

**R-05-65**

## **Transport av inkapslat bränsle**

Ulrika Broman, Peter Dybeck  
Svensk Kärnbränslehantering AB

Ann-Mari Ekendahl  
Bäcken Industrifysik AB

**Svensk Kärnbränslehantering AB**

Swedish Nuclear Fuel  
and Waste Management Co  
Box 5864  
SE-102 40 Stockholm Sweden  
Tel 08-459 84 00  
+46 8 459 84 00  
Fax 08-661 57 19  
+46 8 661 57 19



ISSN 1402-3091

SKB Rapport R-05-65

## **Transport av inkapslat bränsle**

Ulrika Broman, Peter Dybeck  
Svensk Kärnbränslehantering AB

Ann-Mari Ekendahl  
Bäcken Industrifysik AB

# Förord

INKA- och Djupförvarsprojekten har uppdragit åt driftavdelningen ta fram en beskrivning av transportsystemet för de framtida kapseltransporterna mellan inkapslingsanläggningen och slutförvaret för använt kärnbränsle. Denna rapport utgör en avrapportering av INKTB, ett delprojekt inom INKA-projektet med syfte att beskriva en tänkbar transportbehållare för kapseltransporter. I rapporten beskrivs ett tänkbart transportsystem med kravbild, tekniska data för en kapseltransportbehållare, funktionsbeskrivning för transportsystemet samt säkerhetsaspekter. I rapporten förutsätts att inkapslingsanläggningen lokaliseras i anslutning till Clab medan ett slutförvar placeras antingen i Forsmark eller i Oskarshamnsområdet. En förnyad, mer detaljerad rapport kommer att tas fram till Djupförvarsprojektet med plats-specifika beskrivningar.

Sakgranskning samt fristående granskning av rapporten har genomförts. Kommentarer från granskningarna har bearbetats i projektgruppen och har i tillämpbara fall inarbetats i rapporten. Kommentarer som inte beaktats har kommenterats i gransknings-PM.

Rapporten har arbetats fram av projektgruppen ”TRPDJUP”, ett delprojekt till Djupförvarsprojektet.

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Introduktion</b>	7
1.1	Rapportens syfte	7
1.2	SKB:s utgångspunkter beträffande transporterna	7
1.3	Rapportens användning	8
<b>2</b>	<b>Förutsättningar och säkerhetskrav</b>	9
2.1	Grundläggande principer	9
2.2	Lagar och föreskrifter	10
2.3	Krav på myndighetstillstånd	11
2.4	Krav på transportbehållare	12
2.5	Fysiskt skydd	13
2.6	Safeguards – kärnämneskontroll	13
2.7	Krav på rapportering i samband med transport	13
2.8	Gränsdragning mot anläggningarna	14
2.9	Övriga förutsättningar	14
<b>3</b>	<b>Källdata kapslar, strålning och strålskydd</b>	15
3.1	Grunddata för kapslarna	15
3.2	Radioaktiva ämnen	16
3.3	Strålning från kapsel i kapseltransportbehållare	17
3.4	Strålskydd i transportsystemet	17
<b>4</b>	<b>Transportsystemets uppbyggnad och funktion</b>	19
4.1	Behovet av transporter	19
4.2	Transportsystemets komponenter	19
4.2.1	Kapseltransportbehållare	19
4.2.2	Lastbärare och fordon	19
4.2.3	Lyft- och hanteringsutrustningar	20
4.2.4	Fartyg	20
4.2.5	Hamnar och rutter	21
4.3	Genomförande	21
4.3.1	Transportorganisationens uppgifter	21
4.3.2	Administrativa rutiner	22
4.3.3	Färdigställande av behållare vid inkapslingsanläggningen	22
4.3.4	Hantering vid slutförvaret	23
4.3.5	Returtransport av kapsel till inkapslingsanläggningen	24
4.4	Transportplanering	24
4.4.1	Landtransporter och sjötransporter	24
4.4.2	Samordning med dagens transportsystem	25
4.4.3	Isförhållanden som kan påverka sjötransportkapaciteten	25
4.5	Övervakning och rapportering	26
4.5.1	Fysiskt skydd	26
4.5.2	Beredskapsorganisation	26
4.5.3	Safeguards – kärnämneskontroll	27
<b>5</b>	<b>Transportbehållare för kopparkapslar</b>	29
5.1	Behållarens ändamål	29
5.2	Förutsättningar	29
5.3	Konstruktion och utförande	30

5.4	Behållarens säkerhetsredovisning och licensiering	32
5.5	Behov av behållare, lastbärare, uppställningsplatser	32
5.6	Återkommande underhåll	33
<b>6</b>	<b>Kapseltransporternas säkerhet</b>	<b>35</b>
6.1	Allmänt om säkerheten vid transporter	35
6.2	Organisatoriska åtgärder	35
6.3	Omgivningssäkerhet vid olyckor	36
<b>7</b>	<b>Referenser</b>	<b>39</b>

# 1 Introduktion

## 1.1 Rapportens syfte

Rapporten innehåller en beskrivning av transportsystemet för inkapslat använt kärnbränsle. Rapportens syfte är att visa att kapslarna kan transporteras med acceptabel hög säkerhet.

Eftersom slutförvarets lokalisering inte är bestämd, beskrivs transporter både till alternativet Forsmark och till alternativet Oskarshamn, medan inkapslingsanläggningens placering i Oskarshamn (Simpevarp) är en grundförutsättning i denna rapport. De planerade etableringarna och processerna ska ske enligt KBS-3-metoden.

Transporter av icke radioaktivt gods under bygg- och driftskede av inkapslingsanläggning och slutförvar beskrivs inte i rapporten.

## 1.2 SKB:s utgångspunkter beträffande transporterna

Transportsystemets uppgift i samband med inkapsling och deponering är att förflytta de färdiga kapslarna från inkapslingsanläggningen till slutförvaret för använt kärnbränsle på ett sådant sätt att inga skador uppkommer, vare sig i form av påverkan på omgivning och personal eller i form av försämring av själva kapseln. Detta arbete ska bedrivas på ett effektivt, miljömässigt och ekonomiskt tillfredsställande sätt.

För att uppnå detta ska i grunden två krav uppfyllas:

- Gällande lagar för transporter av radioaktivt material ska följas.
- Transporterna ska fungera tillsammans med SKB:s övriga transportuppdrag som förväntas pågå samtidigt, dvs av använt kärnbränsle till Clab och avfall till SFR.

### ***Lagstiftning för transporter av radioaktivt material***

De lagar, föreskrifter, bestämmelser av olika slag som tillämpas i samband med transporter av använt kärnbränsle bygger alla på något sätt på de internationellt erkända transportbestämmelser som utarbetats av IAEA; TS-R-1 /1/. Se kapitel 2.

Lagar, bestämmelser och rekommendationer revideras då och då. De övergripande principerna gällande radioaktiva transporter har under de mer än 20 år som SKB har bedrivit transportverksamhet i allt väsentligt bibehållits. Hur lagstiftningen tillämpas på de tilltänkta kapseltransporterna presenteras i följande kapitel.

### ***Samfunktion med det befintliga transportsystemet***

SKB bedriver idag en väl etablerad transportverksamhet i samarbete med de svenska kärnkraftverken och Studsvik. De rutiner som används har successivt utvecklats och förbättrats. Några radikala ändringar har inte behövt vidtagas, vilket visar att systemet är funktionellt. Det finns från SKB:s horisont därför ingen anledning att planera transporter av kapslar efter någon annan princip.

## 1.3 Rapportens användning

Avsikten är att beskriva transporterna av kapslar med använt kärnbränsle mellan inkapslingsanläggning och slutförvar som helhet. Det betyder inte att detaljer som beskrivs för att underlätta förståelsen under alla förhållanden måste utföras precis på detta sätt. När lokaliseringen av slutförvaret liksom transportlogistiken inom förvarsanläggningen är bestämd kommer en ny rapport tas fram till ansökan om att uppföra ett slutförvar. Nya omständigheter, eventuella nya föreskrifter, möjliga förenklingar etc kommer att tas tillvara under det fortsatta arbetets gång.

Rapporten är formellt inte en preliminär säkerhetsrapport för detta kapseltransportsystem, av följande skäl:

- En fullständig beskrivning förutsätter att slutförvarets lokalisering är vald.
- Transportsystemet är inte en anläggning, och omfattas således inte av SKIFS 2004:1.
- Kapseltransportbehållaren kommer att licensieras enligt IAEA:s regler, vilket innebär att den presenteras i en egen säkerhetsrapport (behållarkonstruktörens redovisning) för myndighetsbehandling och licensiering, på liknande sätt som skett för bl a transportbehållarna för använt kärnbränsle.

Rapportens struktur framgår av tabellen nedan.

Kapseltransporten utnyttjar till stor del de beståndsdelar som finns i dagens transportsystem ifråga om såväl utrustning som rutiner. En närmare beskrivning av transporterna av använt kärnbränsle till Clab och radioaktivt driftavfall till SFR, liksom av de rutiner och regler som tillämpas i dagens system, finns i säkerhetsrapporten för transportsystemet.

### **Rapportens struktur**

---

Kapitel 1	<i>Introduktion</i> (detta kapitel).
Kapitel 2	<i>Förutsättningar och säkerhetskrav.</i> Här redogörs för de krav och principer som ligger till grund för transportutrustningens utförande och för genomförandet av transporterna.
Kapitel 3	<i>Källdata kapslar, strålning och strålskydd.</i> Källdata av betydelse för strålskärning och missödesanalys ges. Därefter ges en beskrivning av strålskyddet inom transportsystemet.
Kapitel 4	<i>Transportsystemets uppbyggnad och funktion.</i> Detta kapitel redogör för transportsystemets uppbyggnad och funktion när kapslar transporteras till slutförvaret.
Kapitel 5	<i>Transportbehållare för kopparkapslar.</i> En beskrivning av den tilltänkta kapseltransportbehållarens viktigare egenskaper. Gränsdragningen mot licensieringsprocessen nämns.
Kapitel 6	<i>Kapseltransporternas säkerhet.</i> Potentiella risker och hur de bemästras diskuteras.
Kapitel 7	<i>Referenser.</i> Viktigare referenser som nämns i texten anges.

