

R-01-28

Transport av radioaktiva ämnen och annat farligt gods

Ingrid Aggeryd

Studsvik Eco & Safety AB

September 2001

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



Transport av radioaktiva ämnen och annat farligt gods

Ingrid Aggeryd

Studsvik Eco & Safety AB

September 2001

Denna rapport har gjorts på uppdrag av SKB. Slutsatser och framförda åsikter i rapporten är författarnas egna och behöver nödvändigtvis inte sammanfalla med SKB:s.

Sammanfattning

Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, inledde 1999 förstudier för att utreda förutsättningarna för att lokalisera ett djupförvar till Tierps och Älvkarleby kommuner. Resultaten av de förstudierna visade att ett område öster om Uppsalaåsen och norr om Tierps köping bedöms som intressant för vidare studier. Området utgör ett av de tre områden som SKB föreslagit för platsundersökningar. Innan en platsundersökning sedan kan inledas krävs klartecken från såväl säkerhetsmyndigheter och regering som berörda kommuner och markägare.

En lokalisering av djupförvaret till Tierps kommun skulle innebära sjötransport av det använda kärnbränslet till en lämplig industrihamn i regionen och därifrån vidare transport på järnväg eller möjligen landsväg till platsen för djupförvaret. I förstudiernas slutrapporter anges sjötransporter till hamnen i Skutskär och därifrån vidare transport på järnväg som ett huvudalternativ. Eftersom dagens transporter av använt kärnbränsle i Sverige nästan uteslutande sker till sjöss, skulle landtransporter tillkomma som ett nytt moment vid en eventuell djupförvarslokalisering till Tierps kommun.

Med anledning av de yttranden Tierps och Älvkarleby kommuner lämnat över de preliminära slutrapporterna från förstudierna har SKB gjort en sammanställning av hur transporter av farligt gods sker idag. Utredningen omfattar alla kategorier av farligt gods, men fokuserar speciellt på transporter av radioaktivt gods. Till stöd för utredningen har en rad myndigheter bidragit med kunskap och dataunderlag. En referensgrupp med representanter från Tierps, Älvkarleby och Östhammars kommuner har lämnat synpunkter på utredningens innehåll och omfattning och även kommenterat de resultat som presenteras i denna rapport.

Det finns i Sverige en omfattande erfarenhet från såväl land- som sjötransporter av farligt gods och även av radioaktivt gods. Landtransporter av radioaktivt gods förekommer bland annat till de större sjukhusen. Internationellt finns omfattande erfarenheter från landtransporter av använt kärnbränsle, bland annat från Storbritannien, Tyskland och USA där många av transporterna sker på landsväg eller järnväg.

En rad internationella rekommendationer, omsatta till svensk lag och författning reglerar hur transporter av farligt gods ska utföras i Sverige. Vidare finns det ett antal myndigheter som ska utfärda regler, övervaka deras efterlevnad, förebygga olyckor och hantera de olyckor som ändå sker både praktiskt och utredningsmässigt. De olyckor med farligt gods som inträffar leder mycket sällan till skador på person eller egendom. Däremot kan, som skett vid några tillfällen, platsen kring olyckan behöva utrymmas vid en bärgning, något som kan leda till praktiska problem och olägenheter för dem som berörs.

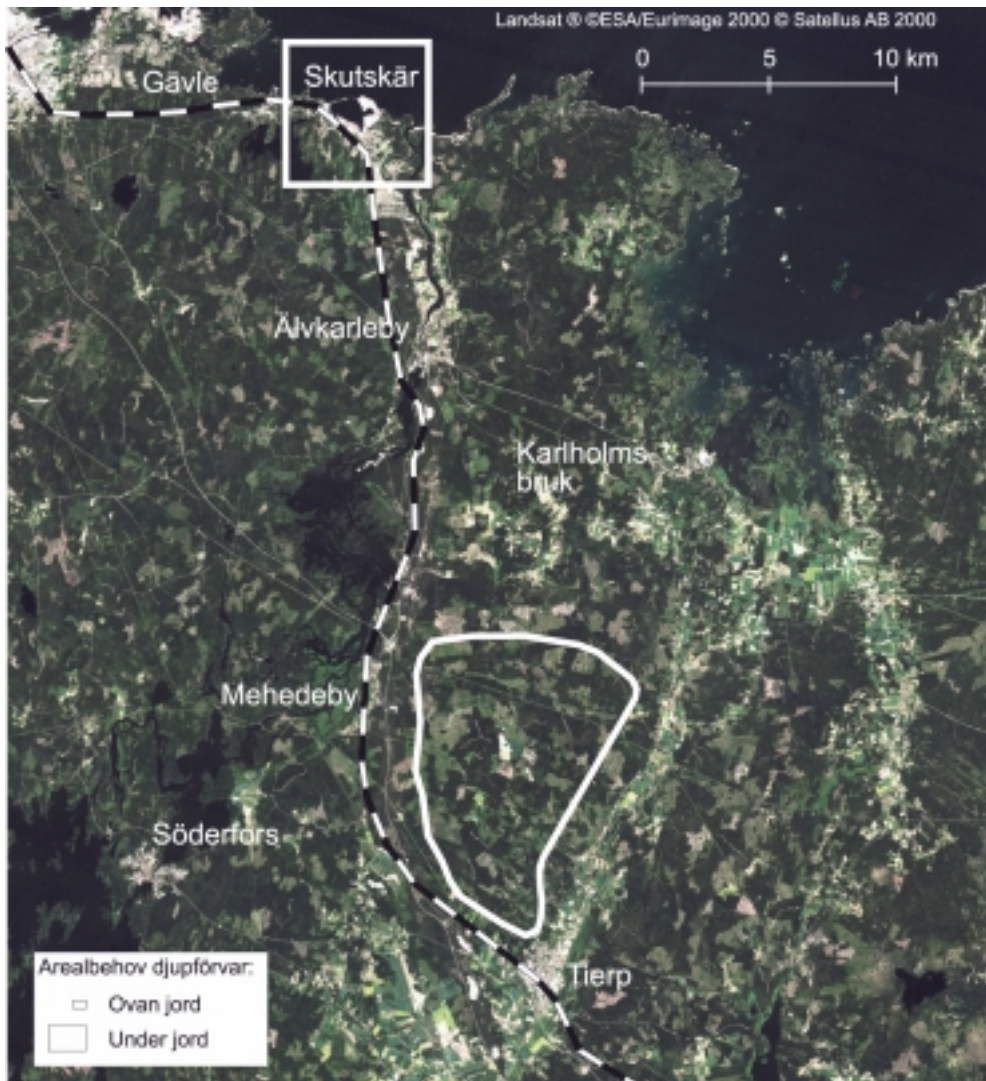
Använt kärnbränsle har under mer än 15 år transporterats från de svenska kärnkraftverken till CLAB på Simpevarpshalvön i Oskarshamns kommun. Erfarenheterna från dessa transporter är mycket goda. Ett eventuellt framtida system för transporter av använt kärnbränsle, som även omfattar landtransporter, kommer i stor utsträckning att baseras på nuvarande transportsystem och organisation. Hur transporterna konkret ska utformas vid en eventuell lokalisering av djupförvaret till Tierps kommun kommer att utredas i detalj vid en eventuell platsundersökning i kommunen och redovisas i den miljökonsekvensbeskrivning som ingår i ansökan om att uppföra anläggningen.

Innehåll

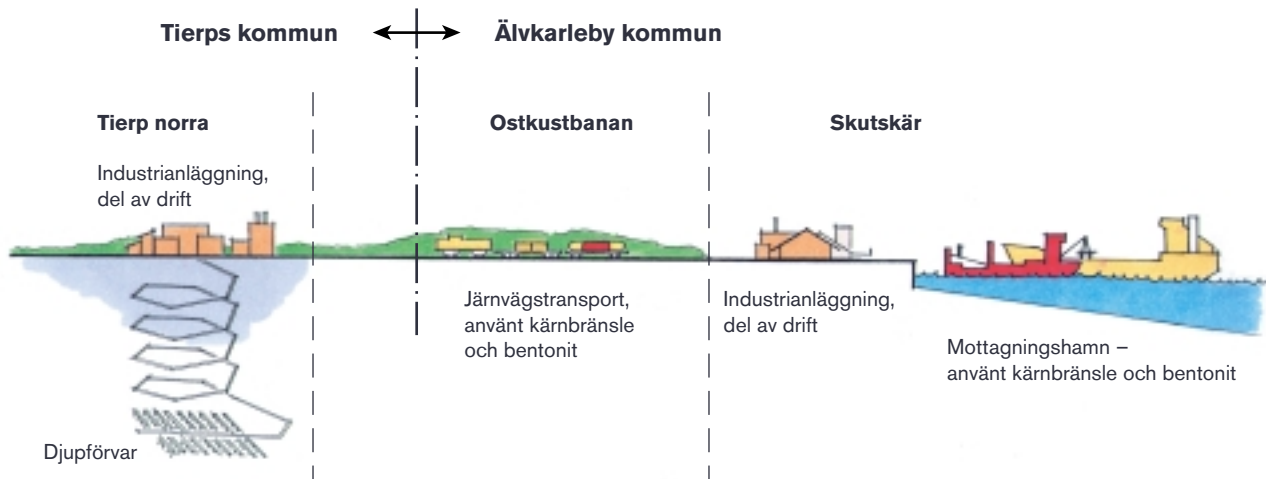
1	Inledning	7
2	Transporter av farligt gods	9
2.1	Lagar, regler, myndigheter	9
2.1.1	Regelverk	9
2.1.2	Berörda myndigheter	9
2.2	Klassificering av farligt gods	11
2.3	Transportvolym	12
3	Olyckor vid transport av farligt gods	15
3.1	Landtransporter	15
3.2	Sjötransporter	15
4	Transport av radioaktiva ämnen	17
4.1	Använt kärnbränsle	17
4.2	Lagar, regler, myndigheter för transporter av radioaktivt gods	18
4.2.1	Allmänt	18
4.2.2	Krav på transportbehållare	19
4.3	SKB:s transportsystem för djupförvaret	20
4.3.1	Godsslag och mängder	21
4.3.2	Transporter av använt kärnbränsle till djupförvaret	22
4.3.3	Transportsystemets utformning	25
5	Olyckor vid transport av radioaktiva ämnen	31
5.1	Säkerhet mot missöden och olyckor under transport	31
5.1.1	Transportbehållarens säkerhetsegenskaper	31
5.1.2	Säkerhet mot fartygsolyckor	32
5.1.3	Säkerhet mot olyckor under landtransport	32
5.1.4	Säkerhet mot operatörsfel	33
5.1.5	Åtgärder i händelse av transportmissöden	33
5.2	Tänkbara olyckor vid transporter till ett djupförvar	34
5.2.1	Sjötransporter	34
5.2.2	Landtransporter	35
5.2.3	Sammanfattning	37
6	Erfarenheter	39
6.1	Sverige	39
6.1.1	Transporterade mängder	39
6.1.2	Tillbud och olyckor	41
6.2	Internationellt	41
6.2.1	Tyskland	41
6.2.2	USA	41
7	Slutsatser	43
	Referenser	45
	Bilagor	47

1 Inledning

Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, har sedan 1999 bedrivit förstudier i Tierp och Älvkarleby angående möjligheten att lokalisera ett djupförvar för använt kärnbränsle till någon av kommunerna. Resultaten från förstudierna visar att ett stort granitmassiv öster om Uppsalaåsen och norr om Tierps köping bedöms som intressant för eventuella vidare studier av en djupförvarslokalisering till Tierps kommun, se figur 1-1 /1/. Däremot saknas enligt de gjorda bedömningarna geologiska förutsättningar för ett djupförvar i Älvkarleby kommun /2/. Granitmassivet i Tierps kommun utgör ett av de tre områden som SKB valt ut för platsundersökningar i sin samlade redovisning av metod, program och platsval inför platsundersökningsskedet /3/. Innan platsundersökningar sedan kan inledas krävs klartecken från såväl säkerhetsmyndigheter och regering som berörda kommuner och markägare.



Figur 1-1. Satellitbild över området som prioriteras för fortsatta studier i Tierps kommun med några tätorter, hamnen i Skutskär och Ostkustbanan särskilt markerade.



Figur 1-2. Transportkedjan för använt kärnbränsle vid en lokalisering av djupförvaret till Tierps kommun.

En lokalisering av djupförvaret till det utpekade området, Tierp norra, i Tierps kommun skulle innebära sjötransporter av kärnavfall till en lämplig industrihamn i regionen och därifrån vidare transport på järnväg eller möjligen landsväg till platsen för djupförvaret. I förstudiernas slutrapporter anges sjötransport till hamnen i Skutskär och vidare transport på järnväg till platsen för djupförvaret som ett huvudalternativ, se figur 1-2 /1, 2/.

Med anledning av de yttranden Tierps och Älvkarleby kommuner lämnat över de preliminära slutrapporterna från förstudierna har SKB initierat en utredning av hur transporter av farligt gods sker idag. Utredningen omfattar alla kategorier av farligt gods, men fokuserar speciellt på transporter av radioaktivt gods. Farligt gods transporteras dagligen såväl till sjöss som på landsväg och järnväg i Sverige. Det finns därför en betydande erfarenhet från denna typ av transporter och från såväl olyckshantering som arbete med att förebygga olyckor. Använt kärnbränsle transporteras nästan uteslutande till sjöss i Sverige. Andra typer av radioaktivt gods däremot, transporteras ofta på landsväg eller järnväg till bland annat sjukhus, industrier och forskningsinstitutioner. Internationellt finns betydande erfarenhet av landtransporter av använt kärnbränsle, bland annat från Frankrike och USA /4/.

