fallet med tappad kapsel, vilken beskrivs i avsnitt 3.2.1, och leder inte till otillåten påverkan på kapseln. Analyser återstår av kollisionshändelser med andra fordon som har förhöjd hastighet [3].

När detaljkonstruktion för ingående system utförts kommer händelserna att värderas och behov av en verifierande analys att fastställas.

3.2 Inre händelser

3.2.1 Brand av större omfattning

Studerat konsekvensområde	A	B	D
--------------------------------------	----------	----------	----------

Med större brand avses brand i utrymme som innehåller kapsel/kapslar. I analysen antas brandcellens totala brännbara material brinna.

Efter händelserapportering och analys enligt SSMFS 2008:1, 7 kapitel återförs kapseln i en reversibel process till inkapslingsanläggningen.

Branden ger enligt [9] en maximal temperaturhöjning på kopparytan till 450°C. Denna temperatur bedöms i [9] inte utgöra något hot mot kapseln integritet. Acceptanskriteriet för händelseklass H3/H4 är för närvarande inte fastställt.

Konstruktion av anläggningen och dess ingående system ska ske på sådant sätt att ställda acceptanskriterier uppfylls. I detta fall ska kapselns integritet bibehållas. Då anläggningen och dess system detaljkonstruerats kommer händelsen att på nytt värderas och behov av en verifierande analys att fastställas.

En omfattande brand kräver verifierande kontroller avseende barriärer.

Eftersom branden inte ska kunna skada kapselns integritet kan ingen dospåverkan ske så länge strålskärmarna är intakta. Om branden är så omfattande att strålskärmarna skadas så kan inte personal vara närvarande, utan måste redan ha lämnat platsen. Innan personal kan närma sig platsen ska dosratmätning ske för att säkerställa att ingen förhöjd strålningsnivå föreligger.

3.2.2 Omfattande missil

Studerat konsekvensområde	A	B	D
--------------------------------------	----------	----------	----------

Bestämning av storlek på missiler (fallande block) har genomförts som en statistisk bedömning [10]. Enligt uppgift från SKB är bedömningen att det största utfallande blocket är 500 kg. I [10] analyseras denna missil och det visas att kapselns integritet inte kan hotas.

Konstruktionen av utrustning (kapseltransportbehållare, deponeringsmaskin) innebär att det måste vara block av signifikant storlek som faller ner för att strålskärmar ska skadas. I händelse av en omfattande missil får personal omgående bege sig från platsen och inte närma sig till dess att dosratmätning skett.

Inom missödesanalys avseende missil ingår även händelsen ”begränsat bergblock som inträffar då kapseln är oskyddad i deponeringshålet, innan bentonitblock monteras”. Denna händelse kan ge en mindre skada på kapseln som kan medföra att reversibel process måste ske. Händelsen anses vara en H3/H4 händelse till följd av att ytan som bergblocket ska träffa är liten samt att tidsfönstret då händelsen ska ske är begränsat. Detta medför att sannolikheten att händelsen inträffar är mycket liten.

När detaljkonstruktion för ingående system utförts kommer händelsen att värderas och behov av förnyad analys av missilstorlek samt hållfasthetsberäkning att fastställas.

3.2.3 Tappat lyftverktyg på kapsel

Studerat A B D
konsekvensområde

På grund av lyftverktygets tyngd skulle ett fallande verktyg kunna tänkas skada kapseln. Verktyget ska vara konstruerat och monterat på ett sådant sätt att sannolikheten för att tappa ett lyftverktyg kan försummas. Det ska noteras att eftersom konstruktionen ska vara dimensionerad för att även lyfta kapseln (och då kapseln är lyft med verktyget kan detta inte tappas på kapsel) så kommer det finnas en stor överstyrka i konstruktionen då kapseln inte är i lyft tillstånd.

Tappat lyftverktyg är att jämföra med övriga missiler, till exempel missiler från berg se avsnitt 3.2.2.

3.2.4 Otillåtna kemiska substanser

Studerat - B -
konsekvensområde

Otillåtna kemiska substanser på kapsel, i bufferten eller deponeringshål ska upptäckas i de kvalitetskontroller som ska ske i barriärernas olika hanteringssteg innan bufferten i deponeringshålet färdigmonterats. Händelsen avser upptäckt av avvikelser som sker efter den kvalitetskontroll som görs före deponering.

Händelsen leder inte till någon säkerhetsmässig konsekvens i slutförvarsanläggningen. Förutsättningar i slutförvarets säkerhetsanalys uppfylls inte för aktuell position. Kontrollen kan behöva utökas till andra positioner.