---

## 2 Förutsättningar och säkerhetskrav

### 2.1 Grundläggande principer

#### ***Transportsystemets utformning***

Transportsystemet utgörs av både utrustning, organisation och rutiner. Krav och förutsättningar för transportsystemet bygger på lagar, myndighetsföreskrifter och SKB:s egna principer för befintligt transportsystem för bränsletransporter, och är desamma oavsett lokalisering av slutförvaret.

Följande grundläggande principer tillämpas av SKB vid utarbetandet av ett system för transport av kapslar från inkapslingsanläggningen till slutförvaret.

*Transportsystemet för kapslar ska bygga på SKB:s nuvarande transportsystem för använt kärnbränsle och avfall och med bibehållen ambition, dvs mycket små risker för allvarliga olyckor och samtidigt en god arbetsmiljö med försumbara stråldoser till personal och omgivning.*

Det innebär bl a att beprövade principer för ansvarsfördelning, föranmälan, överlämning och fysiskt skydd, som idag tillämpas vid bränsletransporter till Clab även ska tillämpas när kapslar ska transporteras.

*Svenska myndighetsföreskrifter och bestämmelser ska tillämpas.*

Det innebär bl a att:

- Tillstånd att bedriva transportverksamhet ska finnas.
- Utsedd ”säkerhetsrådgivare för farligt gods” ska finnas.
- Transportbehållare ska vara godkända för sitt ändamål.
- Transportbestämmelser enligt IMDG, ADR ska följas vid genomförandet.

*Transportsystemet för kapslar ska ha tillräcklig kapacitet och livslängd.*

Det innebär att:

- Transportkapaciteten ska minst motsvara den planerade deponeringstakten i slutförvaret.
- Transportsystemet ska planeras och dimensioneras för att vara i drift så länge behov av kapseltransporter finns.
- Tillkommande utrustning i transportsystemet ska i likhet med befintlig utrustning inordnas i SKB:s kvalitetssystem.

#### ***Miljöpåverkan***

Med hänsyn tagen både till säkerhetskrav och till strävan efter minsta möjliga inverkan på omgivningen, ska transportsystemet utformas med bästa möjliga teknik för att motverka att verksamheten medför skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön.



## **Likhet och skillnad mot dagens transportsystem**

Grundläggande säkerhetsfilosofi liksom transportmedel och -metod kommer i allt väsentligt att vara desamma vid transport av kapslar som vid transport av använt kärnbränsle och avfall. Beskrivningen i detta kapitel är i de flesta fall allmängiltig, dvs samma förutsättningar och säkerhetskrav gäller för transportbehållaren oavsett om kapslar eller använt kärnbränsle transporteras.

Skillnaden från praktisk synvinkel är att godset är rent (kapseln är fri från kontaminering), på motsvarande sätt som avfallskollin, och har lägre sammanlagt aktivitetsinnehåll än det använda kärnbränslet i en bränsletransportbehållare.

## **2.2 Lagar och föreskrifter**

### **Lagar**

Det finns såväl internationella rekommendationer och överenskommelser som nationella lagar och bestämmelser för transport av farligt gods, dit radioaktiva ämnen räknas. Genom att uppfylla sådana internationellt och nationellt accepterade och fastställda regler, försäkras man sig om att verksamheten uppfyller de höga krav på god säkerhet för personal och allmänhet som ställs vid transporter av radioaktivt material.

Tillämpliga svenska lagar när det gäller transporter av radioaktivt gods är:

- Lagen om kärnteknisk verksamhet (1984:3)
- Strålskyddslagen (1988:220)
- Miljöbalken (1998:808)
- Lagen om transport av farligt gods (1982:821)

Kärntekniklagen reglerar bland annat tillstånd för transport av kärnämne och radioaktivt avfall och strålskyddslagen reglerar bland annat tillstånd för transport av radioaktivt avfall. Transporter är varken anmälnings- eller tillståndspliktiga enligt miljöbalken. För ”all” typ av verksamhet i Sverige, dvs även för transporter, skall dock miljöbalkens övergripande bestämmelser tillämpas (bland annat de allmänna hänsynsreglerna). Lagen om transport av farligt gods reglerar tillämpningen av transportbestämmelser.

### **Transportbestämmelser (transportrekommendationer)**

FN:s internationella atomenergiorgan, IAEA, har utfärdat transportrekommendationer vilka utvecklats i samråd med och godkänts av medlemsländerna, däribland Sverige.

Syftet med transportbestämmelserna är att garantera en tillräckligt hög säkerhet mot skadlig påverkan på personer, egendom och miljö förknippad med transport av radioaktivt material, och de tillämpas på alla led såsom lastning, transport, lossning och tillfällig uppställning.

## **Krav enligt IAEA:s transportrekommendationer**

Huvudpunkterna vid transport av radioaktivt material är följande:

- Minimikrav på transportbehållartyp beroende på godsets beskaffenhet, det vill säga fysikalisk form, kemisk sammansättning samt aktivitetsinnehåll.
- Regler beträffande högsta tillåtna strålningsnivåer utanpå behållare och fordon.
- Märkning och klassificering avseende strålningsnivå.
- Regler för hantering, stuvning och samlastning med annat gods.
- Strålskyddsprogram ska finnas.
- Checklistor för åtgärder i händelse av olycka ska finnas.
- Krav på innehåll i transporthandlingar.

Använt kärnbränsle, även inkapslat sådant, ska, på grund av innehållet av radioaktiva ämnen, transporteras i typ B-behållare enligt IAEA:s transportrekommendationer.

## **Tillämpliga internationella och svenska föreskrifter**

Det finns internationella bestämmelser för transporter av farligt gods till sjöss, till lands, med järnväg och med flyg, samt deras svenska motsvarigheter. Dessa regelverk omfattar alla typer av farligt gods, men för radioaktiva ämnen bygger föreskrifterna på IAEA:s rekommendationer och är i stort sett desamma i alla regelverken.

Följande är de i detta sammanhang viktiga regelverken:

- IMDG Code – International Maritime Dangerous Goods Code (Internationella regelverket för sjötransport av farligt gods).
- SJÖFS 2003:15 – Sjöfartsverkets föreskrifter om transport till sjöss av förpackat farligt gods
- ADR – Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (Europeisk överenskommelse om internationell transport av farligt gods på väg).
- SRVFS 2004:14 – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng (ADR-S). Med ändringar i SRVFS 2005:4.

## **2.3 Krav på myndighetstillstånd**

Vid transport av radioaktivt gods krävs myndighetstillstånd enligt kärntekniklagen och strålskyddslagen. De tillståndsgivande myndigheterna när det gäller kärnämne är SKI och när det gäller radioaktivt avfall SSI.

De tillstånd som behövs för att transportera kärnämne eller kärnavfall är av två huvudtyper:

- Tillstånd för att med det aktuella transportsystemet utföra transporter av kärnämne/kärnavfall.
- Godkännande av att ett visst slags gods, till exempel transportbehållare för viss avfallstyp, får transporteras.

Med tillstånden följer olika villkor, såsom:

- Att transportbestämmelser ska följas.
- Att föransökan av planerade transporter sker.
- Att data för avfallet som transporteras ligger inom vissa gränser.

Idag har SKB följande tillstånd att få utföra transporter:

- Tillstånd för transport av kärnämne.
- Tillstånd till införsel, utförsel och transport av radioaktiva ämnen i form av tömda, ej rengjorda förpackningar (transportbehållare).
- Tillstånd till inrikes transport av kärnavfall.

Därutöver har SKB godkända licenser för de transportbehållare som används i dagens transportsystem.

När kapseltransporter tillkommer kommer SKB att utöka transportverksamheten genom att söka tillstånd för att med då befintligt transportsystem hantera ytterligare en slags transportbehållare.

## **2.4 Krav på transportbehållare**

### ***Uppgift***

Transportbehållaren ska konstrueras och tillverkas i enlighet med kraven för typ B-behållare enligt IAEA:s transportrekommendationer.

Behållaren ska kunna hanteras under transporten utan ytterligare strålskärmning. Den ska också uppfylla de övriga kraven för typ B-behållare på bland annat hållfasthet och värmefålbildighet, samt ha förmåga att leda ut den avgivna resteffekten, så att varken kapseln eller behållarens yta blir för varm.

Licensiering av behållaren ska ske i Sverige.

### ***Konstruktionskrav för kapseltransportbehållare***

Behållarens förmåga att motstå påfrestningar på grund av allvarliga olyckor utan att förlora täthet eller strålskärmning verifieras genom beräkningar samt tester som utförs på en prototypbehållare.

Följande tester/beräkningar ingår enligt IAEA:s krav för alla typ B-behållare:

- Falltest, där prototypbehållaren tappas från en höjd av 9 m mot ett plant, stumt underlag.
- Falltest från 1 m höjd mot ett standardiserat spetsigt föremål. Båda testerna skall göras med mest ogynnsam orientering av prototypbehållaren.
- Beräkning/värmeprov, 30 minuters exponering i 800 °C värme, simulerande en häftig brand.
- Beräkning/vattentest för att konstatera att behållaren tål yttre övertryck, motsvarande nedsänkning under minst 15 m vatten under minst 8 timmar.

Vissa av belastningarna enligt ovan ska klaras även om de inträffar i följd.

Varje behållarexemplar genomgår föreskriven kvalitetskontroll under tillverkningen samt återkommande provningar och underhållsåtgärder under driftperioden. Detta regleras enligt särskilda föreskrifter i transportbehållarens säkerhetsrapport.