En referensgrupp med representanter från Tierps, Älvkarleby och Östhammars kommuner (se bilaga 1) har lämnat synpunkter på utredningens innehåll och omfattning, och även kommenterat de resultat som presenteras i denna rapport (se bilaga 2). Till stöd för utredningen har en rad myndigheter bidragit med kunskap och dataunderlag, och även lämnat synpunkter på rapportmanuset (se bilaga 3).

2 Transporter av farligt gods

2.1 Lagar, regler, myndigheter

2.1.1 Regelverk

Utgångspunkten för all reglering av transporter av farligt gods, oberoende av transportslag, utgörs av FN:s rekommendationer inom området. I och med Sveriges anslutning till EU regleras landtransporterna genom de så kallade ADR- och RID-direktiven för landsväg respektive järnväg. Enligt dessa ska medlemsstaterna följa direktiven även vid nationella transporter. Eftersom Sverige redan tidigare i stor utsträckning tillämpat de internationella reglerna, innebär inte direktiven någon genomgripande förändring. När det gäller sjötransporter har den internationella föreskriften för transport av farligt gods, IMDG-koden, sammanställts i samarbete mellan ett stort antal länder (61 länder 1998). Också här ska de enskilda länderna sätta koden i kraft genom sin nationella lagstiftning.

Transporter av farligt gods i Sverige regleras i lagen (1982:821) och förordningen (1982:923) om transport av farligt gods. Transportmyndigheter med ansvar för normgivning, myndighetsutövning och service till allmänheten är Räddningsverket när det gäller landtransporter och Sjöfartsverket för sjötransporter. Räddningsverket ska förutom att utfärda föreskrifter om transporter av farligt gods på land även samordna säkerhetsföreskrifterna för land-, sjö- och lufttransporter av farligt gods.

Byggande av ny väg eller järnväg regleras i väglagen respektive lagen om byggande av järnväg. Av de två lagarna framgår att samråd ska hållas och miljökonsekvensbeskrivningar upprättas enligt de bestämmelser som finns i miljöbalken. För drift av en spår-anläggning krävs tillstånd av Järnvägsinspektionen. Inspektionen ska också godkänna spår-anläggningen innan den tas i bruk.

2.1.2 Berörda myndigheter

Landsväg

Räddningsverket är transportmyndighet för landsvägstransporter. Verket har bemyndigande att utfärda föreskrifter för transport av farligt gods på väg. Räddningsverket svarar också för arbetet med att kartlägga transporterna av farligt gods, utvärdera olyckor och sammanställa den kommunala räddningstjänstens insatsstatistik. Till detta kommer utveckling av metoder för riskhantering.

Vägverkets roll omfattar ansvar för tillgänglighet, framkomlighet, trafiksäkerhet och miljöeffekter på hela vägtransportsystemet /5/. Som väghållare har Vägverket i planeringen av stora infrastrukturprojekt grundligt belyst transporterna av farligt gods. Vägverket har också, som en del av sitt miljöprogram, inventerat konflikter mellan vägtrafik och större vattentäkter. När det gäller vägar med hög andel farligt gods bör en rad krav vara uppfyllda vad avser förstärkta vägrenar, kurvighet, lämplig hastighet, räckan anpassade för tunga fordon, uppställningsplatser för farligt gods, hög bärighet, god drift och underhåll med mera.

Länsstyrelserna har ansvar för att frågor om riskhantering, hälsa och säkerhet hanteras på ett tillfredsställande sätt i den fysiska planeringen samt utfärdar eventuella lokala trafikföreskrifter. En lokal trafikföreskrift kan användas för att förbjuda transporter av farligt gods på vissa vägar eller i ett avgränsat område. Detta förbud kan gälla generellt för alla typer av farligt gods eller för vissa ämnen. Länsstyrelserna ska i samarbete med kommunerna upprätta ett rekommenderat vägnät för trafik med farligt gods. I detta vägnät bör även rekommenderade parkerings- och uppställningsplatser ingå. Syftet med denna vägvalsstyrning är dels att transporter med farligt gods ska styras till vägar med hög standard, dels att undvika objekt eller områden där en olycka kan få svåra konsekvenser. Vägar vid tät bebyggelse och vid skyddsområden för vattentäkt bör undvikas vid transport av farligt gods, likaså vägar som ur trafiksäkerhetssynpunkt är olämpliga.

Boverket har det övergripande ansvaret för den fysiska planeringen. I detta arbete ingår att utveckla metoder och riktlinjer samt ge exempel på hur frågor om bland annat transporter av farligt gods kan hanteras i översiktsplaner och detaljplaner /5/.

Vid en olycka är det den **kommunala räddningstjänsten** som leder och ansvarar för räddningsarbetet på platsen. I räddningstjänstens uppgifter ingår också att kartlägga och analysera risker inom den egna kommunen, däribland transporter av farligt gods. Vid den kommunala räddningstjänsten finns beredskap för olika typer av händelser. I Nord-uppland samverkar grannkommunerna Tierp, Älvkarleby och Östhammar för att uppnå en effektiv räddningstjänst, som har enheter med olika specialiteter stationerade på olika platser i kommunerna, men med beredskap att rycka ut i hela regionen.

De myndigheter som utövar tillsyn av att reglerna för transport av farligt gods på landsväg efterlevs är **polismyndigheterna, tullmyndigheterna och Sprängämnesinspektionen**.

Järnväg

Liksom för landsvägstransporter är **Räddningsverket** den myndighet som utfärdar föreskrifter om transporter av farligt gods på järnväg och som svarar för att sammanställa statistik från den kommunala räddningstjänstens insatser.

För järnvägstrafik har **Banverket** en roll som liknar Vägverkets och är bland annat den som upplåter spår för trafik via avtal. Banverket har också ett sektorsansvar för all järnvägstrafik i Sverige. Vidare driver Banverket, sedan gasololyckan i Borlänge i april 2000, ett samarbetsprojekt med Räddningsverket med syfte att höja säkerheten vid transporter av farligt gods på järnväg.

Järnvägsinspektionen är en fristående myndighet, som administrativt är samordnad med Banverket, med tillsynsansvar för den spårbundna trafiken. Inspektionens uppgifter är att utöva tillsyn över trafiksäkerheten och av transporter med farligt gods, och att utreda inträffade olyckor och tillbud. Bland arbetsuppgifterna ingår också tillståndsprovning och godkännande av anläggningar och fordon enligt järnvägssäkerhetslagen.

Vid olyckor är det, liksom när det gäller vägtransporter, den **kommunala räddningstjänsten** som leder och ansvarar för räddningsarbetet på olycksplatsen. Den uppföljande utredningen görs vid lindrigare olyckor av verksamhetsutövaren själv. Allvarligare olyckor och händelser av principiell betydelse (5–10 per år) utreds av Järnvägsinspektionen. Vissa olyckor med allvarliga personskador och/eller omfattande materiella skador (1–2 per år) utreds av **Statens haverikommission**.

Sjötransporter

Sjöfartsverket är transportmyndighet för transporter till sjöss. Sjöfartsverket har utgivit kortfattade föreskrifter (SJÖFS 2000:14) som, med ett fåtal kompletterande bestämmelser, sätter den internationella IMDG-koden om sjötransport av farligt gods i kraft även för inrikes transporter. Därutöver har Sjöfartsverket meddelat föreskrifter om transport av farligt gods i hamnar (SJÖFS 1991:8).

Bestämmelserna i IMDG-koden bygger på att riskerna med transport av farligt gods kan reduceras genom säkerhetshöjande åtgärder. Sådana åtgärder kan utgöras till exempel av mängdbegränsningar, krav på viss typ av förpackning eller var godset ska stuvras (placeras) ombord i fartyget. Dessutom finns krav på vilken typ av fartyg som ska/kan utnyttjas för transporten (passagerar- eller lastfartyg). Allt gods inklusive farligt gods måste givetvis också vara väl säkrat vid fartyget. Samma sak gäller för gods i fordon, containrar med mera. För samtliga transportmedel, inklusive fartyg, som transporterar farligt gods finns tekniska krav för konstruktion och utrustning fastställda. Tillsyn av reglernas efterlevnad utövas av Sjöfartsverket (**Sjöfartsinspektionen**) själva. Även **Kustbevakningen** utövar tillsyn av förpackat farligt gods på uppdrag av Sjöfartsverket.

Sjöfartsverket är ansvarigt för att den svenska sjöräddningstjänsten arbetar enligt räddningstjänstlagens och räddningsförordningens bestämmelser. När det gäller sjöräddning samarbetar Sjöfartsverket med Kustbevakningen, **försvarsmakten**, **rikspolisstyrelsen**, **kustradion**, **sjöräddningssällskapet** och de **kommunala räddningstjänsterna**. Sjöfartsverket har en sjöräddningscentral i Göteborg och egna resurser för sjöräddning som i första hand består av fartyg och övervakande personal på lotsstationer.

2.2 Klassificering av farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter, som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö, egendom och annat gods, om de inte hanteras rätt under en transport. Begreppet transport innefattar förutom själva förflyttningen av godset med ett transportmedel även lastning och lossning, kortare förvaring och annan hantering som utgör ett led i förflyttningen.

I lagstiftningen (ADR och RID) indelas farligt gods i nio huvudklasser beroende på vilken typ av fara som ämnet kan ge upphov till. Dessa klasser brukar benämnas farlighetsklasser eller riskklasser. De nio klasserna, med undergrupper, är:

- Klass 1 Explosiva ämnen och föremål (exempel: sprängmedel)
- Klass 2 Gaser (exempel: ammoniak, klor, syre)
- Klass 3 Brandfarliga vätskor (exempel: bensin, dieselolja, etanol)
- Klass 4.1 Brandfarliga fasta ämnen (exempel: svavel)
- Klass 4.2 Självantändande ämnen (exempel: fosfor)
- Klass 4.3 Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten (exempel: natrium, kalium)
- Klass 5.1 Oxiderande ämnen (exempel: väteperoxid)
- Klass 5.2 Organiska peroxider

- Klass 6.1 Giftiga ämnen (exempel: bekämpningsmedel)
- Klass 6.2 Smittförande ämnen

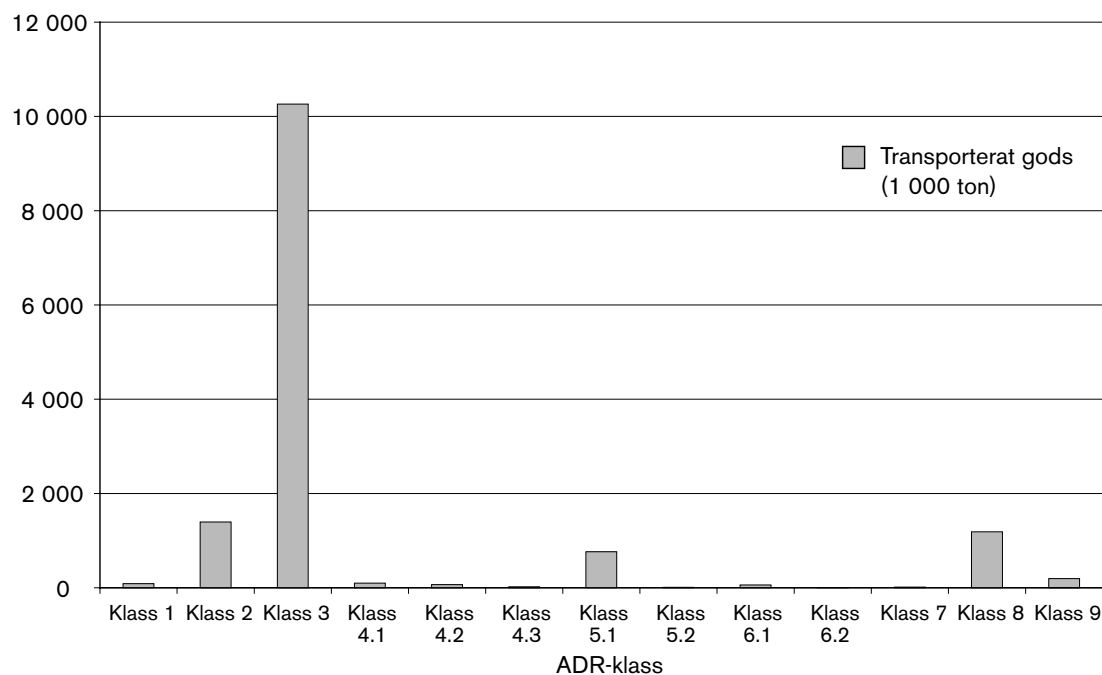
- Klass 7 Radioaktiva ämnen

- Klass 8 Frätande ämnen (exempel: saltsyra, svavelsyra)