Händelsen ger driftstörningar och kan medföra att en reversibel process för färdigdeponerade kapslar får initieras för att återställa påverkade positioner till rätt kvalitetsnivå.

Händelsen ger ingen konsekvens för kapseln.

3.2.5 Otillåtna vattenflöden i deponeringshål

Studerat - B -
konsekvensområde

Otillåtna vattenflöden i deponeringshål och deponeringstunnlar ska upptäckas i de kvalitetskontroller som ska ske i olika hanteringssteg innan deponeringshålen godkänns för slutförvaring. Denna händelse avser därmed att ett, från specifikationen avvikande, vattenflöde upptäcks efter den kvalitetskontroll som görs före deponering.

Händelsen leder inte till någon säkerhetsmässig konsekvens i slutförvarsanläggningen. Förutsättningar i slutförvarets säkerhetsanalys uppfylls inte.

Händelsen ger driftstörningar och kan medföra att en reversibel process för färdigdeponerade kapslar får initieras för att återställa påverkade positioner till rätt kvalitetsnivå.

Händelsen ger ingen konsekvens för kapseln.

3.2.6 Defekter i kapseln eller buffert

Studerat - B -
konsekvensområde

Otillåtna defekter från tillverkning eller hantering av bufferten respektive kapsel ska upptäckas i de kvalitetskontroller som ska ske i olika hanteringssteg för att säkerställa att kraven på initialtillståndet för långsiktig säkerhet är uppfyllt. Dessa kvalitetskontroller sker innan deponeringshålen innehållande kapsel godkänns för slutförvaring. Händelsen avser defekter som upptäcks efter den kvalitetskontroll som görs före deponering.

Händelsen leder inte till någon säkerhetsmässig konsekvens i slutförvarsanläggningen. Förutsättningar i slutförvarets säkerhetsanalys uppfylls inte.

Händelsen kan ge driftstörningar och kan medföra att en reversibel process för färdigdeponerade kapslar får initieras.

3.2.7 Defekter i berg

Studerat - B -
konsekvensområde

Otillåtna defekter i förvarsberget ska upptäckas i de kvalitetskontroller som ska ske i olika hanteringssteg innan deponeringshålen godkänns för slutförvaring. Händelsen avser defekter som upptäcks efter den kvalitetskontroll som görs före deponering.

Händelsen leder inte till någon säkerhetsmässig konsekvens i slutförvarsanläggningen. Förutsättningar i slutförvarets säkerhetsanalys uppfylls inte.

Händelsen ger driftstörningar och kan medföra att en reversibel process för färdigdeponerade kapslar får initieras varvid kapseln justeras eller kapseln placeras i ett annat deponeringshåll med rätt kvalitetsnivå.

3.2.8 Felaktigt utformad betongplugg

Studerat - B -
konsekvensområde

Felaktig gjutning av betongplugg kan innebära att återfyllning av aktuell deponeringstunnel expanderar på ett otillåtet sätt och därmed medför otillåtna vattenrörelser varvid svälltrycket riskerar att bli för lågt. Felmontage ska upptäckas i den kvalitetskontroll som sker innan deponeringstunneln överlämnas till slutförvar.

Händelsen leder inte till någon säkerhetsmässig konsekvens i slutförvarsanläggningen. Förutsättningar i slutförvarets säkerhetsanalys uppfylls inte.

Händelsen ger driftstörningar och kan medföra att återfyllningen i deponeringstunnlar måste underkännas och bytas. Även deponeringshåll med kapslar måste åtgärdas och en reversibel process för färdigdeponerade kapslar får initieras för att återställa påverkade positioner till rätt kvalitetsnivå.

3.2.9 Felaktig bentonitkvalitet och installation av återfyllnad

Studerat - **B** -
konsekvensområde

Felaktig bentonitkvalitet och installation av återfyllnad kan innebära att återfyllning av aktuell deponeringstunnel expanderar på ett otillåtet sätt. Otillåtna vattenrörelser kan bli följden. Fel på bentonitkvaliteten ska upptäckas i den kvalitetskontroll som sker innan deponeringstunneln pluggas.

Händelsen leder inte till någon säkerhetsmässig konsekvens i slutförvarsanläggningen. Förutsättningar i slutförvarets säkerhetsanalys uppfylls inte.