Kapseltransportbehållaren ska kunna fyllas med en kapsel med resteffekten 1 700 W. Minimikravet på behållarens värmeavledning är att kapselns ytemperatur inte ska överskrida 100 °C vid urlastning för deponering. Detta är ett krav från slutförvaret och inget transportsäkerhetskrav.

Transportbehållarens utformning ska vara sådan att de största förekommande belastningarna som förekommer under en normal transport inte kan påverka den inneslutna kapseln så att dess egenskaper försämras.

## **2.5 Fysiskt skydd**

Kravet på fysiskt skydd avser endast transporter av kärnämne (klyvbart material), dvs i detta fall använt kärnbränsle. Tillståndsgivande och övervakande myndighet är Statens kärnkraftinspektion, SKI.

Det fysiska skyddet i transportsystemet ska utformas för att förhindra:

- stöld och bortförande av transportbehållare,
- avsiktlig åverkan på transportbehållare som skulle kunna leda till aktivitetsutsläpp.

## **2.6 Safeguards – kärnämneskontroll**

Krav på kärnämneskontroll ställs av IAEA och Euratom. Det innebär att en detaljerad bokföring ska göras av allt klyvbart material, även det som finns i kärnbränsle som inkapslats i kopparkapslar. Efter inkapsling utgör kapseln en minsta bokföringsenhet.

Bokföringen av dess innehåll bygger på de datoriserade register över allt svenskt kärnbränsle som finns i Clab.

Föransökan för transport av kapslar till slutförvaret ska redovisas till SKI och Euratom i god tid innan transport. Alla administrativa åtgärder som behövs för safeguards sker före respektive efter transporten mellan inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen. Se även kapitel 4.5.3.

Inkapslingsanläggningen har ansvar för varje kapsels innehåll, och för att kapseln godkänns för uttransport. Det innefattar bland annat safeguardsbokföring för varje kapsel. Fullständiga data om kapslarnas innehåll administreras med hjälp av en databas och överförs till slutförvaret separat.

## **2.7 Krav på rapportering i samband med transport**

SKB har för dagens transporter samlat anvisningar, krav och regler samt grundläggande fakta i en transporthandbok för vardera bränsle- respektive avfallstransporter. Dessa är riktade till transportsystemets användare och anger de ramar inom vilka arbetet ska utföras. Här framgår även hur ansvaret mellan SKB och de olika avsändarna är fördelat.

För kapseltransporterna kommer gällande krav på rapportering att framgå i tillstånd från myndigheter och i SKB:s egna rutiner, handböcker och instruktioner.

## **2.8 Gränsdragning mot anläggningarna**

Den tekniska samfunktionen mellan transportsystemet och respektive anläggning innebär även att utrustning för transportbehållarhantering, avsändning, mottagning, kontroll och underhåll skall stämma överens mellan inkapslingsanläggningen och slutförvaret. Även administrativt är anläggningarna och transportsystemet länkade eftersom transportplaneringen går hand i hand med planeringen av inkapsling och deponering och alla kriterier måste uppfyllas samtidigt.

”En transport” anses pågå från den tidpunkt när behållaren lämnar en anläggning (efter avsändningskontroll) till dess den har mottagits vid den andra anläggningen och mottagningskontroll av behållare och transportdokument gjorts. Utrustning tillhörande transportsystemet deltar i processen under betydligt längre tid vid de båda anläggningarna, vilket innebär att instruktioner och rutiner för hanteringen måste utarbetas i samråd.

När transportbehållare och transportsystem för kapslar är klara att tas i drift, ska krav, rutiner, instruktioner, specifikationer m m föreligga, samt utbildning vara genomförd.

## **2.9 Övriga förutsättningar**

### ***Miljö- och kvalitetssäkring***

SKB är idag certifierat enligt ISO 9001 och 14001. Motsvarande krav ställs på de entreprenörer och anläggningar vilkas personal kontrakteras för delar av det praktiska genomförandet av transporterna.

### ***Modernisering och ersättning av utrustning***

Transportsystemets utrustning underhålls kontinuerligt och moderniseras vartefter. M/S Sigyn underhålls så att fartyget kan vara i full drift åtminstone fram till 2010. I planeringen ingår att M/S Sigyn kommer att ersättas med ett nytt fartyg. Vad gäller storlek och egenskaper kan M/S Sigyn tills vidare användas som utgångspunkt vid planeringen av transporterna till slutförvarsanläggningen, om den blir placerad i Forsmarksområdet.

Terminalfordonen kommer så småningom också att ersättas av åldersskäl.

## 3 Källdata kapslar, strålning och strålskydd

### 3.1 Grunddata för kapslarna

Transportsystemet för inkapslat använt kärnbränsle hanterar endast ett slags gods, kopparkapslar. Alla kapslar är identiskt lika vad gäller yttermått och utformning.

#### **Mått och vikt**

En kopparkapsel har följande dimensioner:

Längd	4 835 mm
Diameter	1 050 mm
Totalvikt ca	24 ton med BWR, (26 ton med PWR)

varav:

Kärnbränsle ca	3,2 ton (2,6 ton) motsvarande ca 2,2 (1,9) ton uran
Insats ca	13,6 ton (16 ton)
Koppar ca	7,4 ton

Kapselinsatserna rymmer följande antal element:

- BWR 12 bränsleelement – med eller utan box
- PWR 4 bränsleelement – med eller utan styrtavar
- Annat bränsle

De udda bränsletyper som idag förvaras i Clab kan deponeras i insatser avsedda för BWR eller PWR efter att kapselinsatserna försetts med distanser.

#### **Resteffekt och referensbränsle**

För att en kapsel ska få fyllas med maximalt antal bränsleelement, ska det använda kärnbränslet vara mellanlagrat i Clab så länge att dimensioneringskriterierna för kapslarna uppfylls. Dessa kriterier grundas främst på de krav som miljön (och beräkningarna) i slutförvaret ställt.

Enligt projektförutsättningar skall resteffekten vara högst 1 700 W per kapsel, och avklingningen behöver därför vara omkring 30 år för ett genomsnittligt bränsleelement.

För beräkning av strålning och radioaktivitet används följande dimensionerande ”referensbränsle”:

- PWR – referensbränsle med utbränning 55 000 MWd/ton U och en avklingningstid på 30 år.
- BWR – referensbränsle med utbränning 50 000 MWd/ton U och en avklingningstid på 30 år.
- BWR – MOX-bränsleelement, med utbränning 50 000 MWd/ton U.

Referensbränsle kan användas som indata för beräkningar av strålningsnivåer, stråldoser, aktivitetsinnehåll av vissa nuklider (vid missödesanalyser) och dylikt och representerar således inte den genomsnittliga kapseln. Om en kapsel fylls med enbart referensbränsle,

kommer inte kravet på högst 1 700 W resteffekt att kunna uppfyllas. Kombinationen av bränsleelement med olika avklingningstid och utbränning kommer att optimeras i kapslarna. För en kapsel med PWR-element kommer den högsta dosraten på kapseln att bestämmas av det element som har högsta utbränningen och lägsta avklingningstiden. För en kapsel med BWR-element finns möjlighet att placera högstrålande bränsleelement i centrum av kapseln.

För att klara max resteffekt vid inkapslingstillfället måste man välja bränsleelement med lägre utbränning eller med längre avklingning än referensbränslet. Element med hög utbränning måste kombineras i kapseln med sådana med låg utbränning för att resteffekt-kravet ska uppfyllas. Därigenom kommer även strålning och aktivitetsinnehåll i en kapsel att vara lägre än de man kan beräkna för ”referensbränsle”.

I framtiden kommer en viss liten andel av bränsleelementen att innehålla MOX-bränsle. För strålskärmsberäkningar m m kommer en kapsel med ett MOX-BWR element och 11 vanliga BWR-element att utgöra ett dimensionerande fall. Ett MOX-element ger större dosbidrag än motsvarande BWR-element vid samma utbränning och avklingning, särskilt vad gäller neutroner. Även resteffekten är högre. Därför är det lämpligt att blanda elementen 1+11 enligt ovan. De flesta kapslar kommer att innehålla 12 BWR-element.

## 3.2 Radioaktiva ämnen

I säkerhetsredovisningen ingår analys av omgivningskonsekvenser vid allvarliga olyckor. Vid tänkbara hanteringsmissöden uppstår inga utsläpp eftersom kapslarna är inneslutna i en typ B-behållare, utan man måste postulera att både kapsel och behållare går sönder för att analysera omgivningskonsekvenser på grund av utläckt radioaktivitet. Se kapitel 6.

De fissionsprodukter som här kan komma ifråga för frigörelse till luft har medelkort halveringstid. De kortlivade har redan avklingat under mellanlagring i Clab, medan de långlivade finns i låga aktivitetsmängder. Det nämnda referensbränslet har följande innehåll av intressanta nuklider /9/:

Nuklid	PWR-bränsle 55 000 MWd/tonU, efter 30 år i Clab		BWR-bränsle 50 000 MWd/tonU, efter 30 år i Clab	
	TBq/ton U	TBq per kapsel	TBq/ton U	TBq per kapsel
Kr 85	65	120	58	128
Sr 90	1 850	3 400	1 700	3 740
I 129	0,002	0,004	0,0018	0,004
Cs 134	0,35	0,7	0,3	0,6
Cs 137	3 060	5 700	2 760	6 100

En kapsel med BWR-referensbränsle innehåller således något mer av dessa nuklider än en med PWR-referensbränsle. En verklig kapsel kommer emellertid att bestämmas av att dess resteffekt ska vara högst 1 700 W. Aktivitetsmängderna blir då lägre än värdena för referensbränslet i tabellen.

Vid normala temperaturer är endast Kr 85 gasformigt av de radioaktiva nuklider som förekommer i nämnvärda mängder.

Av betydelse vid frigörelse från använt kärnbränsle med kapslingskador är även Cs. Frigörelsen av Sr är mycket mindre, enligt SSR-Clab kapitel 6 en faktor 1 000 lägre. För det avklingade bränslet har Cs 134 sjunkit till betydelselösa nivåer, från att ha utgjort över halva cesiumaktiviteten för använt kärnbränsle med ett års avklingning.