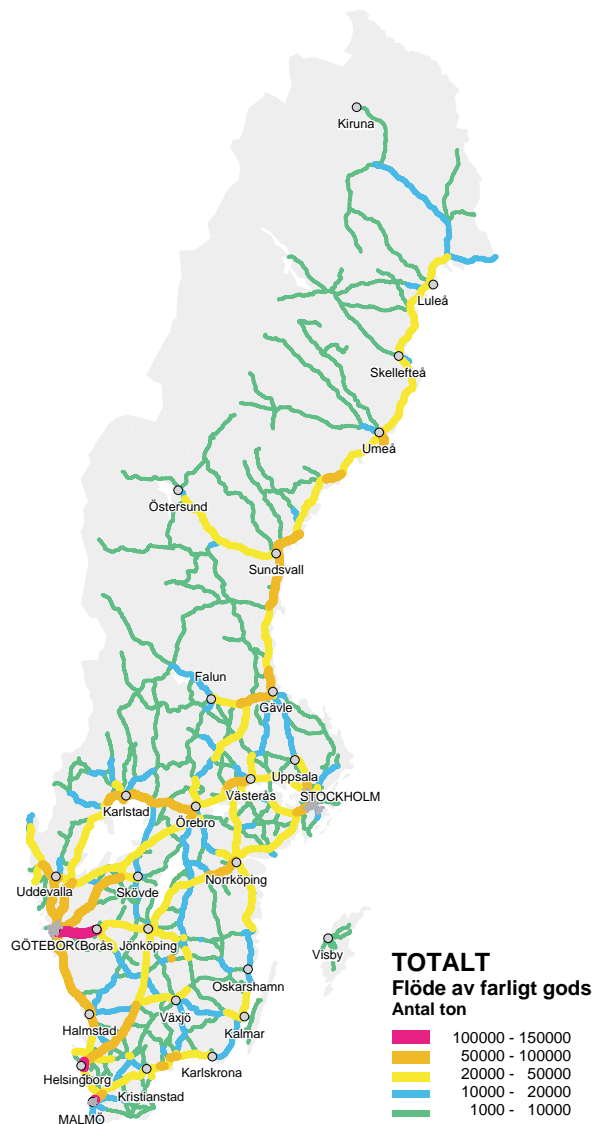
- Klass 9 Övriga ämnen och föremål

2.3 Transportvolymer

SCB genomför varje år undersökningar för att på basis av stickprov ge en löpande statistik över omfattningen av varutransporter på landsväg. Ur landets totala lastbilspark (60 000–70 000 fordon) väljs 4 000 stycken ut slumpmässigt. 1996 års undersökning gav som resultat att cirka 14 miljoner ton farligt gods transporterades på landsväg varav cirka 70 % var petroleumprodukter (bensin, diesel, eldningsolja). Den totala mängden transporterat farligt gods har varit i stort sett konstant sedan 1987. Av figur 2-1 framgår 1996 års vägtransporter av farligt gods fördelat på riskklasser.



Figur 2-1. Antal vägtransporter av farligt gods på ett år (1996) fördelat på riskklasser.

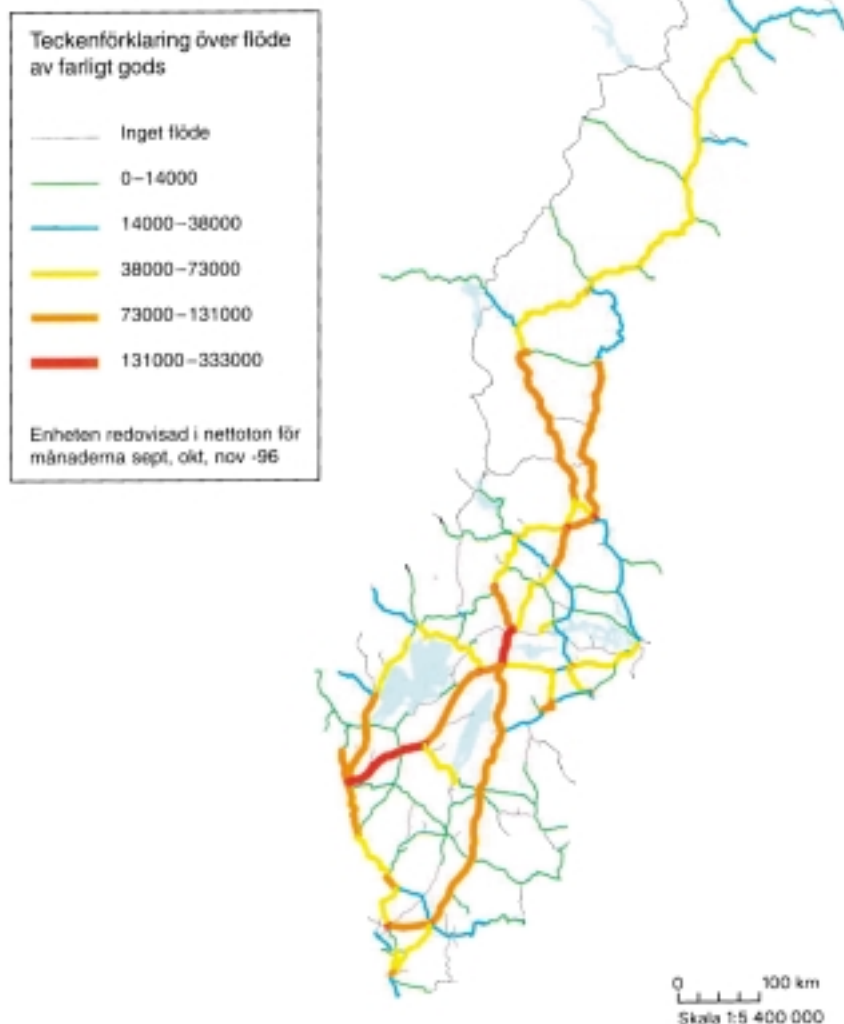


Figur 2-2. Karta som illustrerar hur vägtransporter av farligt gods fördelas över landet (Källa: Räddningsverket).

Hur transportflödena fördelas mellan olika delar av landet och på olika vägsträckor framgår av figur 2-2, där det totala flödet av farligt gods på landsväg illustreras. Som framgår av bilden är transportererna av farligt gods mest omfattande nära de större hamnarna och då framförallt vid Västkusten. I regionen kring Tierp/Älvkarleby är det främst på vägarna kring Gävle som större mängder av farligt gods transporteras.

Också när det gäller järnvägstransporter har Räddningsverket tagit fram uppgifter över den totala mängden transporter av farligt gods fördelat på olika järnvägssträckor i landet. I figur 2-3 illustreras flödet av farligt godstransporter på järnväg och hur det fördelas över landet. Av kartan framgår att de största flödena av farligt gods förekommer

Alla RID-klasser



Figur 2-3. Karta som illustrerar hur järnvägstransporter av farligt gods fördelas över landet, (Räddningsverkets hemsida).

kring Göteborg, men även kring Gävle och på Södra stambanan sker ett stort antal transporter av farligt gods på järnväg.

Sjöfartsverket är transportmyndighet för sjötransporter av farligt gods. Man har där ingen samlad statistik över antalet transporter av farligt gods i svenska farvatten och till svenska hamnar. Däremot rapporteras olyckor och tillbud med fartyg som har last av farligt gods till Sjöfartsverket (se kapitel 3).

3 Olyckor vid transport av farligt gods

3.1 Landtransporter

Olyckor vid landtransport med farligt gods rapporteras till Räddningsverket som för denna utredning tagit fram ett samlat underlag om olyckor och tillbud vid transport av farligt gods på järnväg och landsväg. I underlaget ingår alla typer av incidenter och olyckor från felaktigt hanterade dokument till den uppmärksammade urspårningen med ett tåg lastat med gasol i Borlänge. Under 1999 rapporterade landets räddningstjänster totalt 2 281 olyckor där utsläpp med farligt ämne hade skett. Av dessa utgjorde cirka 700 olyckor i samband med transport eller lastning/lossning. Till den allra största delen var utsläppen små (mindre än 100 liter) och kan härledas till läckage av bensin eller diesel från drivmedelstankar och motorer. Ungefär 15–20 olyckor per år leder till att läckage sker från tankarna. Även i detta fall är petroleumprodukter det klart dominerande inslaget. Olyckor och tillbud med radioaktivt gods (klass 7) kommenteras särskilt i avsnitt 6.2.

3.2 Sjötransporter

Olyckor och tillbud vid transport av farligt gods till sjöss rapporteras till Sjöfartsverket som till denna utredning har överlämnat ett samlat underlag för perioden januari 1995 till april 2001. Under perioden har 14 händelser rapporterats där fartyget fört last av farligt gods. Ungefär hälften av de rapporterade händelserna har utgjorts av grundstötning eller grundkänning med mer eller mindre omfattande skador på fartyget, övriga händelser har bland annat bestått av kollisioner mellan två fartyg eller med kaj, brand i maskinrum, utsläpp vid lastning eller olycksfall bland besättningen. Vid två händelser skedde mindre läckage. I ett fall läckte cirka fem kubikmeter olja ut i samband med lastning av fartyget. Vid en olycka rapporterades personskada hos en besättningsman.

4 Transport av radioaktiva ämnen

4.1 Använt kärnbränsle

Huvuddelen av de radioaktiva ämnen (ca 99 %), som bildas i ett kärnkraftverk finns i det använda bränslet. När dessa sönderfaller utsänds joniserande strålning. Denna kan vara av olika typ: alfa-, beta-, gamma- och neutronstrålning. De har olika genomtränglighet och skadeverkan:

- Alfastrålning har kort räckvidd och bromsas lätt av till exempel ett papper. För att alfastrålningen ska kunna orsaka skada hos en människa måste den komma in i kroppen till exempel via föda eller inandning.
- Betastrålning har längre räckvidd än alfastrålning, men kan bromsas av till exempel grova kläder. Betastrålning kan skada ytliga organ som ögon och hud, samt förorsaka inre skador på närliggande vävnad om den kommer in i kroppen.
- Gammastrålning har lång räckvidd i luft, men stoppas av ämnen med hög densitet. Gammastrålning kan tränga långt in i biologisk vävnad och därför ge upphov till skador vid såväl yttre bestrålning som när det gammastrålande ämnet kommer in i kroppen.
- Neutronstrålning har lång räckvidd i luft och bromsas av tyngre ämnen ungefär som gammastrålning men effektivast av lättare ämnen såsom väte. Vatten och plaster rika på väteatomer utgör god skärmning. Neutronstrålning kan tränga långt in i biologisk vävnad och ge upphov till skador vid yttre bestrålning. Den ger även skador om det neutronstrålande ämnet kommer in i kroppen.

Joniserande strålning kan bilda joner i det bestrålade föremålet, så kallad jonisering. Jonisering kan innebära bestående förändringar eller skador hos det som bestråls, till exempel hos arvsmassan i kroppens celler (DNA), men det behöver inte bli så. En vanlig missuppfattning är att sådant som blir bestrålat också blir strålande. Så är inte fallet. Däremot kan föremål kontamineras eller smutsas ner med radioaktiva partiklar, och på så sätt bli strålande.

Ett kärnbränsleelement används under 3–7 år i reaktorn. Energi har därvid frigjorts genom kärnklyvningar av klyvbara uranatomer, ^{235}U , och successivt bildade plutoniumatomer. När kärnbränslet tas ut är det starkt radioaktivt och avger värme. Största andelen radioaktivitet finns i klyvningsprodukterna, men även i de så kallade transuranerna, som bildats genom absorption av neutroner i uran. Till transuranerna hör till exempel plutonium, americium och curium. Klyvningsprodukterna utgör 3–4 viktprocent av det använda kärnbränslet och transuranerna cirka 1 %. Kärnbränslet utgörs dock huvudsakligen av uran, som inte förbrukats och som till största delen består av den lågstrålande och svårklyvbara isotopen ^{238}U .

När radioaktiva ämnen sönderfaller avges strålning. Sönderfallet leder till att den kvarvarande mängden radioaktiva ämnen minskar. Även på mycket lång sikt, mer än tusen år, innehåller kärnbränslet emellertid alltjämt stora mängder radioaktiva ämnen, huvudsakligen sådana som är alfastrålande.

Strålningen kräver att det använda bränslet hanteras med strålskärmning. Detta sker antingen i bassänger, där vatten ger erforderlig strålskärmning och kylning, i kraftiga behållare vid transport eller i slutna celler med tjocka betongväggar. I sådana behållare och celler sker kylningen med luft.

Efter några hundra år är det främst kärnbränslets innehåll av alfastrålande ämnen, de som är farligast om de kommer in i kroppen, som har betydelse. I djupförvaret behöver kärnbränslet därför omges med barriärer som förhindrar att dessa ämnen kommer ut och i kontakt med människan och miljön. Det använda kärnbränslet, som utgörs av ett mycket svårlösligt fast, keramiskt material, är kemiskt sett sammansatt av ett stort antal grundämnen, av vilka några är tungmetaller. Bränslet har således även en kemisk giftighet.

Beräkningar av hur mycket använt kärnbränsle som produceras inom det svenska kärnkraftsprogrammet har gjorts med antaganden om 25 respektive 40 års drift av samtliga tolv kärnkraftsreaktorer. Med utgångspunkt från dessa beräkningar blir antalet kapslar med använt bränsle för deponering i ett djupförvar cirka 4 000 stycken (cirka 3 100 vid 25 års drift, cirka 4 500 vid 40 års drift).