Händelsen ger driftstörningar och kan medföra att återfyllningen i deponeringstunnlar måste underkännas och bytas. Eventuellt måste även deponeringshål med kapslar åtgärdas och en reversibel process för färdigdeponerade kapslar får initieras för ett byte till en bentonit med rätt kvalitetsnivå.

3.2.10 Omfattande översvämning

Studerat - **B** -
konsekvensområde

Dränkning av ej tillslutna eller återfyllda deponeringstunnlar ger ingen konsekvens för kapseln men dränkning av bufferten i berörda deponeringshål medför att ställda krav inte är uppfyllda varför den får bytas ut.

Översvämning kan ske som följd av längre avbrott i dränagesystemet eller exponering av vattenförande sprickor i berget, större än vad som kan avtätas och/eller avbördas.

Händelsen ger ingen konsekvens i slutförvarsanläggningen med avseende på risk för radiologiskt utsläpp. Händelsen ger driftstörningar och kan medföra att färdigdeponerade kapslar får lyftas ur sina deponeringshål för åtgärd av bufferten.

3.2.11 Fastnad kapsel i kapseltransportbehållare eller deponeringsmaskinens strålskärmsstub i samband med överföring och deponering

Studerat - **B** **D**
konsekvensområde

Händelsen avser en lyfthantering vilken medför att kapseln kläms fast i deponeringsmaskinens strålskärmsstub. Händelsen innebär ingen risk för kapselns täthet men ger en risk för ökad stråldos till personal då felet ska åtgärdas. Detta hanteras via normala strålskyddsrutiner.

Händelsen kan ge ytskador på kapseln som följd av stort kontaktryck mellan kapsel och tub då den fastnar och senare när den ska lossas. Vid långvarig placering i strålskärmsstuben kan kapseln få förhöjd temperatur på grund av förhindrad värmeöverföring, se avsnitt 2.5.

Ytskador kan uppstå till sådan omfattning att kapseln inte kan godkännas för vidare hantering.

3.2.12 Detonation i närhet av kapsel (hantering av sprängmedel)

Studerat A B D
konsekvensområde

Hantering av sprängmedel ska ske separerat från hanteringen av kapsel. Risken för påverkan på kapsel är därför mycket liten. Det finns rutiner för att säkerställa att det inte uppkommer en situation där en så stor mängd sprängmedel kan finnas på ett sådant avstånd från KTB:n eller kapseln att dessa kan skadas om oavsiktlig antändning skulle ske.

3.3 Yttre händelser

3.3.1 Jordbävning

Studerat A B D
konsekvensområde

Principer för seismisk klassning framgår av [11].

De delar av byggnadsstrukturerna som har en lastbärande funktion för lyftanordningar som ingår i kapselns hanteringssystem är seismiskt klassade i klass P. Klassen innebär att den lastbärande funktionen ska kvarstå under och efter jordbävningen. Lyftanordningar är konstruerade med fallskydd som innebär att vinschen även vid urspårning inte faller ner.

Byggnader och de delar av berganläggningen inom vilka kapseln hanteras är seismiskt klassade till N. Klassen innebär att aktuella konstruktioner verifierats med avseende på jordbävning-laster så att de inte kan vedervåga kapseln. Klassen ska tillförsäkra att det, inom de delar av byggnader och bergrum som kapseln hanteras, inte kan lossna stenblock eller byggnadsdelar med sådan storlek och hastighet att kapseln träffas och dess täthet förloras.

Jordbävning kan förorsaka att:

- stenblock eller byggnadsdelar lossnar från aktuellt utrymmes tak eller väggar som följd av jordbävningen och faller mot kapseln, se avsnitt 3.2.2
- kapseln som är hängande i en lyftanordning förblir hängande. Kapseln tappas inte då bromsfunktionen är redundant och därmed klarar händelsen ett enkelfel.

Fram till att kapseln placeras i sin position i omlastningshallen under mark är den skyddad av kapseltransportbehållaren varför den är skyddad från missiler (fallande bergblock) där sådana har en potential att uppstå. Bedömningar som görs under avsnitt 2.2.2 är därmed giltiga för detta fall.

3.3.2 Extrema väderförhållanden

Påverkar A B D
konsekvensområde

Extrema väderförhållanden kan enbart påverka den del av verksamheten som sker i ovanmarksanläggningen. Väderlaster kan enbart ge en konsekvens för terminal- och nedfartsbyggnaden. I båda dessa fall är kapseln placerad i kapseltransportbehållare. Inga laster kan uppstå (även orsakat av missiler eller fallande byggnad) som skadar en kapseltransportbehållare så att ytpåverkan på kapseln kan ske.