Vid analys av alla andra fall än extrema olyckor är det endast direktstrålningen från kapseln och utanpå transportbehållaren som är av intresse, eftersom både kapseln och transportbehållaren är täta. Se kapitel 2 och 5.

### 3.3 Strålning från kapsel i kapseltransportbehållare

Referensbränslet påverkar dimensioneringen av både kapslar och kapseltransportbehållare (KTB). Kapseltransportbehållaren dimensioneras så att transportbestämmelsernas dosratsgränser kommer att uppfyllas.

Följande begränsningar gäller under transport:

- På transportbehållarens yta      dosrat < 2 mSv/timme
- På 2 m avstånd                      dosrat < 0,1 mSv/timme

Dosraterna avser summan av gamma och neutroner. För behållare av stora dimensioner, dit KTB räknas, blir 2 m-dosraten gränssättande.

Gränserna för kontaminering är låga, då de är satta för att föremål skall kunna hanteras utan några skyddsåtgärder (Gränser för friklassat material):

- Alfastrålände nuklider              < 4 kBq/m<sup>2</sup>
- Beta- och gammastrålände nuklider      < 40 kBq/m<sup>2</sup>

Hanteringen med avsändnings- och mottagningskontroll, fyllning, tömning, uppställning och interna förflyttningar inom anläggningarna hör till respektive anläggnings ansvarsområde, och ingår ej i transportuppgiften. Återkommande underhåll av KTB planeras ske inom inkapslingsanläggningen. Detta arbete medför normalt ingen dosbelastning.

### 3.4 Strålskydd i transportsystemet

#### *Allmänt*

Transporterna av inkapslat använt kärnbränsle kommer att integreras med de bränsletransporter till Clab som pågår parallellt. Det finns inga skillnader i strålskydds krav eller praktiska förutsättningar för genomförandet av bränsle- respektive kapseltransporter. Inte heller finns vid sjötransport något hinder för samtransport mellan KTB, TB (transportbehållare för använt kärnbränsle) eller ATB (avfallstransportbehållare) när utrymmet så medger.

#### *Befintligt transportsystem*

Idag sker sjötransporter av använt kärnbränsle med SKB:s fartyg M/S Sigyn, som är byggt för transport av radioaktivt gods. Fartygets lastrum omges av strålskärmar. Strålningsnivåerna utanför lastrummet övervakas med fasta dosimetrar.



Arbetet på M/S Sigyn är sådant att det är mycket osannolikt att den årliga stråldosen till någon besättningsmedlem överstiger 5 mSv/h, vilket innebär att några speciella begränsningar ej krävs. Utvärderingen av personalens dosimetrar har aldrig visat några registrerbara doser. Regler och rutiner för strålskyddsarbetet finns samlade i en instruktion "Strålskyddsprogram för M/S Sigyn".

På terminalfordonen som används för dagens landtransporter av använt kärnbränsle är förarhytterna avskärmade för att minimera stråldosen till föraren. I praktiken har några mätbara dostillskott ej uppmätts vid fordonskörning.

## **4    Transportsystemets uppbyggnad och funktion**

### **4.1   Behovet av transporter**

Transportsystemets uppgift är att förflytta inkapslat använt kärnbränsle mellan den inkapslingsanläggning som planeras i anslutning till Clab i Simpevarp och ett slutförvar i antingen Forsmarks- eller Oskarshamnstrakten.

Driften av slutförvarsanläggningen och inkapslingsanläggningen förutsätter att transporter av färdiga kapslar kan pågå mer eller mindre kontinuerligt mellan de två anläggningarna. För detta ändamål behövs kapseltransportbehållare. Varje transportbehållare rymmer en kapsel, och väger cirka 80 ton inklusive last. De tömda behållarna går i retur för att användas igen.

Inkapslingsanläggningen dimensioneras för en produktionskapacitet av 200 kapslar per år. Transportsystemet ska följaktligen årligen kunna transportera 200 transportbehållare tur och retur mellan anläggningarna.

Beskrivningen i detta kapitel är till stor del oberoende av slutförvarets lokalisering. En lokalisering till Forsmark förutsätter tillgång till ett sjötransportsystem, en terminalbyggnad och ett större antal behållare i systemet, men annars är förutsättningarna för transporterna i stora drag desamma oavsett var förvaret blir placerat.

### **4.2   Transportsystemets komponenter**

#### **4.2.1   Kapseltransportbehållare**

Kapseltransportbehållarens huvuduppgifter är att skydda kapseln samt utgöra strålskärm för den inneslutna kapseln, så att den kan hanteras under transporten utan ytterligare strålskärning. Behållaren dimensioneras så att dosrattsbegränsningarna enligt IAEA:s transportrekommendationer alltid ska kunna uppfyllas vid transport. Se kapitel 3.

Den skall vidare uppfylla kraven på bland annat hållfasthet och värmetålighet, samt ha förmåga att transportera ut den avgivna resteffekten, så att varken kapseln eller behållarytan får för hög temperatur. För krav på behållaren och dess licensiering se kapitel 2.

Inkapslingsanläggningen ska konstrueras på ett sätt som gör att transportbehållaren i normala fall inte kommer att bli kontaminerad vare sig på in- eller utsida.

Transportbehållaren utformas sannolikt med enkel inneslutning men med dubbla lock. En närmare beskrivning av kapseltransportbehållaren ges i kapitel 5.

#### **4.2.2   Lastbärare och fordon**

En konstruktionsförutsättning för KTB är att de ska kunna förses med samma slags lastbärare som befintliga transportbehållare och ska kunna hanteras med hjälp av samma typ av fordon.

Under transport vilar KTB på en *lastbärare* som dels kan lyftas med terminalfordon och dels kan surras till fartygets däck.

*Terminalfordon* används för transport från inkapslingsanläggning till fartyg och från fartyg till slutförvarets terminalbyggnad – och åter. Terminalfordon kommer även användas för kapseltransport från terminalbyggnaden till slutförvaret. Detta gäller vid lokalisering av slutförvaret i Forsmark.

Vid lokalisering av slutförvaret till Oskarshamn används terminalfordon för transport hela vägen mellan inkapslingsanläggning och slutförvar. Huruvida samma fordon även ska användas för nertransporten till förvarsnivå återstår att avgöra när projekteringen av slutförvaret kommit längre. De fordon som ingår i dagens transportsystem har en lastkapacitet på 124 ton och klarar således med god marginal aktuella vikter.

För en närmare beskrivning av terminalfordonen i SKB:s transportsystem, liksom av fartyget M/S Sigyn, hänvisas till det befintliga transportsystemets säkerhetsrapport /8/.

### **4.2.3 Lyft- och hanteringsutrustningar**

Lyftutrustningar används vid omlastning av KTB från lastbärare till i- och urlastningspositioner i inkapslingsanläggningen respektive slutförvaret. Utrustningarna ska vara anpassade till transportbehållaren på ett sådant sätt att inga extra konstruktiva detaljer behövs på transportbehållare eller lastbärare på grund av skillnader mellan de två anläggningarna. Likaså måste hanteringen av behållarnas lock vara densamma på båda ställena. Lyftutrustning som ska samfundera med transportsystemet ingår dock ej i det, utan tillhör respektive anläggning.

I fartyget eller i hamnarna förekommer det inte några lyft, eftersom lastning och lossning sker med ro-ro-metoden.

### **4.2.4 Fartyg**

Om slutförvaret placeras i Forsmarkstrakten kommer kapslar att transporteras dit sjövägen från inkapslingsanläggningen i Simpevarp.

Ett fartyg av ungefär samma storlek som SKB:s fartyg M/S Sigyn förutsätts för transporterna.

#### ***Dagens fartyg***

Nedan beskrivs M/S Sigyn, som är konstruerad för att transportera använt kärnbränsle och radioaktivt avfall.

- Lastförmågan är cirka 1 400 ton.
- Fartyget är 90 m långt, 18 m brett och har 4 m djupgående.
- Det är försett med strålskärmar runt lastrummet och har dubbelskrov och dubbel botten.
- Framdrivningsmaskineri, elsystem m m är dubblerade.
- Fartyget är av svensk-finsk isklass 1A, och kan själv bryta is av cirka 0,3 m tjocklek.
- Fartyget är byggt för roll on/roll off-hantering via akterramp, alternativt lift on/lift off-hantering med lastning och lossning med kranar via fartygets lastluckor.

Fartyget är byggt enligt franska och svenska nationella regler, US coast guard-regler för utländska fartyg samt IMO:s regler (International Maritime Organisation) för Typ I-fartyg.

Det är klassat i Lloyd's Register of Shipping. Fartyget uppfyller IMO:s krav för flytbarhet för fartyg avsedda för farligt gods i bulkform. Fartyget uppfyller även kraven för INF-kodens högsta klass, klass 3, i IMO:s regelverk för fartyg som transporterar använt kärnbränsle, plutonium eller högaktivt avfall. Sigyn uppfyller kraven i ISO 14001 och finns med på Sjöfartsverkets lista över fartyg med godkänd NO<sub>x</sub>- och SO<sub>x</sub>-reducering.

Fartygets konstruktion avser både att minimera sannolikheten för att en fartygsolycka skall inträffa, och att förhindra att en olycka, som trots allt inträffar, leder till skador på lasten med risk för påverkan på personal eller omgivning. Även bränsletankarna är separerade från skrovet, så att fartyget inte släpper ut olja i händelse av skador på det yttre skrovet.

### **Framtida fartyg**

Så småningom kommer det att bli aktuellt att anskaffa ett nytt fartyg som ska efterträda M/S Sigyn. Det nya fartyget kommer att anpassas för fortsatta bränsle- och avfallstransporter.

## **4.2.5 Hamnar och rutter**

Simpevarps och Forsmarks hamnar är i likhet med övriga kärnkraftverkshamnar lämpade för insegling och tilläggning av fartyg på upp till cirka 3 000 dwt. Hamnarnas ro-ro-ramper följer standarden ISO/D P 6812/2 "Fixed Shore Ramp Class A".