4.2 Lagar, regler, myndigheter för transporter av radioaktivt gods

4.2.1 Allmänt

De generella lagar och regler som gäller för transport av farligt gods gäller även för transport av radioaktiva ämnen (se kapitel 2). FN:s internationella atomenergiorgan, IAEA, har utfärdat rekommendationer för transport av radioaktivt material. Dessa rekommendationer har sedan legat till grund för de internationella bestämmelserna för transporter till sjöss, på landsväg och på järnväg samt deras svenska motsvarigheter.

Hur transporter av radioaktivt gods får ske, bestäms idag främst av tre lagar:

- Lagen om transport av farligt gods.
- Lagen om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen).
- Strålskyddslagen.

Vidare finns det bestämmelser om avfallstransporter i förordningen (1996:971) om farligt avfall. De tillståndsgivande myndigheterna för transporter med radioaktivt gods är SKI för kärnämne och SSI för kärnavfall. Använt kärnbränsle räknas i detta sammanhang som kärnämne tills det placerats i ett slutförvar. För transporter av använt kärnbränsle till ett djupförvar krävs därför tillstånd av SKI medan SSI ställer villkor på strålskyddet.

Bestämmelserna om transport av radioaktiva ämnen omfattar, utöver krav på transportemballage, transportdokumentation med mera, även föreskrifter för godsets hantering och för åtgärder vid olyckor. Huvudpunkterna när det gäller krav och regler för transport av radioaktivt material är:

- Minimikrav på vilken typ av transportbehållare som ska användas. Detta är beroende på godsets beskaffenhet, det vill säga om det är i fast eller flytande form, kemiska sammansättning samt mängd ingående radioaktiva ämnen.
- Regler beträffande högsta tillåtna strålningsnivåer på behållarnas ytor och på visst avstånd (en eller två meter) från behållare eller fordon.

- Märkning och klassificering med avseende på strålningsnivå.
- Regler för hantering, stuvning och samlastning med annat gods.
- Checklistor för åtgärder i händelse av olycka (för transport- och räddningspersonal).
- Krav på innehåll i transporthandlingar.
- Fysiskt skydd.

4.2.2 Krav på transportbehållare

Vid transport till djupförvaret kommer det inkapslade bränslet att vara inneslutet i en transportbehållare. Samma transportbehållare kan användas vid transporter på landsväg, järnväg och till sjöss. Transportbehållarens uppgift är att skydda omgivningen från joniserande strålning under transporten. Den ska också tåla de påfrestningar som kan uppkomma vid en eventuell olycka. För att uppfylla dessa krav används behållare som konstruerats och licensierats som typ B-behållare enligt gällande transportbestämmelser. Transportsystemet i övrigt behöver därmed inte utformas för att ge mekaniskt skydd för godset.

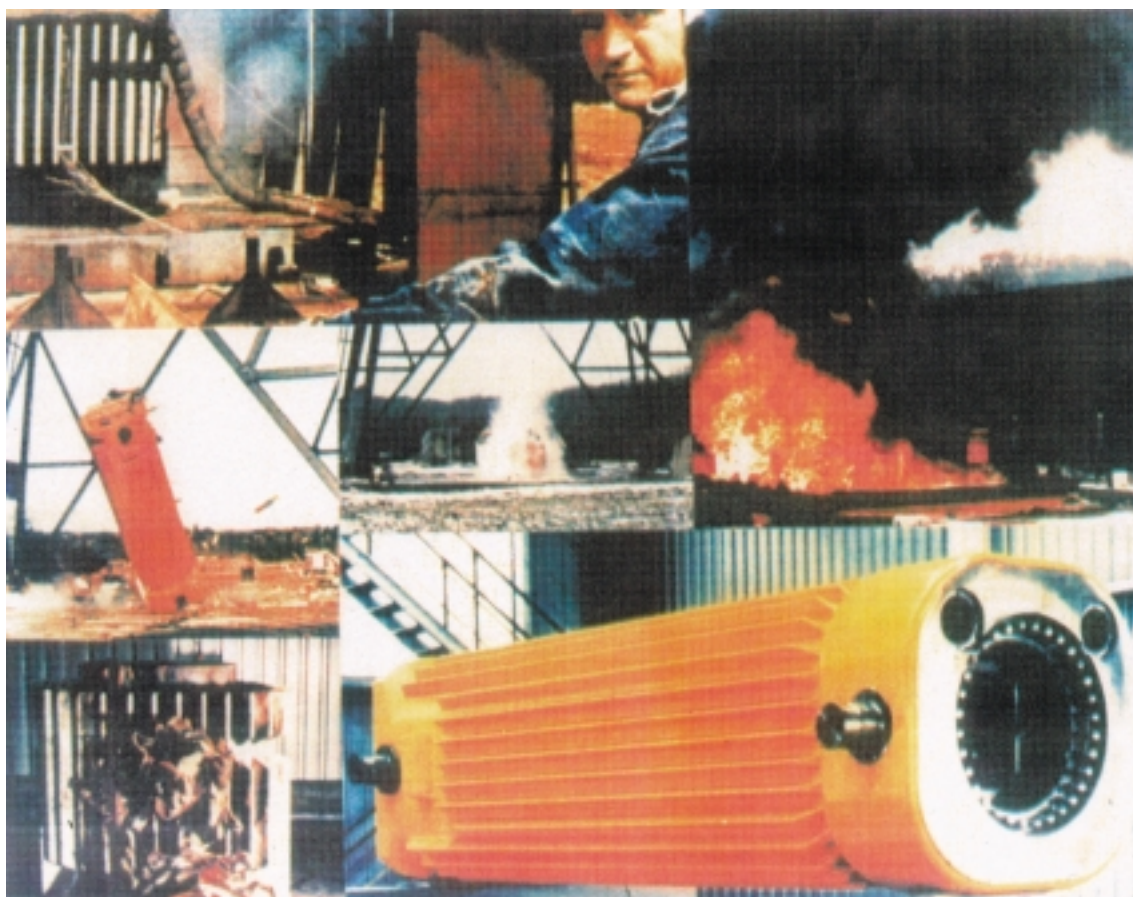
Allmänna krav som ställs på alla behållartyper för transporter av radioaktivt gods är att lyftanordningar ska dimensioneras för hela behållaren inklusive last. Låsanordningar ska vara lätta att kontrollera och behållaren ska vara lätt att rengöra invändigt. Behållaren ska tåla fall från de höjder som kan bli aktuella vid lastning och lossning och även accelerationer, vibrationer med mera under transporten. Strålningsnivån utanför behållaren med innehåll får inte överstiga 2 mSv/h på ytan och 0,1 mSv/h på två meters avstånd /6/.

Krav som dessutom gäller för en typ B-behållare är att den ska klara:

- Fall från nio meter mot ett plant, stumt underlag. Fallet ska ske i den för behållaren mest ogynnsamma riktningen.
- Fall från en meter mot ett standardiserat trubbigt objekt. Fallet ska ske i den för behållaren mest ogynnsamma riktningen.
- 30 minuters brand vid 800 graders värme.
- Trycket på 200 meters vattendjup under minst en timme utan att vatten tränger in.

Licensiering av en ny typ av B-behållare innefattar ett omfattande program för provningar, beräkningar med mera. Detta görs vanligen först i det land där behållaren ursprungligen konstrueras. För att få ett godkännande av kollit för svenskt bruk gör SKI en egen granskning av den ursprungliga licensieringen. En licensiering i Sverige gäller vanligtvis i cirka tre år och då för en viss specificerad typ av innehåll. Efter en treårsperiod eller om behållaren ska användas för en annan typ av innehåll måste en förnyad licens sökas.

I figur 4-1 visas hur olika provningar sker av transportbehållaren inför en licensiering. På bilden visas bland annat ett fallprov från nio meter till ett stumt underlag av betong/stål och brandprov. Vidare illustreras andra typer av påkänningar på transportbehållare som inte ingår i själva licensieringsförfarandet. I samtliga fall som illustreras var behållaren fortfarande tät efter händelsen, även om dess yttre delar skadats och deformerats.



Figur 4-1. Illustrationer över olika typer av prover med behållare av typ B dels för licensiering av behållartypen, dels andra typer av påkänningar. Nere till höger visas den tyska behållare av typ Castor som provades. Överst till höger visas brandprovning och vänster därom förberedelser för provet. I mitten till vänster visas ett fallprov från nio meter och höger därom fallprov med nedkyld behållare. Längst ned till vänster visas behållaren sedan den beskjutits med en ett ton tung projektil med en hastighet på cirka 300 m/s.

4.3 SKB:s transportsystem för djupförvaret

Transportsystemet till djupförvaret ska under driftperioden hantera två huvudtyper av gods: tunga, enskilda enheter med inkapslat bränsle, samt massgods i form av bentonitlera, bergmassor och eventuellt sand. Till detta kommer lokala och regionala transporter av det slag som normalt förekommer vid industrianläggningar. Det inkluderar byggnadsmaterial, varuleveranser och annan service, samt inte minst personal och besökare. Räknaat i antal fordon dominerar de sistnämnda transporterna.

Utformningen av ett framtida transportsystem för använt kärnbränsle till ett djupförvar kommer att bygga på de erfarenheter och den organisation som finns för dagens transporter av använt kärnbränsle från kärnkraftverken till CLAB /7/. Den beskrivning som ges nedan av ett transportsystem för djupförvaret är därför till stora delar en anpassning av dagens system för transporter. Transporternas genomförande måste sedan anpassas till lokala förhållanden när en plats för djupförvaret och transportvägarna dit har fastlagts.

4.3.1 Godsslag och mängder

Bentonitlera kan såväl till sjöss som på land transporteras i bulkform, det vill säga i lös vikt, i särskilda bulkcontainrar eller i andra typer av behållare. Behovet motsvarar cirka 18 containrar i genomsnitt per vecka med en vikt på 20 ton. Importen sker troligen på stora fartyg. Den vidare transporten kan, beroende på djupförvarets lokalisering, ske via omlastning till mindre fartyg som går till en lokal hamn, eller direkt på järnväg eller landsväg. Transportbehovet av bentonitlera beräknas uppgå till storleksordningen ett tåg per vecka. Varken de totala mängderna eller lastvikterna är så stora att de påverkar kraven på huvudvägar eller järnvägar. Materialet är känsligt för fukt och måste hållas torrt under transport och lagring. Hantering och lagring i hamn och vid djupförvaret kan ske med konventionell utrustning. Eventuell **sand** kan, om detta används som återfyllnadsmaterial i djupförvaret, transporteras till en lokal hamn med vanliga bulkfartyg eller med ett system för prämtransport. Såväl hantering i hamn som landtransporter kan ske med konventionell utrustning och fordon. Storleksordningen två tåg per vecka med kvartssand skulle behövas om det blir aktuellt att enbart nyttja kvartssand för återfyllnad och därmed helt utesluta bergkross som återfyllnadsmaterial.

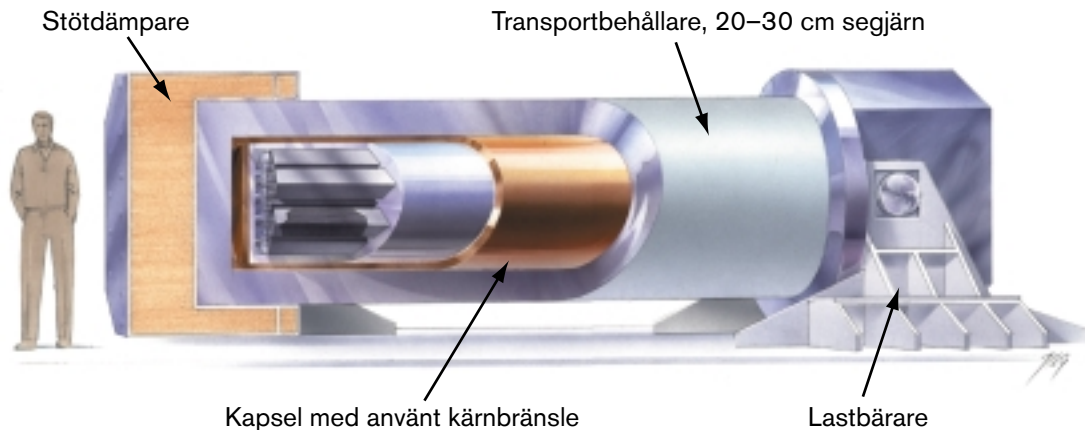
När djupförvaret byggs produceras **bergmassor**. Den totala volymen på djupförvarets alla tunnlar och bergrum beräknas till 1–1,5 miljoner kubikmeter (fast mått). Omräknat till volym efter utsprängning blir det 1,5–2,7 miljoner kubikmeter (löst mått). Ungefär hälften produceras under det 5–6 år långa anläggningsskedet och återstoden under driftperioden på 20–30 år, i takt med att deponeringsområden etableras. Antalet transporter av bergmassor från djupförvaret på allmän väg beror bland annat på hur stor mängd som kan användas för återfyllnad av förvaret och möjligheterna till tillfällig lagring i anslutning till förvarets anläggning ovan jord.