Händelsen ger ingen konsekvens för kapseln.

3.3.3 Extrema väderförhållanden, vilka medför påverkan under mark

Studerat
konsekvensområde

- B -

Byggnader i ovanmarksanläggningen där kapseln hanteras är dimensionerad för extremväder enligt BKR 2003. Byggnader och deras anordningar som kan vedervåga kapseln är utförda i seismisk klass N. Kapseln är i ovanmarksanläggningen placerad i kapseltransportbehållare. Extremväder kan därmed inte skada kapseln. Yttre översvämning i H3/H4 kan leda till inflöde till undermarksanläggningen och då leda till översvämning. Se avsnitt 3.2.10.

4 Omgivningspåverkan och stråldos i anläggningen

Det anläggningsövergripande kravet är att inga konstruktionsstyrande händelser (H1–H4) får leda till utsläppssituation. Detta redovisas i analyserna i avsnitt 2.3.

För händelser som leder till plötslig förlust av de installerade strålskrämsfunktionerna kan förhöjd persondos erhållas. Dosratmätning, som ger larm vid för höga nivåer, kommer att göra personalen medveten om strålningsnivån och de kan därmed omedelbart avlägsna sig från kapseln vilket begränsar den erhållna dosen. Återställningsarbete efter inträffade förväntade händelser (störningar) och ej förväntade och osannolika händelser (missöden) förutses ske först efter att en planering genomförts. Åtgärder som följd av dessa händelser är i förväg svåra att uppskatta och har därmed inte kvantifierats i föreliggande analyser. Dosbudget för normaldrift och mindre driftstörningar (H1.1 och H1.2) redovisas i [6].

5 Probabilistiska analyser

I SSMFS 2008:1 4 kap 1§ anges att förutom deterministisk analys enligt ovan ska anläggningen analyseras med probabilistiska metoder för att ge en så allsidig bild som möjligt av säkerheten. Probabilistisk analys (PSA) är ett utomordentligt verktyg för att identifiera svaga länkar i säkerhetsfunktioner med många samverkande aktiva komponenter och många beroenden. Funktionerna i slutförvarsanläggningen (se bland annat SR-Drift kapitel 5) är inte baserade på samverkan och samfunktion av system, vilket normalt är fallet i en reaktoranläggning (kärnkraftsreaktor). Någon PSA för anläggningen, på samma sätt som för en reaktoranläggning, har därför inte bedömts som motiverat.

6 Säkerhetsvärdering

I säkerhetsanalysen av driftsfasen av slutförvarsanläggningen studeras ett antal olika händelser. Händelserna omfattar inte endast radiologisk säkerhet under drift utan även barriärpåverkan (påverkan på långsiktig säkerhet), förhöjd persondos (händelser som medför stråldoser utöver tillåtna doser vid normaldrift för personal) samt längre driftstörning i anläggningen.

Anläggningens konstruktion, vars huvuddrag redovisas i SR-Drift kapitel 5, bedöms uppfylla kraven avseende barriärer och ett anpassat djupförsvar enligt SSMFS 2008:1 2 kap 1§. Kapseln har visats bibehålla sin täthet och därmed utgöra barriär mot radioaktivt utsläpp för de maximalt påverkande lastfallen i slutförvarsanläggningen.

Förväntade händelser (störningar), vilka analyserats i avsnitt 2 och 3 har visats inte orsaka några konsekvenser för omgivningen, enligt följande:

- Postulerade händelser kommer inte att ge någon mekanisk skada på kapseln som medför utsläpp av radioaktiva ämnen.

- Vid jordbävning och annan yttre påverkan på anläggningen kommer kapseln att skyddas av kapseltransportbehållaren tills den placerats i sin position i omlastningshallen under mark. Markaccelerationer på förvarsdjupet är försumbara och ger ingen risk för kapselskador i senare hantering. Vad gäller markförlagda byggnader dimensioneras dessa tillsammans med kapseltransportbehållaren så att möjliga kapselbelastningar understiger acceptansgränsvärden.
- Kriticitets säkerhet har analyserats. Konservativt har kapseln antagits vara vattenfylld. Erforderliga marginaler mot kriticitet föreligger, baseras på det bränsle som är förutsättningen för KBS-3 metoden med avseende på resteffekt och utbränning.
Analys som visar underkriticitet i slutförvarsanläggningen täcker inte alla konstruktionsstyrande händelser och ska uppdateras.