Simpevarps hamn ligger i anslutning till Oskarshamnsverket. Den används av M/S Sigyn för transporter av använt kärnbränsle från de andra kärnkraftverken till Clab och för transport av avfall från Oskarshamnsverket och Clab till SFR (Forsmark). Simpevarp fungerar som hemmahamn för M/S Sigyn.

Avståndet från hamnen till Clab, och därmed även till den planerade inkapslingsanläggningen, är cirka 2 km.

Forsmarks hamn ligger i anslutning till SFR-anläggningens terminalbyggnad, som är belägen cirka 2 km från kraftverket.

Mellan Forsmark och Simpevarp går i dag M/S Sigyn med använt kärnbränsle till Clab och avfall till SFR. Sträckan är 250 distansminuter lång och tar cirka 20 timmar.

Om tio behållare med kapslar lastas per gång krävs det 20 resor för att transportera den nominella årsproduktionen. Inget hinder finns för samlastning – i mån av utrymme – med avfalls- eller bränsletransportbehållare, under den tidsperiod när sådana transporter pågår.

## **4.3 Genomförande**

### **4.3.1 Transportorganisationens uppgifter**

Avgörande för transporternas effektivitet är att de administreras av en fast transportorganisation. Den ansvariga organisationen utför planeringsarbetet med god framförhållning. De rutiner som SKB utvecklat för transporter till Clab och SFR har visat sig ändamålsenliga. Det förutsätts här att i huvudsak samma principer kommer att tillämpas vid de framtida transporterna av kapslar.

Ansvaret omfattar bland annat:

- utveckling, underhåll och förnyelse av systemets komponenter,
- förnyelse av transportbehållarlicenser och tillstånd,
- planering av genomförande av transporter i samråd med berörda,
- redovisning till myndigheter,
- ansvar för att bestämmelser och tillståndsvillkor följs,
- ansvar för att fysiskt skydd upprätthålls,
- upprättande av avtal med underentreprenörer,
- teckning av försäkringar gällande transporterna.

Det innebär således bland annat att utarbeta regler, rutiner och tidplanering för transporterna, att planera fartygets rörelseschema, att utfärda transportmeddelanden samt att initiera och medverka i utbildning av personal.

Även om såväl avsändande som mottagande anläggning tillhör SKB, så är deras driftorganisationer sannolikt separata enheter. Vid transport från inkapslingsanläggningen svarar dess driftorganisation för att behållarna är i fullgott skick, för att kapslarna har genomgått godkänd slutkontroll, och för att korrekt transportdokumentation finns.

Transporten från inkapslingsanläggningen till slutförvarsanläggningen, med eller utan sjötransport, ombesörjs antingen i egen organisation eller genom kontrakterade underentreprenörer. Ansvar och befogenheter regleras genom avtal och överenskommelser. Överlämningen mellan enheter i organisationen sker när behållarna har lastats eller lossats, i och med att transportdokumenten överlämnas.

#### **4.3.2 Administrativa rutiner**

Eftersom de administrativa rutiner som etablerats för bränsletransporterna till Clab har visat sig ändamålsenliga, förutses att liknande rutiner i tillämpliga delar kommer att följas vid transporter av inkapslat använt kärnbränsle. Det gäller bland annat för förhandsbesked om transporter, dvs transportmeddelande, som innehåller uppgifter om omfattning och tidplan för den förestående transporten. Transportmeddelandet delges alla berörda i god tid innan transporten.

#### **4.3.3 Färdigställande av behållare vid inkapslingsanläggningen**

Den tomma KTB förvaras liggande på sin lastbärare. När en tom behållare anlant till transportslussen i inkapslingsanläggningen, kontrolleras den med avseende på yttre renhet och eventuella skador. Behållaren reses till vertikalt läge och lyfts med travers in i uttransporthallen, där den placeras på en behållarvagn med vars hjälp den förs till lastningspositionen. (För layout och funktion se beskrivning av inkapslingsanläggningen).

Behållarens båda lock demonteras, varefter insida och tätningsytor kontrolleras med avseende på föroreningar och skador. Avståndsmanövrerat och strålskyddat lyfts kapseln sedan ned i behållaren och innerlocket monteras. Ev kommer behållaren att fyllas med helium för att förbättra värmeöverföringen och på så sätt hålla ner kapselns temperatur under transporten till slutförvaret.

Det yttre locket sätts på och tätheten kontrolleras, varefter KTB lyfts till lastbäraren. Behållaren sänks och vrids till horisontellt läge samt förankras på lastbäraren. Transportbehållaren på sin lastbärare förflyttas till en uppställningsplats i väntan på transport till slutförvaret.

Före uttransport förses KTB med korrekt skyltning. Tillhörande transportdokument kontrolleras och kompletteras.

### ***Transportdokumentation***

Transportdokumentet, som följer med behållaren till slutförvaret har följande ändamål:

- Precisera den radioaktiva lasten i enlighet med transportbestämmelserna.
- Överföra information från avsändare till transportör och mottagare.

Varje kapseltransportbehållare har sitt eget transportdokument. Den som ansvarar för behållaren under respektive transportmoment har även ansvar för att transportdokumentet fylls i korrekt. Transportdokumentet kommer att innehålla de uppgifter som behövs enligt transportbestämmelserna.

De dokument och rutiner som tillämpas idag för transporter till Clab kan utläsas ur SKB:s transporthandbok för bränsletransporter.

### ***Landtransport***

Landtransport till hamnen (för transport till Forsmark) sker när alla KTB är färdiga och fartyget finns på plats, vilket i båda fallen ska följa den tidplan som anges i transportmeddelandet.

Landtransporterna från hamnen i Forsmark till ett slutförvar sker likaså enligt uppgjord plan. Sannolikt kommer lossning och lastning av fyllda/tömnda KTB att ske från fartyget i en följd, med en temporär uppställning av behållarna i terminalbyggnaden i hamnområdet innan de senare transporteras till slutförvaret.

Landtransporter från inkapslingsanläggningen till ett slutförvar i Simpevarpstrakten sker med terminalfordon och i enlighet med tidplanen i transportmeddelandet. I detta fall finns större möjligheter att fördela KTB-transporterna i tiden.

#### **4.3.4 Hantering vid slutförvaret**

Vid lokalisering av slutförvaret till Forsmark transporteras behållarna med terminalfordonet från fartyget till slutförvarets terminalbyggnad. En utbyggnad av dagens terminalbyggnad i hamnområdet planeras. Transportbehållarna placeras i avsedda parkeringspositioner och behållarna och deras dokumentation kontrolleras. Där får de vänta tills de en i taget hämtas för nedtransport till förvarsnivå och tömning. Ett terminalfordon ombesörjer transporten till slutförvaret.

För Oskarshamn kommer det inte att finnas någon terminalbyggnad utan KTB-transporten sker direkt från inkapslingsanläggningen till slutförvaret.

I omlastningshallen på förvarsnivå sker samma hanteringsmoment som vid intransport i inkapslingsanläggningen, varefter behållaren placeras i en nedsänkt utlastningsposition, där först ytterlocket demonteras, därefter innerlocket. Hanteringssekvensen ingår i de moment som utförs med strålskärnstuben ansluten och som slutar med att kapseln placeras i sitt deponeringshåll.

När behållaren är tömd på sin kapsel kontrolleras behållarens insida innan locken monteras, och behållaren lyftas upp och placeras på sin lastbärare. Kontrollen innefattar att verifiera att ingen kontaminering förekommer på behållarens innerytor.

Vid kontinuerlig drift förväntas upptransporten av den tomma behållaren ske i anslutning till nertransporten av nästa fyllda behållare.

### **4.3.5 Returtransport av kapsel till inkapslingsanläggningen**

I inkapslingsanläggningen skall det alltid vara möjligt att ta in en returnerad kapsel för kontroll och åtgärd, oavsett orsak till returen. Där finns det utrustning för kontroll och eventuell reparation av kapsel och kapseltransportbehållare. I värsta fall kan en defekt kapsel kasseras och bränselelementen flyttas över till en ny kapsel.

Några tänkbara orsaker till retur av kapsel kan vara:

- Under transporten har något inträffat med transportbehållaren så att man inte med säkerhet kan säga att innehållet är opåverkat.
- Vid kontroll av mottagen kapsel upptäcks något som gör att kapseln underkänns för deponering. I detta fall placeras kapseln åter i en transportbehållare som returneras tillsammans med tomma behållare.
- Något administrativt problem har uppstått, som lett till att transporten underkänns, ställs in eller avbryts.

Sådana fall förväntas vara mycket sällsynta. I alla normala fall består returtransporten av de tömda kapseltransportbehållarna.

En kapsel som inte kan transporteras vidare, utan blir stående eller liggande i sin behållare på någon av anläggningarna, tar inte någon skada av detta. Under en normal transportcykel kommer somliga kapslar att befinna sig i transportbehållaren upp till ett par veckor.

## **4.4 Transportplanering**

### **4.4.1 Landtransporter och sjötransporter**

#### ***Båda platserna***

Enligt de platsundersökningar som pågår kan vi anta att transportsträckan till slutförvarsanläggningen blir relativt kort. Detta innebär att terminalfordon kan användas för kapseltransportbehållarna. Transporten på väg kan jämföras med dagens landtransporter mellan hamn och anläggningar. Projektering av vägar och val av exakt färdväg ingår i arbetet under platsundersökningsskedet.

Det är önskvärt att åtminstone lika många tömda behållare ska finnas att tillgå vid inkapslingsanläggningen som motsvarar de kapslar som redan påbörjats och befinner sig i olika stadier av inkapslingsprocessen.