Transporter av **behållare med använt kärnbränsle** till ett djupförvar kan gå sjövägen till en lämplig industrihamn. Om anläggningen är belägen i inlandet går de därefter, efter omlastning i en hamnterminal, på järnväg eller möjligen landsväg till platsen för djupförvaret. En beräknad deponeringstakt på en behållare per arbetsdag i djupförvaret innebär transporter motsvarande i genomsnitt ett tåg med tio behållare varannan vecka till djupförvaret.

SKB planerar att bygga ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall. Lokaliseringen av slutförvaret är inte aktuell förrän om 30 år. En möjlig plats är i anslutning till djupförvaret men även andra lokaliseringalternativ är möjliga /3/. Antalet transporter per år av långlivat låg- och medelaktivt avfall till ett slutförvar beräknas bli av samma storlek som antalet transporter av använt kärnbränsle till djupförvaret /1, 2/.

De **dagliga vägburna transporterna** uppskattas till 50–70 personbilar för personal och besökare, 4–6 bussar med besökare, samt 5–10 lastbilar och andra fordon för service av olika slag.

Platsundersökningarna kommer att sysselsätta storleksordning 40 personer under en period på 5–6 år. En del av dessa kommer att arbeta i fält. Uppskattningsvis kommer ett tiotal personer att vistas dagligen på platsen för borrhningar och mätningar vilket leder till vägtransporter av några personbilar per dag. Borrutrustningen för hammarborrning flyttas inom det aktuella platsundersökningsområdet med några veckors mellanrum, medan den större och tyngre utrustningen för kärnborrning flyttas med några månaders mellanrum. Totalt kommer 10–20 kärnborrhål och minst lika många hammarborrhål att behöva borrar. Därför kan mindre skogsbilvägar och vändplaner behöva byggas. Om så är fallet kommer även vägfyllnadsmaterial med mera att behöva transporteras till området.



Figur 4-2. Transportbehållare för inkapslat bränsle.

4.3.2 Transporter av använt kärnbränsle till djupförvaret

Transportbehållare med inkapslat bränsle

Som tidigare nämnts utgör transportbehållaren som omsluter det inkapslade bränslet skydd mot såväl strålning som mekaniska skador på det inneslutna godset. Transportbehållarens funktion är oberoende av transportsätt och samma för de olika typerna av bränsleelement som förekommer. Detta innebär att det endast behöver finnas ett slags transportbehållare för inkapslat bränsle.

En transportbehållare med kapsel visas i genomskärning i figur 4-2. Behållaren tillverkas i gjutjärn, med en tjocklek av 25–30 centimeter i manteln och något mindre i lock och botten. En del av den strålning som avges från kapseln består av neutroner, som inte dämpas lika bra som gammastrålning av järn. Därför förses behållarens mantel med ett antal borrarade kanaler som fylls med ett plastmaterial som absorberar neutronstrålningen. I lock och botten finns en neutronabsorberande matta. En transportbehållare med kopparkapsel beräknas väga cirka 65 ton. Kapseln med bränsle svarar för cirka 25 ton, varav cirka två ton utgörs av det använda kärnbränslet.

Under uppställning och transport vilar behållaren på en lastbärare. Under transport är behållaren försedd med yttre stötdämpare i ändarna, bestående av trä- eller plastfyllda plåtkonstruktioner, som är utformade för att ta upp kraft och deformation i händelse av transportolyckor. Stötdämparna ger även ett visst extra brandskydd genom att avskärma värmestrålningen från en brand i närheten av behållaren.

Sjötransporter

M/S Sigyn eller ett annat fartyg av liknande konstruktion kommer troligen att användas för sjötransporter av inkapslat använt kärnbränsle, se figur 4-3. M/S Sigyn är certifierad som ett klass INF3 fartyg enligt Sjöfartsverkets föreskrifter om INF-koden (SJÖFS 2001:1). Fartyget är byggd speciellt för transport av radioaktivt gods med bland annat dubbelt skrov och botten. Även framdrivningsmaskineriet är dubblerat. M/S Sigyn är av svensk-finsk isklass 1A och kan själv bryta is som är cirka 30 centimeter tjock. Båten har tio positioner för transportbehållare och en lastförmåga på cirka 1 400 ton. M/S Sigyn används i dag både för transporter av använt bränsle från kärnkraftverken till CLAB och av driftavfall från kärnkraftverken, CLAB och Studsvik till SFR i Forsmark.



Figur 4-3. M/S Sigyn.

Framtida sjötransporter av använt kärnbränsle till ett djupförvar kommer att utgå från en inkapslingsanläggning, som enligt huvudalternativet förläggs i anslutning till CLAB på Simpevarpshalvön i Oskarshamns kommun. Vid inkapslingsanläggningen hämtas fyllda transportbehållare som är tillslutna och kontrollerade med avseende på märkning, strålning och renhet. Ett terminalfordon kör behållaren på en lastbärare från inkapslingsanläggningen till fartyget i Simpevarps hamn. Denna transport sker inom Oskarshamns kärnkraftverks industriområde. Vid lastning på fartyget körs lasten in i lastrummet över akterrampen. Behållaren på lastbäraren surras mot lastrumsdäcket vid en av de tio positioner som finns för detta ändamål.

Sjötransporterna av inkapslat bränsle skiljer sig inte principiellt från andra sjötransporter med fartyg i samma storlek. Någon närmare beskrivning av transportrutterna kan inte lämnas förrän djupförvarets lokalisering är känd. Lots ska vara ombord när fartyget angör hamn. Hamnen i Skutskär anges som ett huvudalternativ vid en lokalisering av djupförvaret till Tierps kommun. M/S Sigyn har anlöpt den hamnen två gånger i samband med de utställningar som visats sommartid på fartyget. Förhållandena avseende såväl farled som hamnanläggning har varit goda för ett fartyg av M/S Sigyns storlek. Stora Enso har påbörjat omfattande förbättringar av såväl inseglingsleden som hamnanläggningarna, vilket gör att fartyg med upp till åtta meters djupgående kommer att kunna tas emot utan väderrestriktioner. M/S Sigyn har ett djupgående på fyra meter.

I hamn krävs omlastning till järnväg eller landsvägsfordon. När fartyget har lagt till körs behållarna i land med ett terminalfordon, placeras i position och lyfts därefter ombord på järnvägsvagnar eller landsvägsfordon. Vagnarna stängs och låses före avgång från omlastningshamnen.

Inhägnade uppställningsplatser för fyllda och tomma transportbehållare ska finnas i omlastningshamnen. Om det skulle bli aktuellt att lasta om gods för vidare landtransport i Skutskärs hamn, kan antingen den befintliga hamnen nyttjas eller alternativt en ny hamnterminal byggas invid den nuvarande. Detta kommer att utredas detaljerat vid en eventuell platsundersökning för ett djupförvar i Tierps kommun.

Järnvägstransporter

Om det blir aktuellt med transport av behållare med använt kärnbränsle på järnväg används vagnar som är speciellt avsedda för dessa transporter, se figur 4-4. Ett tågsätt utgörs av tio vagnar där varje vagn lastas med en transportbehållare. Järnvägsvagnarna dras med elektriska eller dieseldrivna lok utan krav på speciell anpassning. Transporterna sker normalt utan väntetider eller stopp längs med linjen. Järnvägsnätets bärighet medför normalt inte några restriktioner vid val av rutt för transporterna. Vid behov kan förstärkningsarbeten utföras. Detta undersöks närmare i samband med platsundersökningar för djupförvaret.

Vid djupförvaret körs inkommande tåg till en bangård på området. Vid en lossningsposition som är placerad inomhus eller under tak, finns lyftutrustning för lossning av behållarna och utrymme för temporär uppställning av dessa. Transporter av tomma transportbehållare från djupförvaret till inkapslingsanläggningen kan planeras så att dessa förs med järnvägsvagnarna vid deras återresa till omlastningshamnen. Där kan behållarna lagras i avvaktan på att fartyget återkommer.



Figur 4-4. Järnvägsvagn för transport av använt kärnbränsle med en transportbehållare typ B.

I förstudiens slutrapport /1/ anges transporter via hamnen i Skutskär och vidare med tåg på Ostkustbanan som ett huvudalternativ vid en eventuell lokalisering av ett djupförvar till Tierps kommun. Var ett stickspår i så fall skulle leda av transporten från Ostkustbanan till anläggningen beror på var en industrialanläggning för djupförvaret kan förläggas och var de detaljerade utredningar i samverkan med Banverket visar på lämpliga förhållanden för ett stickspår. Om det blir aktuellt med en platsundersökning kommer olika transportlösningar att utredas i samråd med kommunen, berörda markägare, grannkommuner, myndigheter med flera. Vid en eventuell lokaliseringsansökan för ett djupförvar i Tierps kommun kommer dessa frågor att behandlas i detalj i den miljökonsekvensbeskrivning som upprättas i samband med ansökan. Diskussioner med bland andra Banverket i Gävle angående de praktiska förutsättningarna för transporter av använt kärnbränsle på Ostkustbanan från Skutskär och vidare söderut har lett till slutsatsen att såväl kapacitet som bärighet i dagsläget är fullt tillräckliga för dessa transporter. I bilaga 4 illustreras hur tidtabellen mellan Skutskär och Tierps tätort ser ut hösten 2001 med såväl person- som godstrafik under veckans alla dagar inkluderad. I bilagan redovisas också de viktbegränsningar som gäller vid transport av gods på järnväg.

Landsvägstransporter

Landsvägstransporter utgör inget huvudalternativ för behållare med använt kärnbränsle, men är en möjlig lösning om transportsträckorna är korta eller om bra järnvägsförbindelser saknas. Flera typer av såväl dragfordon som trailrar finns som kan bära vikten av en transportbehållare, cirka 65 ton. Fordonet med last blir mycket tungt (upp mot 100 ton) vilket innebär att det måste köras med låg hastighet. Det svenska vägnätet är generellt sett inte dimensionerat för så tunga fordon som det blir frågan om här. Tyngre laster än 60 ton kräver dispens. Förstärkningsarbeten kan också bli aktuella för vissa vägsträckor och broar /8, 9/.

4.3.3 Transportsystemets utformning

Ett framtida transportsystem för transport av använt kärnbränsle från en inkapslingsanläggning till ett djupförvar kommer att utformas med erfarenhet från det system som finns idag för transporter av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall till CLAB och SFR /10/.

Organisation och ansvarsfördelning

Vid dagens transporter av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall har SKB ett samordningsansvar för transportsystem och transportplanering som bland annat omfattar:

- Ansvar för att bestämmelser följs och att tillstånd finns.
- Underhåll och förnyelse av transportsystemets komponenter.
- Planering av genomförande av transporter i samråd med berörda instanser.
- Redovisning till myndigheter i enlighet med gällande bestämmelser.
- Förnyelse av godkännande av kolli för transport.
- Ansvar för att fysiskt skydd upprätthålls.
- Avtal med underentreprenörer.
- Försäkringar gällande transporterna.

Uppgiften att genomföra transporter delegeras genom avtal mellan SKB och olika underentreprenörer, till exempel det rederi som utför sjötransporterna, medan planeringsansvaret ligger hos SKB.

För transporter till djupförvaret kan följande praktiska ansvarsfördelning skisseras. När transportbehållare med inkapslat bränsle lämnar inkapslingsanläggningen svarar driftorganisationen där för att behållarna är i fullgott skick, för att kapslarna har genomgått godkänd slutkontroll för deponering, och för transportdokumentation. Driftorganisationen vid inkapslingsanläggningen hanterar även transporten till hamnen. SKB ansvarar, via fartygets besättning, för sjötransporten till mottagningshamnen. Omlastningen från fartyg till tåg eller lastbil kan antingen ske med personal från djupförvaret, eller med personal från den befintliga hamnen. I båda fallen kommer ansvar och befogenheter att regleras genom avtal och överenskommelser. Endast "legitimerad" personal får befatta sig med behållarna (se nedan om utbildning av personal). Landtransporterna sker med något transportföretag efter avtal med SKB. Mellan varje transportled sker ett formellt överlämnande av ansvaret för behållarna. SKB ansvarar för att myndighetsrapportering sker enligt de bestämmelser som gäller vid tidpunkten för transporten.

Kvalitetssäkring

SKB:s riktlinjer för kvalitetssäkring är tillämpliga på transportverksamheten. Kvalitetssäkringsprogrammet är centralt för verksamheten. Arbetet bedrivs med syfte att uppnå och vidmakthålla hög säkerhet, god arbetsmiljö och hög tillgänglighet. Krav enligt kärntekniklagen, strålskyddslagen och andra tillämpliga lagar och föreskrifter ska vara uppfyllda. SKB ska arbeta för att förhindra händelser som kan leda till skada för personal eller omgivning. SKB ska också vidta förebyggande åtgärder för att undvika långvariga störningar i verksamheten.

För SKB:s transportverksamhet finns en särskild kvalitetshandbok. I den beskrivs hur verksamheten är organiserad och vilka rutiner som gäller vid till exempel transportplanering, avvikelser i hantering, kontrollverksamhet med mera. Detaljerade instruktioner finns inom respektive område. Motsvarande kvalitetsprogram finns hos SKB:s entreprenörer. Genom återkommande kvalitetsrevisioner förvissas sig SKB om att verksamheten i alla led sköts med hög säkerhet och kvalitet.