7 Referenser

Rapporter publicerade av SKB kan hämtas på www.skb.se/Publikationer och opublicerade dokument lämnas ut vid förfrågan till SKB:s mejladress dokument@skb.se

- [1] **SKB 2010.** Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle (SR-Drift) – Inventering av yttre och inre händelser för Slutförvarsanläggningen
Framtaget av Scandpower AB, 2006114-R-010, U7, SKBdoc 1091152, version 3.0
- [2] **SKB 2010.** Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle (SR-Drift) - Konstruktionsstyrande händelser och acceptanskriterier
Framtaget av Scandpower AB, 2006114-R-008, U6, SKBdoc 1091151, version 3.0
- [3] **SKB 2009.** Belastningsfall för kapseln under transport och hantering i inkapslings- och slutförvarsanläggningen
SKBdoc 1191524, version 1.0
Svensk Kärnbränslehantering AB
- [4] **SKB 2009.** Design premises for a KBS-3V repository based on results from the safety assessment SR-Can and some subsequent analyses
SKB TR-09-22
Svensk Kärnbränslehantering AB
- [5] **SKB 2010.** Criticality safety calculation of disposal canisters
SKBdoc 1193244, version 2.0
Svensk Kärnbränslehantering AB
- [6] **SKB 2010.** Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle (SR-Drift) – Uppskattning av stråldoser
Framtaget av Scandpower AB, 2006114-R-020, U4, SKBdoc1179044, version 2.0
- [7] **SKB 2010.** Transport av inkapslat bränsle till slutförvaring
SKBdoc 1171993, version 2.0
Svensk Kärnbränslehantering AB
- [8] **SKB 2008.** Dynamiska analyser av kopparkapseln vid fritt fall i transportbehållare samt i deponeringshål
SKBdoc 1178101, version 1.0 / VPC AB T-CKM-08- 013, rev 2
Svensk Kärnbränslehantering AB
- [9] **SKB 2009.** Kapselns påverkan av termisk belastning
SKBdoc 1204644, version 1.0
Svensk Kärnbränslehantering AB
- [10] **SKB 2009.** Missiler i SFK
SKBdoc 1204646, version 2.0
Svensk Kärnbränslehantering AB
- [11] **SKB 2010.** Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle (SR-Drift) – Principer för säkerhets-, kvalitets- och seismisk klassning samt elektrisk funktionsklassning
Framtaget av Scandpower AB, 2006114-R-007, U10, SKBdoc 1073301, version 3.0

Ansökan enligt miljöbalken

Toppdokument

Begrepp och definitioner

Bilaga MKB

Miljökonsekvensbeskrivning

Bilaga AH

Verksamheten och de allmänna hänsynsreglerna

Bilaga PV

Platsval – lokalisering av slutförvaret för använt kärnbränsle

Bilaga MV

Metodval – utvärdering av strategier och system för att ta hand om använt kärnbränsle

Bilaga TB

Teknisk beskrivning

Bilaga KP

Förslag till kontrollprogram

Bilaga RS

Rådighet och sakägarförteckning

Bilaga SR

Säkerhetsredovisning för slutförvaring av använt kärnbränsle

Bilaga F

Preliminär säkerhetsredovisning Clink

Samrådsredogörelse

Metodik för miljökonsekvensbedömning

Vattenverksamhet
Laxemar-Simpevarp

Vattenverksamhet i Forsmark I
Bortledande av grundvatten

Vattenverksamhet i Forsmark II
Verksamheter ovan mark

Avstämning mot miljömål

Kapitel 1

Introduktion

Kapitel 2

Förlägningsplats

Kapitel 3

Krav och konstruktionsförutsättningar

Kapitel 4

Kvalitetssäkring och anläggningens drift

Kapitel 5

Anläggnings- och funktionsbeskrivning

Kapitel 6

Radioaktiva ämnen i anläggningen

Kapitel 7

Strålskydd och strålskärning

Kapitel 8

Säkerhetsanalys

Bilaga SR-Site

Redovisning av säkerhet efter förslutning av slutförvaret

Bilaga SR-Drift

Säkerhetsredovisning för drift av slutförvarsanläggningen

Kapitel 1

Introduktion

Kapitel 2

Förlägningsplats

Kapitel 3

Krav och konstruktionsförutsättningar

Kapitel 4

Kvalitetssäkring och anläggningens drift

Kapitel 5

Anläggnings- och funktionsbeskrivning

Kapitel 6

Radioaktiva ämnen i anläggningen

Kapitel 7

Strålskydd och strålskärning

Kapitel 8

Säkerhetsanalys