### **Med slutförvar i Forsmark**

För en effektiv lastning och lossning är det troligast att mer än ett terminalfordon arbetar parallellt. En kapseltransport kan gå till enligt följande:

Fartyget lämnar Simpevarp med upp till tio KTB ombord, vilka lossas i Forsmark. Omedelbart därefter lastas upp till tio tömda KTB som står i terminalbyggnaden, och transporteras tillbaka till inkapslingsanläggningen för att fyllas på nytt med kapslar. Efter två veckor upprepas proceduren. Det innebär att en transportcykel för en viss KTB tar fyra veckor. Omkring två dygn av denna tid befinner sig behållaren under transport, den mesta tiden således i väntan på antingen fyllning eller tömning.

Under tiden kan fartyget parallellt utföra andra transporter, såsom använt kärnbränsle från kärnkraftverk till Clab och avfall till SFR. Av bl a detta skäl krävs en god framförhållning i planeringen.

### **Med Slutförvar i Oskarshamn**

Transporterna kan genomföras kampanjvis. För grovplaneringen antas att 5 stycken KTB per vecka landtransporteras i ett sammanhang från inkapslingsanläggningen till slutförvaret, och motsvarande antal tomma i den andra riktningen. Systemet ska i alla händelser ha en kapacitet tillräcklig för en sådan logistik.

## **4.4.2 Samordning med dagens transportsystem**

När kapslar ska börja transporteras, förväntas rutinemässiga transporter till Clab och SFR fortfarande pågå. De tillkommande kapseltransporterna innebär att ytterligare en slags behållare ska hanteras i systemet.

Den nya typen av behållare kommer att hanteras och administreras på samma sätt som de tidigare. Således kommer kapseltransporterna att integreras i transportverksamhetens tidplanering och rutinerna runt transporterna att likna dem som redan finns.

Kapaciteten i systemet blir beroende av dels antalet kapseltransportbehållare, dels personal- och tidsresurser. Dessa kommer att anpassas så att tillräcklig transportkapacitet uppnås för alla anläggningars behov. Om slutförvaret lokaliseras till Oskarshamnstrakten kan tillräcklig kapacitet upprätthållas med ett mindre antal KTB än i Forsmarksalternativet.

Planeringen av kapseltransportbehållarnas förflyttningar måste koordineras med övrig trafik till, från och inom inkapslings- och slutförvarsanläggningen.

Samordningsansvaret för transportverksamheten omfattar planering, myndighetsrapportering, säkerhetsfrågor, skydd, underhåll, kvalitet, erfarenhetsåterföring samt styrning av transporternas genomförande.

## **4.4.3 Isförhållanden som kan påverka sjötransportkapaciteten**

Olika praktiska hänsyn påverkar i praktiken transportplaneringen. En sådan är variationen i isförhållanden. Transportplaneringen görs med hänsyn till att Forsmark ej skall behöva besökas under vintermånaderna. Då det emellertid är mycket stor skillnad i isförhållanden mellan milda och svåra vintrar kan transportprogrammet anpassas till rådande förhållanden, så att transporter till Forsmark kan göras om vintern är mild.



Utanför Forsmark är havet normalt istäckt, men hittills har transporter till och från Forsmark vintertid ändå kunnat genomföras under de flesta år, eftersom antalet dagar med svårare is vanligen är ganska få. Isbrytarassistans kan erhållas på samma villkor som för övriga fartyg. I hamnområdet och farleden vid Forsmark kan större isbrytare ej assistera på grund av det begränsade vattendjupet.

Isförhållandena utanför Simpevarp är i allmänhet gynnsamma. Det öppna havet utanför kustbandet är inte istäckt under normala vintrar. M/S Sigyn kan själv bryta is av cirka 0,3 m tjocklek. Det har under den tid M/S Sigyn varit i bruk förekommit kraftig is som krävt isbrytarassistans vid enstaka tillfällen.

För kapseltransporterna förutsätts tills vidare att inkapslingsanläggningen arbetar kontinuerligt under 40 av årets veckor, men det är inte utsagt om planerade driftavbrott ska göras vintertid eller sommartid. Som framgår kommer det att finnas möjligheter att anpassa detta efter verkliga förhållanden.

## **4.5 Övervakning och rapportering**

### **4.5.1 Fysiskt skydd**

Bevakning, beredskapsorganisation och system för fysiskt skydd utformas så att de uppfyller gällande föreskrifter från svenska myndigheter och SKB:s och dess entreprenörers behov av information, kommunikation och personsäkerhet.

Ett gemensamt system för fysiskt skydd kommer att tillämpas för alla transporter. Det fysiska skyddet ska förebygga incidenter, fysiskt motverka stöld och bortförande av transportbehållare, förhindra avsiktlig åverkan på transportbehållare samt garantera att eventuella försök till angrepp omedelbart upptäcks. Den exakta utformningen av det fysiska skyddet redovisas till ansvarig myndighet (SKI) för godkännande, och kommer då som nu att vara sekretessbelagd.

Det använda kärnbränslet inuti kapseln är hela tiden svåråtkomligt, eftersom kapseln är tätsvetsad. Att skära upp en kapsel förutsätter särskild utrustning under strålskyddade förhållanden. Under transporten är transportbehållarens lock tillslutna på ett sådant sätt att det behövs specialutrustning för att lossa dem.

Det är sannolikt att de system för kommunikation som står till buds vid den aktuella framtida tidpunkten skiljer sig från dagens, mer på grund av den snabba utvecklingen på dator- och kommunikationsområdet än på grund av förändringar i transportverksamheten.

### **4.5.2 Beredskapsorganisation**

Det finns en beredskapsorganisation inom SKB, som i händelse av kris eller larm kan fatta de tidiga besluten i ett första skede. Dess uppgift är inte primärt att bevaka transporter, det sköts av lokal organisation, utan att vara tillgänglig för faktainformation till medarbetare, allmänhet, företag och räddningstjänst om något oförutsett inträffar. Härvid skiljer sig inte transportverksamheten från verksamheten vid SKB:s anläggningar.

### **4.5.3 Safeguards – kärnämneskontroll**

Safeguardsredovisningen syftar ytterst till att upptäcka och förhindra obehörig befattning med och spridning av kärnämne, dvs klyvbart material.

Varje ändring av inventariet av kärnämne i någon anläggning redovisas till nationella och internationella myndigheter, idag SKI respektive Euratom. Därifrån redovisas vidare till IAEA.

Exempelvis redovisas idag, vid transport av använt kärnbränsle från något av kärnkraftverken till Clab, en inventarieminskning vid kraftverket, och, efter genomförd transport och mottagning, en motsvarande inventarieökning i Clab.

När det gäller inkapslat använt kärnbränsle som skall transporteras till slutförvar, förutsätts tills vidare här att samma krav på safeguardsredovisning gäller, som för bränsleelement.

#### ***Identifiering av kapslar***

Eftersom inga ytterligare inspektioner kan göras av inkapslade bränsleelement, måste en tillförlitlig kontroll av elementens identitet göras före inkapslingen. När detta väl är gjort och dokumenterat, samt kapseln fylld och tillsluten, utgörs den minsta identifierbara enheten av kapseln. Bokföringen av dess innehåll bygger på de register över allt svenskt använt kärnbränsle som idag finns i SKB:s datoriserade bränsleregister.

Varje kapsel har en unik identifieringsmärkning, vilken även kan kontrolleras vid slutförvaret, i samband med att kapseln tas ut ur transportbehållaren för att deponeras.

De handlingar som krävs för safeguards kommer att tas fram och skickas från inkapslingsanläggningen (gemensamt MBA med Clab) till mottagaren dvs slutförvaret (eget MBA), och till SKI och Euratom.

Efter deponeringen kommer dokumentationen av det fissila innehållet i berörda kapslar att överföras till ett speciellt inventarieregister. Hur detta kommer att ske får bestämmas då, i samråd med berörda myndigheter.

## 5 Transportbehållare för kopparkapslar

### 5.1 Behållarens ändamål

Kapseltransportbehållaren ska utformas så att följande krav uppfylls:

- KTB ska vara anpassad till hantering och fyllning med kapsel i inkapslingsanläggningen.
- KTB ska vara anpassad till hantering och tömning i slutförvaret.
- KTB ska kunna transporteras mellan inkapslingsanläggning och slutförvar.
- KTB ska skydda kapseln under transport.
- KTB ska skydda omgivningen från strålning under transport.
- KTB ska skydda omgivningen från skadlig påverkan i händelse av olyckor.
- KTB ska samfungera med SKB:s befintliga transportsystem.

### 5.2 Förutsättningar

Kapseltransportbehållaren kommer att vara designad och konstruerad uteslutande för ändamålet att transportera kapslar.

IAEA:s transportbestämmelser föreskriver att behållaren ska vara licensierbar enligt kraven för typ B, på grund av det totala aktivitetsinnehållet. Det innebär att utförandet inte kan varieras inom särskilt vida ramar. Samma krav ska tillämpas som för dagens transportbehållare. Det använda kärnbränslet har mycket låg potential för aktivitetsutsläpp eftersom det är inkapslat och de flesta flyktiga fissionsprodukter redan är avklingade.

Det använda kärnbränslet i kapseln avger alfa-, beta-, gamma- och neutronstrålning. Kapseln strålskärmar alfa- och betastrålningen fullständigt, medan gamma- och neutronstrålningen är hög även utanför kapseln. KTB ska strålskärma gamma- och neutronstrålningen, så att den kan hanteras utan vidare skyddsåtgärder. Det medför en stor vägg-tjocklek och en betydande tyngd hos behållaren. När transportbehållaren dimensioneras för de ur strålningssynpunkt värsta kapslarna innebär detta att ytdosraten på den genomsnittliga behållaren under transport blir mycket lägre.

Behållaren ska även ha förmåga att avleda värme från en kapsel som avger 1 700 W, så att kapselns yta inte blir för varm för hanteringen i slutförvaret. Kapselns yttemperatur ska vara under 100 °C när den deponeras.