Kvalitetssäkring är också central vid tillverkning av utrustning och komponenter i transportsystemet. Inför till exempel tillverkning av transportbehållare upprättas en särskild kontrollplan som ska godkännas av myndigheterna. Varje viktigt tillverkningsmoment kontrolleras och dokumenteras sedan enligt denna plan, där även oberoende granskning av utomstående kontrollorgan ingår.

Utbildning

Den personal som anlitas för att utföra olika arbetsmoment under transporter kommer att ges grundläggande utbildning i enlighet med de krav som ställs i ADR, RID respektive IMDG. Efter genomgången utbildning ska personalen ha en överblick över hela systemet för omhändertagande av radioaktivt avfall med ansvarsfördelning och rapporteringsvägar. Vidare ska utbildningen ge grundläggande kunskaper om strålning och om radioaktiva ämnens egenskaper, samt om instrument och metoder för att mäta strålning. Utbildningen ska ske återkommande för att upprätthålla och uppdatera personalens kunskaper. Även personal som inte direkt arbetar med behållarna ska ges motsvarande utbildning, dels för att klara behovet av information, men även för att hindra att någon oavsiktligt vidtar en åtgärd som till exempel motverkar målen med det fysiska skyddet

eller principen att den totala strålningen till personalen ska vara ett minimum för arbetets genomförande. Man ska också ha tillräckliga kunskaper för ta ställning till lämpliga åtgärder vid eventuella missöden.

Säkerhetsrådgivare

För att förebygga de risker som är förenade med transport av farligt gods beslutade EU 1996 att den som utför transporter av farligt gods samt att den som lastar och lossar sådana transporter ska utse säkerhetsrådgivare. Senast den 31 december 1999 skulle säkerhetsrådgivare ha utsetts vid dessa företag.

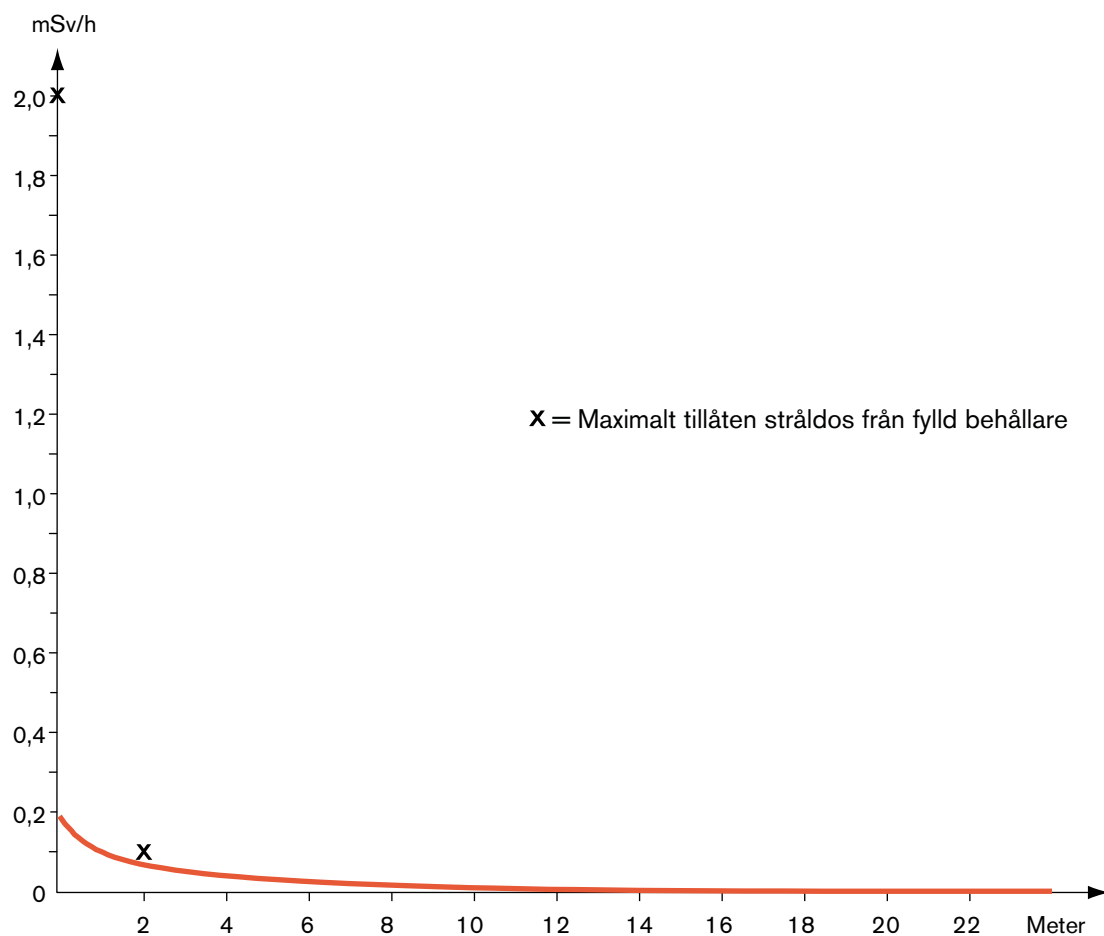
Lagstiftningen om säkerhetsrådgivare för transport av farligt gods kan huvudsakligen sammanfattas i följande punkter:

- Alla som i sin verksamhet utför transporter av farligt gods eller som avsänder farligt gods, ska ha en eller flera säkerhetsrådgivare som har till uppgift att, under verksamhetsledningens ansvar, vidta erforderliga åtgärder så att olyckor i samband med farligt gods förebyggs.
- Säkerhetsrådgivaren ska bland annat se till att bestämmelser om transport av farligt gods följs, ge råd om verksamhet som rör transport av farligt gods och årligen till verksamhetsledningen överlämna en rapport om den verksamhet som rör transport av farligt gods och i övrigt tillse att verksamheten har system och metoder för farligt godsarbete.
- Om olycka eller tillbud inträffat ska säkerhetsrådgivaren upprätta och överlämna en rapport till ledningen för verksamheten. Ledningen ska snarast till Räddningsverket lämna upplysningar om händelsen och orsaken till händelsen samt skador och effekter i övrigt.

SKB har sedan 1999 en säkerhetsrådgivare som genomgått Räddningsverkets föreskrivna utbildning med godkänt resultat. Säkerhetsrådgivaren är placerad på den avdelning som hanterar transporter av radioaktivt avfall. Dessutom är han rådgivare vid alla andra typer av transport av farligt avfall inom SKB. Det senare är dock av relativt liten omfattning /11/.

Strålskydd

Före transport av använt kärnbränsle till djupförvaret mäts strålningsnivåerna på den fyllda, tillslutna behållaren. Alla behållare ska uppfylla de ovan angivna villkoren beträffande strålningsnivåer (se avsnitt 4.2.2) och det kommer därför inte att vara aktuellt med några ytterligare strålskärningsåtgärder under transporter. Utrustning för strålningsmätning ska alltid finnas tillgänglig under transporter. Vid en eventuell olycka under transport, kommer strålningsmätningar att vara en central del för att avgöra att transportbehållarna inte skadats så mycket att strålskärningsförmågan försämrats. Skulle någon misstanke om förhöjd strålning från behållaren uppkomma ska, i överensstämmelse med transportbestämmelserna, strålskyddsexpertis inkallas. Vid eventuellt förhöjda strålningsnivåer i samband med en olycka ska i första hand vistelsetiden i behållarens närhet reduceras till ett minimum, eftersom strålningen snabbt avtar med avståndet från källan, se figur 4-5.



Figur 4-5. Strålningen på olika avstånd från en fylld transportbehållare.

Erfarenheterna från dagens transporter till CLAB, visar att systemet kan utformas så att den faktiska stråldosen till personalen ligger långt under gränsvärdena. Som exempel kan nämnas att besättningen på fartyget M/S Sigyn utsätts för lägre stråldoser än vad en svensk i allmänhet erhåller. Orsaken är att strålningsnivåerna generellt sett är lägre till havs än på land och att strålningen från behållarna inte har uppvägt den lägre bakgrundsnivån.

Brandskydd

Transportbehållarna är tillverkade i gjutjärn och utgör därmed i sig ingen brandrisk. De trä- eller plastmaterial som kan förekomma i behållarnas stötdämpare är inneslutna i ett stålhölje och därför svårantändliga. Stötdämparna medverkar snarare till att höja brandskyddet genom att isolera mot värmestrålningen från en eventuell brand i behållarens närhet. Kapslarna med använt kärnbränsle inuti transportbehållarna består inte heller av brännbart material. I övrigt ingår endast mycket små mängder brännbara ämnen i lasten, förutom fordonens bränsle, under transportererna på land och till sjöss.

Vid sjötransport bekämpas en brand med fartygets egna brandsläckningssystem, som har tillräcklig kapacitet för att släcka en brand som uppkommer ombord. Transportbehållarna är dimensionerade för att klara en häftig brand under relativt lång tid. Även om deras täthet efter ett långt brandförlopp skulle gå förlorad, kvarstår den viktigaste egenskapen

att innesluta kapseln som i sig är tät och avskärma dess strålning. I hamnar och under väg/järnvägstransporter ska brandbekämpningsutrustning finnas tillgänglig. I övrigt gäller samma krav som vid ordinarie hamnverksamhet respektive väg/järnvägstransporter. Vilka tekniska system som behöver användas för att uppfylla dessa krav, bestäms i ett senare skede.

Fysiskt skydd

Kravet på fysiskt skydd avser transporter av kärnämne, och syftar ytterst till att förhindra stöld av klyvbart material. Det använda bränslet räknas i detta sammanhang som kärnämne även när det är inkapslat. Tillsynsmyndighet vad gäller fysiskt skydd är SKI. SKB svarar för etableringen av det fysiska skyddet i samband med transporter till ett djupförvar enligt SKI:s föreskrifter. Det fysiska skyddet utformas för att förhindra stöld och bortförande av transportbehållare och för att förhindra avsiktlig åverkan på transportbehållare, som skulle kunna skada innehållet och /eller medföra fara för omgivningen.

Det system för kommunikation och övervakning som tillämpas vid dagens transporter av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall uppfyller dels kraven på fysiskt skydd, dels SKB:s och driftorganisationernas behov av kommunikation och uppföljning under pågående transporter. Systemet består av en kombination av tekniska och administrativa åtgärder, som dels fysiskt skyddar godset, dels möjliggör snabb upptäckt och larm, om något onormalt förhållande uppstår.

Det exakta utförandet utgör sekretessbelagd information. Sekretessen, som i sig är säkerhetshöjande, gäller sådant som rapporteringsrutiner, tekniska övervakningssystem med mera. Däremot varken kan eller behöver själva transporterna och transporttiderna hemlighållas.

Bevakning och kommunikation

Transportledning och kommunikationer under transporterna från inkapslingsanläggningen till djupförvaret blir till en del beroende av var djupförvaret lokaliseras. De tekniska lösningar som är moderna idag kommer också med all säkerhet att utvecklas och kanske vara ersatta av något annat, den dag verksamheten kommer igång.

Syftet med de lösningar som kommer att väljas blir dock till stora delar detsamma som idag, det vill säga att på ett kontrollerat sätt genomföra planerade transporter, utan onödigt krångel och minsta möjliga risk för att störningar av något slag ska drabba vare sig de transporterade bränslebehållarna eller allmänheten. Den beskrivning som ges här bygger på det befintliga systemet för transporter från kärnkraftverken till CLAB och SFR.

Behållarna står under kontinuerlig uppsikt av en behållaransvarig person, som även fungerar som transportledare. Transportledaren följer med lasten under landtransporten och står i förbindelse med en transportledningscentral. Arbetet kan delas på flera personer varvid överlämning sker enligt fastställda rutiner. Under fartygstransporten har befälhavaren ansvaret för behållarna. All hantering av behållare i hamnar och vid eventuell mellanlagring görs inom inhägnat område dit endast behörig personal äger tillträde.

I normalfallet finns inte något behov av ytterligare bevakning av fartyget under sjötransport eller tåget under den vidare landtransporten till djupförvaret. Om det finns skäl till förhöjd beredskap, ska transportledaren i samråd med transportledningscentralen kunna vidta åtgärder, till exempel kalla in bevakningspersonal eller polis.

Transportledningscentralen bemannas med personal med kunskap och befogenheter att exempelvis larma polisen, och har alltid tillgång till aktuell information om pågående transporter.

Olycksberedskap

SKB måste ha en beredskap för att hantera olika typer av händelser, olyckor, störningar, hot med mera. Den fysiska beredskapen är tillgodosedd dels via anläggningarnas beredskapsorganisationer, dels genom transporterens system för fysiskt skydd. Däremot kommer en onormal händelse vid transporter med använt kärnbränsle att kräva snabb information till berörda och till övrig allmänhet. För detta ändamål har SKB en beredskapsorganisation som kan träda i funktion.

Om en olycka inträffar ska SKB medverka till att alla åtgärder vidtas för att begränsa konsekvenserna. För att underlätta för samhällets organ att agera i händelse av störning, larm eller olycka, ska tillräcklig information om transporter i förväg lämnas till lokala polismyndigheter, lokal räddningstjänst, brandkåren i berörda kommuner och länsstyrelsen i berört län. Dessa instanser ska således ha kännedom om vilka transportbestämmelser och godskategorier som är aktuella, samt om lämpliga åtgärder i händelse av en olycka.