De mekaniska kraven på behållare, lock och stötdämpare härrör till största delen från de tester som typ B-behållare genomgår för att garantera täthet även i en extrem olycksituation. Vissa tester genomförs med en prototypbehållare, medan vissa egenskaper verifieras genom beräkningar. Allt detta genomförs av behållarkonstruktören och ingår i kraven för licensiering.

### 5.3 Konstruktion och utförande

SKB har genomfört förstudier beträffande utformning av kapseltransportbehållare hos två internationellt etablerade behållarkonstruktörer /6/, /7/. Utförandet av de föreslagna kapseltransportbehållarna är snarlik, även om materialval och konstruktiva detaljer skiljer sig.

Eftersom kapseltransportbehållare så småningom blir föremål för en kommersiell upphandling finns det idag ingen anledning att utesluta den ena eller andra konstruktören. Den beskrivning som lämnas här är således avidentifierad och kan gälla för vilket som helst av alternativen. Den detaljerade prövningen av konstruktionen sker i samband med licensieringen.

I detta skede förutsätts transportbehållaren utföras enligt följande:

Behållaren är avsedd för vertikal fyllning och tömning. Jämför kapitel 4.

Behållaren består av en tjockväggig mantel i smitt kolstål eller gjutjärn, vars insida är försedd med en lining i ett material med låg friktion mot kopparhöljet för att minimera påverkan på kapseln. En botten i samma material som manteln är svetsad till manteln. Behållaren har två lock; ett inre och ett yttre.

Materialet i manteln ger en god skärmning av gammastrålningen. För kapslar innehållande använt kärnbränsle med hög utbränning behövs det även ett material med en bättre neutronskärmande förmåga. Därför förses behållarens mantel med neutronskärmande material antingen som en ytterrock innesluten i en stålkonstruktion utanpå behållarmanteln, eller i form av kanaler i manteln fyllda med det neutronskärmande materialet. Hur tjockt detta extra strålskärmande skikt behöver vara, bestäms av det dimensionerande kapselinnehållet.

Båda locken är försedda med låsanordning. Det inre locket har gängade hål för applicering av en lyftadapter. Behållarens täthet garanteras av lockkonstruktionen. Båda locken är försedda med packningar som tätar mot behållaren. Utförandet kan vara olika, men konstruktionen måste uppfylla kraven på täthet i en olycksituation (som specificeras av transportbestämmelserna). Innerlocket förses med en strålskärmad och tätad genomföring. Den kan användas för eventuell evakuering och fyllning av hålrummet med helium, något som kan bli aktuellt för att underlätta värmeavledningen från kapseln.

KTB har sex lyftappar, fyra i lockänden som används för lyft i anläggningarna och två i bottenänden. Vid transport vilar behållaren horisontellt med fyra lyftappar förankrade i lastbärarens upplag.

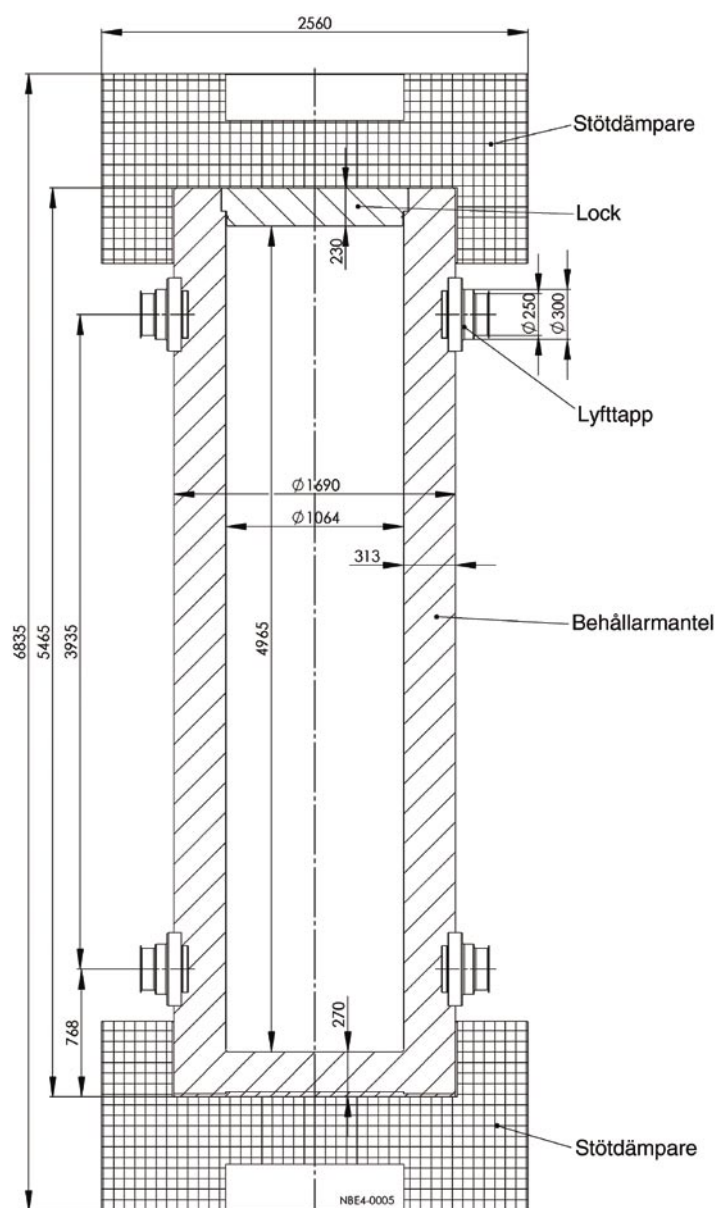
Stötdämparna, som skruvas till behållarens ändar när den är placerad på lastbäraren, består av ett yttre stålskal fyllt med trä. Stötdämparens uppgift är att skydda behållaren mot extrema mekaniska påkänningar under transport, men den ger även ett skydd mot brand, vilket är ett annat krav enligt transportbestämmelserna. Vidare bidrar stötdämparna till strålskärningen av neutroner.

Lastbärarens uppgift är att vara upplag och stöd för behållaren under uppställning och transport. Lastbäraren hanteras av terminalfordonet, som således inte kommer i direkt kontakt med själva behållaren.

*Tabell över ungefärliga vikt- och måttuppgifter*

- Tom behållares vikt 50 – 55 ton
- Stötdämpares vikt 6 – 12 ton
- Total vikt inkl kapsel 80 – 95 ton
- Behållarens längd utan stötdämpare 5,4 – 5,5 m
- Totalt, med stötdämpare 6 – 7 m
- Största diameter 2,5 – 2,7 m
- Lyftappar 6 st

Ett exempel på en tänkbar KTB med stötdämpare i genomskärning finns beskrivet nedan.



## 5.4 Behållarens säkerhetsredovisning och licensiering

För att KTB skall kunna licensieras som godkänd transportbehållare krävs en säkerhetsrapport för behållaren som beskriver:

- Mekanisk konstruktion och hållfasthetsberäkningar
- Resultat av tester och beräkningar för olycksscenarioer
- Värmeberäkningar
- Strålskärmsberäkningar
- Kriticitets säkerhetsanalys
- Ritningar
- Hanterings- och underhållsåtgärder

Eftersom KTB är avsedd att endast användas i Sverige, behöver den endast licensieras här. Licensieringsprocessen kan förväntas ta flera år, då den tillståndsgivande myndigheten utför en omfattande egen granskning av de beräkningar m m som behållarkonstruktören levererar. Först därefter kan tillverkning påbörjas.

## 5.5 Behov av behållare, lastbärare, uppställningsplatser

Med det transportsystem och de kapaciteter som beskrivs i kapitel 4 har SKB beräknat ett preliminärt behov av transportbehållare för att genomföra rutinmässiga transporter på ett effektivt sätt. Om sjötransport ingår, erfordras cirka 22 transportbehållare för att nå tillräcklig transportkapacitet, annars omkring 12 stycken. Det innebär vid sjötransport att varje behållare används cirka 10 gånger per år, och det mesta av övrig tid består i väntan på antingen tömning eller fyllning. Till detta kommer för varje KTB ett antal dagar per år för underhåll och serviceåtgärder.

Lastbärare kommer att behövas i samma antal som transportbehållare, dvs till varje behållare hör en lastbärare.

Uppställningsplatser för alla behållare som finns i systemet ska finnas i eller i anslutning till inkapslingsanläggningen. Alla behållare behöver inte rymmas på samma plats. Den planerade uppställningsytan i terminalbyggnad för transportbehållare och kapslar rymmer upp till 15 stycken KTB, fyllda eller tomma. Ventilation för att bortföra värme dimensioneras därefter, och utrymmet beläggs med samma tillträdesbegränsningar som uttransporthallen. Därtill kan tomma KTB ställas upp i ett yttre förråd inom området.

Om slutförvaret förläggs i Forsmark planeras för utbyggnad av befintlig terminalbyggnad i hamnen, så att fyllda/tömnda KTB kan förvaras där i väntan på transport till slutförvar eller inkapslingsanläggning. Ingen terminalbyggnad planeras om slutförvaret placeras i Oskarshamn.

## 5.6 Återkommande underhåll

I jämförelse med dagens transportbehållare kommer kapseltransportbehållare att vara enklare att underhålla. De ska inte komma i kontakt med kontaminerade miljöer och är utförda med släta ytor. Hur omfattande den rutinmässiga kontrollen vid varje transport ska vara får detaljeras i ett senare skede.

Regelbunden service och underhåll kommer att utföras i en servicebyggnad vid inkapslingsanläggningen. Den erfarenhet av behållarunderhåll som finns i Clab kommer att tas till vara.

Återkommande underhåll beräknas utföras efter 15 genomförda transporter (liksom för dagens behållare), och innefatta sådant som kontroll av lyftappar, låsanordningar, lock och locktätningar, lining och övriga ytor, stötdämpare samt lastbärare.

## 6 Kapseltransporternas säkerhet

### 6.1 Allmänt om säkerheten vid transporter

I SKB:s transportsystem genomförs transporterna med fast personal, med fastställda rutiner och med ett etablerat system för övervakning och fysiskt skydd.