Information om centrala myndigheters ansvarsområden (SSI och SKI) samt telefonnummer till SKB och andra företag och myndigheter, som kan vara behjälpliga vid bedömning av en onormal situation, ska finnas tillgängliga. SKB är skyldig att tillhandahålla användbar information, medan de samhälleliga instanserna själva svarar för sin insatsplanering.

Övningar behöver hållas med vissa mellanrum, för att olycksberedskapen ska hållas aktuell och ändamålsenlig.

5 Olyckor vid transport av radioaktiva ämnen

5.1 Säkerhet mot missöden och olyckor under transport

För att åstadkomma ett säkert system för transporter till djupförvaret vidtas förebyggande åtgärder med syfte att hålla risken för varje slags olycka på en mycket låg nivå. Genom att minska risken för ”normala” störningar och incidenter, åstadkommer man samtidigt att sannolikheten för allvarliga olyckor reduceras ytterligare. Olyckor som skulle riskera att skada det transporterade godset motverkas med tekniska åtgärder. Förebyggande åtgärder kan också vidtas genom att till exempel begränsa mängden brännbart material längs den aktuella transportsträckan och genom att tillse att rutten för ett fartyg inte passerar över större djup än vad transportbehållarna är dimensionerade för. Extrema händelseförlopp, även om de är mycket osannolika, analyseras, och vid behov vidtas åtgärder för att mildra konsekvenserna av en analyserad tänkbar olycka.

5.1.1 Transportbehållarens säkerhetsegenskaper

Mekanisk hållfasthet

Transportbehållarens uppgifter under transport är att skydda kapseln och att utgöra strålskärm. Fallet från nio meter mot ett stumt underlag som ingår i testkraven för en B-behållare, innebär ett test där maximal energiupptagning vid träffen sker i själva behållaren. I en verklig kollisions- eller fallolycka kommer istället en stor del av energin att tas upp av dragfordon, vagn, lastbärare och markytan. Dessa kommer att kunna deformeras mycket utan att själva behållaren skadas nämnvärt. Den del av behållaren som är konstruerad för att uppta krafter i händelse av en olycka kan deformeras utan att själva behållarkroppen tar skada. Vidare är förekommande naturliga och skapade ytor (som asfalt, grus, hus, bergknallar) inte några stumma underlag och tar därför upp en stor del av den energi som utvecklas vid ett fall. Detta innebär, att de krafter som kan påverka behållaren vid fall från högsta tänkbara höjd (under hantering eller vid fall från hög bro eller viadukt) samt vid kollision i de hastigheter som kan förväntas understiger dem som förekommer vid ett fallprov.

Värmetålighet

Vid en brand i behållarens omedelbara närhet kommer behållarens insida att värmas upp endast långsamt, och inte till temperaturer i närheten av brandtemperaturen, tack vare behållarens stora vikt. Noggranna beräkningar på förloppet vid en brand enligt IAEA:s testspecifikationer (800 grader i minst 30 minuter) kommer att återfinnas i behållarens säkerhetsrapport, som tas fram före tillverkning.

Som jämförelseexempel kan nämnas en beräkning för en snarlik behållare (avsedd för använda bränsleelement) som utsätts för brand under 30 minuter och 800°C. Temperaturen på behållarens inneryta ökar cirka 80 grader och bränsleelementens temperatur ökar cirka 30 grader. Dessa maximitemperaturer uppnås först åtskilliga timmar efter att branden släckts, eftersom temperaturutjämningen sker långsamt i den stora massan.

5.1.2 Säkerhet mot fartygsolyckor

Det primära skyddet för det transporterade godset utgörs i alla lägen av transportbehållaren. Den är under sjötransporten surrad i lastrummet, och surringarna kontrolleras av en ansvarig besättningsman. Surringssystemet är dimensionerat för de tänkbara krafter som kan påverka behållaren under sjötransporten. Risken för att en behållare ska kunna komma loss i lastrummet måste betraktas som obefintlig under normal drift.

Kollisioner och grundstötningar förekommer i sjöfarten. Endast en liten del av alla sådana olyckor betraktas som allvarliga, och mycket få leder till förlust av fartyget eller lasten.Utförliga analyser har gjorts av M/S Sigyns motståndskraft mot kollisioner och grundstötningar. Risken att alls råka ut för olyckor av detta slag minskas genom att fartyget är utrustat med dubbla och av varandra oberoende framdrivningssystem, styrsystem, radar- och navigationssystem, som moderniseras successivt. Detta gör sammantaget att risken för olyckor ute till havs är liten. I inseglingleder och i hamnar finns en viss risk för grundkänningar, men de påkänningar som fartyget då kan råka ut för understiger med god marginal de som krävs för att lastrummet och lasten ska påverkas.

Fartyget har dubbel bordläggning, dubbel botten och dubblerade system ombord. Detta innebär att en kollision i de farter och med de fartygsstorlekar som normalt förekommer, inte heller äventyrar vare sig fartygets överlevnad eller lastens integritet.

En van och kompetent besättning, samt ett välplanerat återkommande underhåll av fartyget bidrar också till att minska riskerna för olyckor. Huvudkonsekvensen av en skada på fartyget är avbrott i driften av transportererna.

5.1.3 Säkerhet mot olyckor under landtransport

Landtransporterna består dels av förflyttningar med terminalfordon i hamnarna, dels av järnvägstransport eller landsvägstransport till slutdestinationen vid djupförvaret. Fordonstransporter förekommer idag vid varje transport av bränsle och avfall, och några incidenter som påverkat behållarna har inte inträffat.

Såväl terminalfordon som lyftutrustningar förses med säkerhetsfunktioner som dubbelrade bromssystem med mera. De lyfthöjder som förekommer vid lastning och lossning understiger dem som behållaren är dimensionerad att klara. Behållaren förlorar således inte sin täthet vid haveri på lyftutrustning eller vid fall i vattnet från kajen.

De olycksrisker som kan finnas under landtransporter, består i huvudsak av risker för kollisioner eller att fordonet välter på grund av dikeskörning eller urspårning. Vanliga olyckor som viltolyckor kan inte innebära någon risk för att ekipage av den vikt som blir aktuell välter. Risken för störningar på grund av den normala allmänna trafiken är mindre vid järnvägstransporter än vid landsvägstransporter.

Risken för urspårning vid järnvägstransport är störst på bangårdar, vid växling med mera, men den är inte försumbar för övriga bandelar. Den aktuella bansträckan kommer att analyseras med avseende på eventuella obehållade korsningar, broar med mera. Om risknivån i något avseende visar sig inte vara tillfredsställande eller om någon riskabel passage identifieras, kommer åtgärder att vidtas innan transportverksamheten inleds.

Första skyddet för lasten vid kollision eller urspårning utgörs av själva järnvägsvagnen. Vid en allvarlig olycka kan vagnens hållfasthet inte tillgodoräknas, utan behållaren måste själv klara de påkänningar som blir aktuella. Med kännedom om typ B-behållares hållfast-

het konstateras att ingen rimligt förutsebar olycka beräknas leda till att behållaren förlorar sin strålskärmande förmåga. Detta innebär att havererade järnvägsvagnar med last, eller losslitna behållare, kan bärgas med konventionella metoder.

5.1.4 Säkerhet mot operatörsfel

Ett transportsystem måste tåla ett visst mått av felhandlande. Ett enstaka misstag leder i regel inte till någon olycka, eftersom andra åtgärder korrigerar detta. För att en allvarlig olycka ska inträffa fordras att flera olika felfunktioner inträffar samtidigt eller i tät följd.

Felgrepp och misstag måste man räkna med i alla mänskliga verksamheter. Nästan alla olyckshändelser beror mer eller mindre direkt på mänskliga misstag. Har man inte gjort en felaktig manöver, har man kanske underlåtit att vidta en nödvändig åtgärd. Det kan även vara fråga om utebliven eller felaktigt utförd kontroll, olämplig konstruktion eller felaktigt material, utebliven eller vilseledande rapportering eller bara bristande förutseende. Om en olycka inträffat utan att någon gjort något direkt fel, har antagligen organisationen varit olämplig, antingen så att ingen tilldelats ansvaret för att vidta en viss åtgärd, eller så att den som skulle utföra arbetsuppgiften inte varit kompetent för den. En mycket liten bråkdel av alla olyckor orsakas av enbart naturliga fenomen, oförutsebara slumpmässiga eller oförklarliga omständigheter, force majeure.

De händelser som kan uppstå på grund av direkta operatörsfel skiljer sig inte från händelser som har mera långsökta orsaker. Inga allvarliga missöden har inträffat i den nuvarande transportverksamheten, även om mindre allvarliga fel begås här som i annat arbete. Analyser av inträffade fel innebär en erfarenhetsåterföring som leder till att säkerheten successivt ökar.

5.1.5 Åtgärder i händelse av transportmissöden

Landtransport

Om en allvarlig olycka inträffar, till exempel en kollision mellan tåg och bil, är det första som ska göras att rädda människoliv samt larma räddningstjänsten, som vid varje annan olycka vilken som helst. Utöver detta ska transportledningscentralen omgående informeras. En av de första åtgärderna på platsen är att förvissa sig om att det inte finns någon risk för frigörelse av radioaktivitet eller någon förhöjd strålning på olycksplatsen. Utrustning för strålningsmätning ska alltid finnas tillgänglig vid transportererna. Om ingen radiologisk risk föreligger kan bärgningsarbetet påbörjas. Om järnvägsvagnar havererat kan det ta tid att bärga de tunga behållarna, till exempel om mobilkran behöver kallas till platsen. En bärgning sker så snart detta är möjligt med upprätthållande av säkerhet för allmänhet och personal. Vilka avspärningar som kan behövas är polisens sak att bedöma.

Om mätningar visar att det trots allt finns en förhöjd strålning vid olycksplatsen, eller om läget är oklart, ska en tydlig avspärning göras. Strålningsintensiteten avtar snabbt med avståndet från källan (se avsnitt 4.3.3). Om det påvisas strålning av låg intensitet får det inte utgöra ett hinder för livräddande eller brandbekämpande åtgärder. Så snart som möjligt tillkallas strålskyddspersonal från djupförvaret eller närmast belägna kärnkraftverk. Även SSI-personal kontaktas, för att göra sin bedömning av olyckans omfattning och behovet av åtgärder. Man kan till exempel vilja ytterligare täcka över en losslitna behållare där den ligger, innan bärgning påbörjas.

Vid en olycka är det transportledningscentralens första uppgifter att se till att räddningstjänst och/eller polis kallas till olycksplatsen, samt att ordna så att personer i ansvarig ställning vid djupförvaret kallas in för att kunna ge kvalificerad information till media och allmänhet. Vidare ska bland andra SSI meddelas, även om inga radiologiska risker föreligger. Kontakt- och larmningslistor skall finnas i transportledningscentralen. Det är viktigt i en olyckssituation att korrekt information lämnas, eftersom ett överdrivet pådrag kan orsaka mer skada än händelsen i sig själv.

Sjötransport

Vid ett haveri eller tillbud till sjöss larmas transportledningscentralen omgående. Om fara för människoliv föreligger informerar befälhavaren rederiet, transportledningscentralen samt närmaste kustradiostation för larm till sjöräddningen. Transportledningscentralen upprättar kontakter med andra instanser vilkas hjälp kan behövas, om det finns risk för skada på transportbehållare med innehåll. Rederiet informerar Sjöfartsinspektionen, försäkringsbolag och klassificeringssällskap. Om fartyget behöver assistans, vidtas sådana åtgärder i samråd med Sjöfartsinspektionen.

Utrustning för mätning av strålning samt personal som utbildats för detta finns alltid ombord på fartyget. I övrigt gäller samma förhållanden som vid en olycka på land, till exempel avseende behovet av snabb och korrekt information.

5.2 Tänkbara olyckor vid transporter till ett djupförvar

5.2.1 Sjötransporter

Händelser under en sjötransport som skulle kunna påverka transportbehållarna innefattar:

- Olyckor i samband med lastning och lossning (fordon och/eller behållare överbord).
- Grundstötning av fartyg.
- Fartygskollision.

Grundstötningar kan inte ge upphov till sådana krafter att behållarna i lastrummet påverkas. En grundstötning ger således inga skador på lasten. Fartygskollisioner kan ge skador på fartyget, men sannolikheten för att den dubbla bordläggningen ska penetreras är låg. Ett antal händelseförlopp med allvarliga fartygsolyckor har analyserats enligt följande /10/:

- Kraftig fartygskollision som leder till mekanisk påverkan på last i lastrummet.
- Fartygsolycka som leder till att fartyget sjunker.
- Fartygsolycka som leder till att behållare faller överbord och sjunker.
- Långvarig och omfattande brand på fartyget.

Konsekvenserna av denna typ av fartygsolyckor beskrivs kortfattat nedan.