Använt kärnbränsle transporteras från kärnkraftverken till Clab ungefär ett år efter uttag ur reaktorerna. När kärnbränslet flyttas in i inkapslingsanläggningen för att inkapslas har det mellanlagrats i Clab:s bassänger i cirka 30 år. Direktstrålningen från bränsleelementen är efter 30 års avklingning fortfarande stor. Strålskärningen vid transport av den färdiga kapseln utgörs av transportbehållare plus kapselns insats av järn och hölje av koppar.

Transportbehållarens uppgift att utgöra strålskärm för den inneslutna kapseln kommer att vara tillgodosedd under transport, såväl i normal drift, som vid olika olycksituationer.

Transportbehållaren ska även skydda kapseln från påverkan. Om det föreligger någon misstanke om att kapseltransportbehållaren utsatts för påverkan under transporten som skulle kunna äventyra kapselns egenskaper, så kommer den att returneras till inkapslingsanläggningen för kontroll. Se även kapitel 4.3.5.

Konstruktionen och beräkningen av en typ B-behållare är avsedd att garantera och demonstrera att behållarens integritet inte förloras vid någon tänkbar olycka. Dessa krav, som är utvecklade för alla slags transporter där IAEA:s transportrekommendationer tillämpas, syftar till att eliminera risken att människor eller miljö ska komma till skada under normal transport, vid störningar och även vid olika olycksscenarier.

Vid allvarliga olyckor under transport – även för från trafiksynpunkt mycket allvarliga sådana – går därför inte transportbehållarens täthet förlorad.

### 6.2 Organisatoriska åtgärder

De åtgärder som vidtas för att genomföra en normal transport under säkra och effektiva former bidrar till att ytterligare minska risken för att en transportolycka inträffar. Bland dessa kan följande nämnas:

#### ***Fysiskt skydd och övervakning***

Det fysiska skyddet, som skall förhindra stöld av klyvbart material, bidrar även till att förebygga olyckor, störningar och incidenter. Om något tillbud ändå sker ska systemet underlätta att lämpliga åtgärder snabbt kan vidtas för att inte förvärra situationen.

#### ***Strålskydd under transport***

Principer för strålskyddet kommer i sina huvuddrag att vara desamma som tillämpas idag i transportsystemet. Se kapitel 3.4.



### ***Ansvarsfördelning och överlämning***

Vid en transport medverkar ett flertal organisationsenheter och ganska många personer. För att minska riskerna för missförstånd och misstag finns ansvarsförhållanden, villkor och begränsningar samt rapporteringsrutiner preciserade. Till exempel definieras överlämning av ansvaret för varje behållare vid bestämda arbetsmoment under transporten. Tillämpning på kapseltransporterna beskrivs i kapitel 4.

### ***Val av färdväg m m***

Val av väg och tidpunkter för transporterna till slutförvaret kommer att göras så att minsta möjliga störningar av övrig trafik uppstår. Därigenom minskar även risken att annan trafik inverkar på kapseltransporterna.

## **6.3 Omgivningssäkerhet vid olyckor**

### ***Radioaktiva ämnen som kan frigges från använt kärnbränsle***

För att fissionsprodukter ska avges från bränslematerialet, måste bränslekapslingen skadas, medan radioaktiva föroreningar som finns på utsidan av bränslestavarna kan avges oavsett kapslingens täthet. Beroende på om kärnbränslet befinner sig i luft eller vatten kommer en sådan frigörelse att se olika ut. Till exempel avges till förvaringsbassängerna i Clab kontinuerligt vissa mängder radioaktiva ämnen från de lagrade bränsleelementen, vilka omhändertages i filter i kyl- och reningssystemet för bassängerna.

För det torra använda kärnbränslet under och efter inkapsling kan radioaktiva partiklar frigöras som utgör en potentiell källa till kontaminering i händelse av svåra hanteringsmissöden inne i inkapslingsanläggningen. För att radioaktiva ämnen ska avges till omgivningen från kärnbränslet inuti en försluten kapsel, krävs att både kapselhöljet och kapselinsatsen tappar sin täthet och bränslekapslingen var eller blir skadad. Från kapslar i en tillsluten transportbehållare sker ingen frigörelse till omgivningen utan radioaktiviteten är kvar i behållaren.

De källtermer som användes vid de beräkningar av extremfall som omnämns nedan är de som framgår i kapitel 3.2.

### ***Störningar och haverier***

Ju sannolikare ett scenario är desto mindre påverkan kan accepteras. Detta är en princip som tillämpas i säkerhetsanalys av bland annat kärntekniska anläggningar. Händelser delas in efter sin sannolikhet, och risken för skada på grund av radioaktiva utsläpp bedöms därefter.

Säkerheten vid de bränsle- och avfallstransporter som sker idag, redovisas i transportsystemets säkerhetsrapport /8/. De analyser som gjorts av transportsystemet innefattar händelser såväl under sjötransport som landtransport. Olyckor under landtransport kan vara kollisioner, dikeskörningar och fall över kajkant, vilka alla med god marginal ger lägre påkänningar än behållarna tål. För sjötransport är scenarierna: kollisioner och grundstörningar, last faller till havsbotten, samt fartyget skadas och brinner efter kollision.

När det gäller transporter med typ B-behållare blir det inga radiologiska konsekvenser för händelser inom konstruktionskriterierna. Med detta menas, att det inte finns några fall som anses möjliga, som leder till dessa konsekvenser. Det är ändå av intresse att analysera sådana hypotetiska fall, för att visa att påverkan blir liten. Detta har gjorts för det befintliga transportsystemet.

Man kan göra liknande beräkningar med förutsättningen att lasten består av transportbehållare med kapslar. I dessa beräkningar postuleras att transportbehållarens integritet förloras, vidare att kapselhöljet, kapselinsatsen och bränslets kapslingsrör blir förstörda så att gapinventariet av radioaktiva ämnen kan lämna kapseln och spridas till omgivningen.

### **Omgivningskonsekvenser**

Transportbehållaren tål svåra olyckor utan att förlora sin täthet eller strålskärmande förmåga. Då uppstår inga omgivningskonsekvenser. När en extrem händelse postuleras som bryter såväl behållarens som kapselns integritet, spelar behållarens utförande ingen roll i beräkningen, eftersom tätheten förutsätts vara helt förlorad.

En sådan beräkning av konsekvenser av extrema olyckor med kapseltransportbehållare till lands och till sjöss har tidigare gjorts /9/. Ingen analys av långtidspåverkan på en havererad kapseltransportbehållare är aktuell, eftersom den skulle bärgas.

Den kvarvarande mängden flyktiga radioaktiva ämnen i det cirka 30 år gamla använda kärnbränslet är så låg att några skadliga konsekvenser inte uppstår, även med mycket konservativa antaganden beträffande förloppen. Det mesta av de flyktiga ämnena har avklingat. De kvarvarande farliga nukliderna är mestadels svårösliga och fast integrerade i det keramiska bränslematerialet.

Konsekvenserna av olyckscenarier, även sådana med mycket låga sannolikheter, ligger under tillåtna nivåer. Resultaterande helkropps-doser till omgivningen är i storleksordningen  $10^{-4}$  mSv och nedåt, det vill säga många tiopotenser under skadliga nivåer /9/. Tänkbara variationer av indata och antaganden påverkar därför inte slutsatserna.

Vid en beräkning av ett hypotetiskt förlopp måste man göra olika konservativa antaganden och val beträffande väderförhållanden, avstånd och övriga omständigheter. Att beräknad påverkan är så låg, visar att man skulle kunna välja dessa antaganden på ett ännu mer konservativt sätt utan att nå farliga nivåer. För Kr 85 – den nuklid som helt dominerar den radioaktiva påverkan på omgivningen vid utsläpp i alla fall utom långvarig brand – är det totala gapinventariet i hela kapseln av samma storleksordning, som det som IAEA definierar som högsta acceptabla utsläpp vid en möjlig olycka.

Slutsatsen av analysen är att konsekvenserna för människors hälsa och miljö är försumbara även vid osannolika haverier med avseende på utsläpp av radioaktivitet.

## 7 Referenser

*Nedanstående dokument markerade med \* är ej allmänt tillgängliga, utan är av exempelvis kommersiella skäl företagets egendom. Myndigheterna har dock möjlighet att ta del av samtliga dokument i listan.*

### **Transportbestämmelser m m**

- /1/ Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, TS-R-1. International Atomic Energy Agency. (Senaste utgåva).
- /2/ IMDG Code – International Maritime Dangerous Goods Code (Internationella regelverket för sjötransport av farligt gods). IMO – International Maritime Organisation.
- /3/ *Svensk motsvarighet*: SJÖFS 2003:15 – Sjöfartsverkets föreskrifter om transport till sjöss av förpackat farligt gods.
- /4/ ADR – Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (Europeisk överenskommelse om internationell transport av farligt gods på väg).
- /5/ *Svensk motsvarighet*: SRVFS 2004:14 – ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng. Med ändringar i SRVFS 2005:4.

### **Förstudier beträffande kapseltransportbehållare (Dessa rapporter publiceras ej)**

- /6/ Pre-study of a transport cask for the Swedish Deep Repository. Areva - Cogema Logistics. Revision 0, 2004-12-14.\*
- /7/ Feasibility study of a Transport Cask for the transport of Canisters for Encapsulated Spent Fuel to Final Disposal. GNS (Gesellschaft für Nuklear-service mbH), Report-No GNB B 004/94 E Rev. 3, 2005-04-12.\*

### **Dagens transportsystem**

- /8/ Säkerhetsrapport för Transportsystemet. D-rapport-05-02. SKB Avd. Drift.\*

### **Underlag till säkerhetsanalyser m m**

- /9/ SKB Rapport R-98-14. Säkerheten vid transport av inkapslat bränsle (Kapitel 14, Extrema händelser).