Mekanisk påverkan på behållare i lastrummet

En allvarlig kollision, som medför att ett annat fartyg tränger in i lastrummet, innebär att transportbehållaren kan skadas. Den täta kopparkapseln ska dock säkerställa att bränslelementen inte kommer i kontakt med omgivningen. Skulle påverkan vara så stor att både behållare och kapsel skadas allvarligt kan emellertid även bränsleelementen inuti kapseln bli skadade. Detta leder i sin tur till en frigörelse av den radioaktiva ädelgasen krypton-85, vilket vid ogynnsamma väderleksförhållanden kan leda till att en person på fem kilometers avstånd i vindriktningen under hela olycksförloppet utsätts för en stråldos beräknad till 5×10^{-6} mSv vilket motsvarar vad som erhålls under några minuter från den naturliga bakgrundsstrålningen.

Behållare faller överbord och sjunker, eller fartyg med behållare sjunker

En transportbehållare som faller till havets botten kan skadas vid slaget mot botten, så att vatten tränger in. Om kapseln och bränslet skadas påbörjas en långsam utlakning av bränslematerial som fortgår tills bärgning sker. Utlakningen innebär att den radioaktiva ädelgasen krypton-85 kommer ut i vattnet och sprids vidare till luften. Dessutom kan en långsam utlakning av cesium äga rum. Utspädningen i havsvattnet leder dock till att koncentrationerna av dessa ämnen blir mycket låga. Om hela fartyg sjunker blir skadorna på behållarna inte värre än om en transportbehållare sjunker.

Långvarig och omfattande brand på fartyget

En kollision med ett fartyg lastat med brandfarligt material, till exempel ett tankfartyg, kan leda till en långvarig och häftig brand ombord på båda fartygen om de inte kan separeras efter kollisionen. En brand ger i sig inte upphov till utsläpp av radioaktivitet, eftersom kapseln tål upphettning. Dessutom stiger temperaturen inuti transportbehållaren endast långsamt, på grund av dess stora massa som gör att det tar lång tid att värma upp materialet. Händelsen får en radiologisk konsekvens endast om en behållare blivit skadad till följd av kollisionen och att den därefter utsätts för en långvarig brand.

Konsekvenserna, utöver de som beskrivits ovan för mekaniskt skadad behållare, är att cesium kan frigöras vid temperaturer upp mot 600 grader. Detta kan i så fall leda till att en person på fem kilometers avstånd i vindriktningen vid ogynnsamma väderleksförhållanden får en stråldos beräknad till 3×10^{-4} mSv vilket motsvarar vad som erhålls under några timmar från den naturliga bakgrundsstrålningen.

5.2.2 Landtransporter

Landtransporter förekommer dels vid hantering med terminalfordon, dels vid transporter på järnväg eller på landsväg. Följande olyckor har analyserats /10/:

- En behållare faller när den lyfts.
- En behållare faller från fordon eller järnvägsvagn.
- Kollision med vägfordon.
- Kollision med tåg.
- Ursparning av tåg.
- Ett föremål faller på behållaren.

Ingen av dessa olyckor leder enligt den gjorda analysen till några utsläpp av radioaktivitet. För konsekvenser i form av frigörelse av radioaktivitet krävs:

- Extrema olyckor som ger mycket höga mekaniska påkänningar på behållaren.
- Extrema olyckor som ger upphov till brand som påverkar behållaren under lång tid.

Beroende på förloppet av och omständigheterna kring dessa extrema olyckor blir förutsättningarna för att dessa ska leda till frigörelse av radioaktivitet olika.

Mekanisk påverkan på transportbehållare och kapsel

De flesta typer av olyckor med mekanisk påverkan på transportbehållare medför inte att dess täthet påverkas. Detta är till exempel fallet vid urspårning, kollision med stillastående föremål eller om ekipaget kör i diket eller välter. Inte heller om ekipaget kolliderar med mötande eller korsande trafik och behållaren lossnar på grund av belastningen, blir påverkan sådan att dess täthet påverkas. Behållaren tål kollision med största tänkbara fordon utan att bli otät. Som ett ytterligare skydd finns dessutom kapselns täthet som säkerställer att bränslet inte avger några radioaktiva ämnen vid sådana händelser.

Någon olycka där både behållare och kapsel krossas har inte gått att identifiera. Ett hypotetiskt fall där detta rent teoretiskt skulle inträffa har ändå studerats. En sådan händelse skulle för en person på en kilometers avstånd i vindriktningen och vid ogynnsamma väderleksförhållanden beräkningsmässigt ge en individdos på cirka 5×10^{-5} mSv. Detta är mindre än vad som erhålls från naturlig bakgrundsstrålning under en timme.

För att ge en uppfattning av hur stor individdosen maximalt kan bli på nära avstånd från en läckande behållare under ogynnsamma förhållanden, kan en jämförelse göras med beräkningar av motsvarande hypotetiska fall i en nedfartstunnel till djupförvaret. För en person som vistas i en timme i tunneln (d v s betydligt längre tid än vad det skulle ta att utrymma närliggande fastigheter vid en landtransport) skulle dosen vid en läckande behållare maximalt uppgå till 4×10^{-2} mSv /12/.

Långvarig brand

En brand ger, liksom i fallet med sjötransporter, i sig inte upphov till utsläpp av radioaktivitet, utan måste kombineras med mekaniska skador på behållare och kapsel. En hypotetisk olycka enligt beskrivningen ovan med en krossad behållare i kombination med en brand skulle beräkningsmässigt kunna leda till en individdos på maximalt 2×10^{-4} mSv, det vill säga samma nivå som erhålls under några timmar från naturlig bakgrundsstrålning.

5.2.3 Sammanfattning

Sammanfattningsvis kan man konstatera att det krävs extrema olyckor vid såväl sjö- som landtransporter för att transportbehållare och kapsel ska skadas på ett sådant sätt att aktivitet kan frigöras. Sannolikheten för sådana typer av olyckor bedöms som mycket låg. En sådan frigörelse av radioaktivitet leder dessutom till mycket begränsad påverkan på personer i omgivningen. Individdoserna vid sådana olyckor uppgår maximalt till samma nivåer som erhålls under någon eller några timmar från naturlig bakgrundsstrålning. Det ska framhållas att en brand endast kan orsaka utsläpp av radioaktivitet om transportbehållaren redan har skadats på grund av mekanisk påverkan. Det tar också mycket lång tid att uppnå sådana temperaturer i behållaren att det förorsakar utsläpp av radioaktivt cesium. Under den tiden kommer, vid en eventuell extrem olycka, givetvis motåtgärder att vidtas så att konsekvenserna av olyckan minimeras vad gäller utsläpp och skador på människa, miljö och egendom. Erfarenheter från mer än 15 års transporter visar att inga utsläpp på grund av olyckor har skett.

6 Erfarenheter

6.1 Sverige

6.1.1 Transporterade mängder

Som nämndes i avsnitt 4.2.1 är det SKI som ger tillstånd för transport av kärnämnen medan SSI är tillståndsmyndighet för transporter av annat radioaktivt gods. Som kärnämne, det vill säga klyvbart material, räknas framförallt färskt och använt kärnbränsle, men också råvaror för bränsletillverkning. Strålningen från dessa produkter varierar starkt, från det färskt oanvända bränslet som avger mycket liten strålning till det högaktiva använda kärnbränslet.

Varje år byts cirka en femtedel av bränsleelementen i ett kärnkraftverk. Det betyder att i runda tal 20 ton färskt bränsle i form av urandioxid transporteras till en svensk reaktor varje år. Det färskt kärnbränslet levereras antingen från Westinghouse Atom AB:s bränslefabrik i Västerås eller från någon utländsk leverantör. Inhemska transporter sker med lastbil och internationella transporter sker med fartyg till svensk hamn och därefter med lastbil. Även exporten från Westinghouse Atom AB sker med lastbil och fartyg.

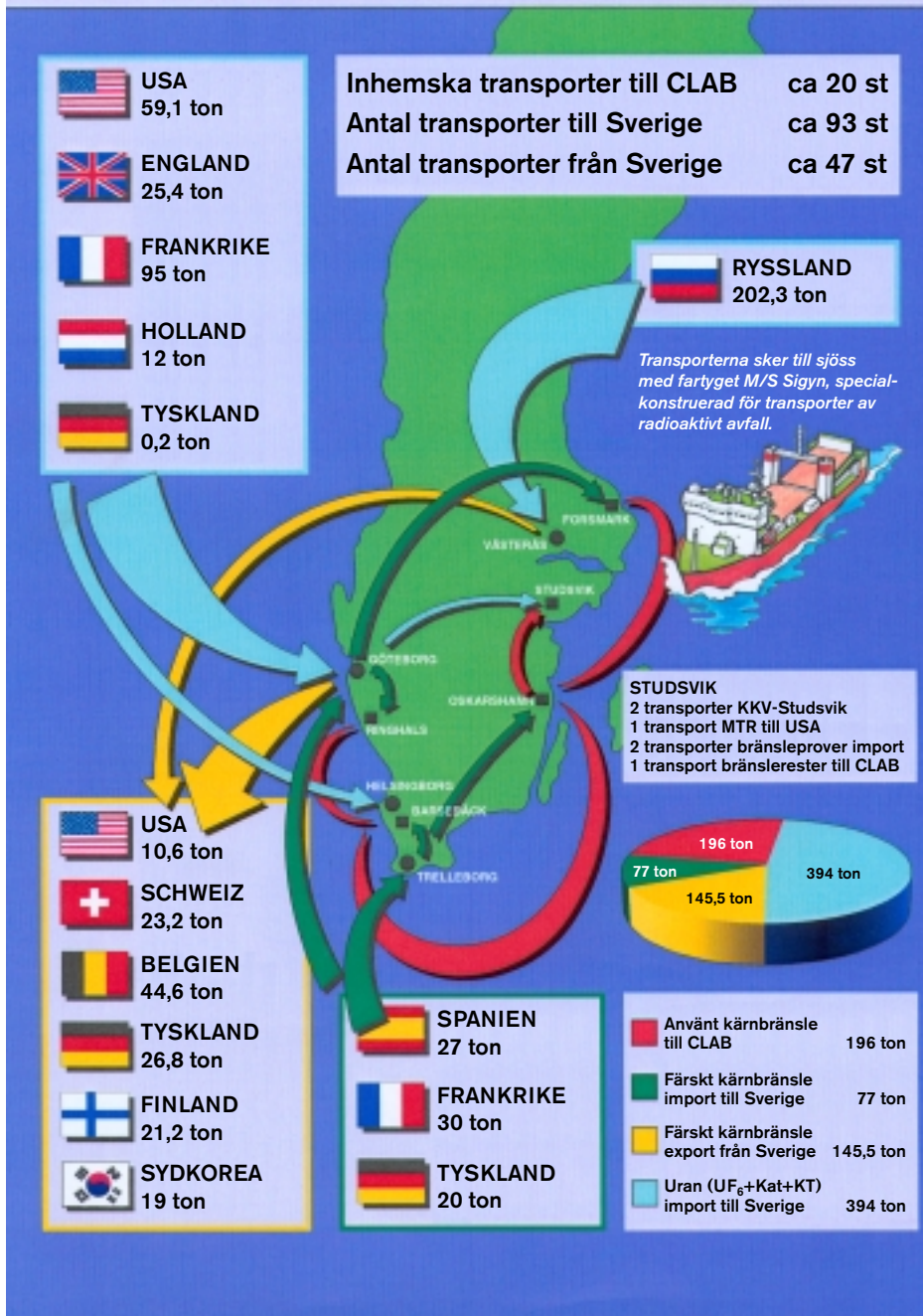
Som råvara till bränsletillverkningen i Västerås används uranhexafluorid. År 1998 transporterades 229 stycken behållare med cirka 2,3 ton uranhexafluorid i varje. Även uranhexafluoriden transporteras med fartyg och lastbil /13/.

Övrigt klyvbart material som transporteras på svenskt territorium är framförallt färskt respektive använt bränsle till och från materialprovvningsreaktorn i Studsvik och bestrållade bränsleprover till Studsvik för undersökning. Någon eller några gånger per år skickas mindre kvantiteter använt kärnbränsle på landsväg från svenska kärnkraftverk till Studsvik för undersökningar och tester. I figur 6-1 illustreras transporterna av kärnämne i Sverige till lands och till sjöss under ett normalt år.

Transporter av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från kärnkraftverken sker på M/S Sigyn till CLAB och SFR. Årligen körs cirka 80–100 transportbehållare med använt kärnbränsle från kärnkraftverken till CLAB och ungefär lika många transporter med radioaktivt avfall till SFR.

Annat radioaktivt gods som transporteras i Sverige utgörs bland annat av radioaktiva ämnen för diagnostik och terapi vid de större universitets- och regionsjukhusen. Detta material importerar i regel med flyg för vidare transport på landsväg till det aktuella sjukhuset. Transportkollina är i regel små, men kan ändå innehålla stora mängder radioaktivitet. På grund av de små volymerna sker idag alla dessa transporter på landsväg av ekonomiska skäl. SSI beräknar att drygt 10 000 sådana transporter äger rum varje år. Också inom industrin används olika typer av radioaktiva strålkällor. Antalet transporter för dessa ändamål beräknas uppgå till ett tusental per år.

Transport av kärnämne i Sverige under ett normalår



Figur 6-1. Transportflöden av kärnämne till lands och sjöss i Sverige.

Vid Studsvik utanför Nyköping finns bland annat två forskningsreaktorer och behandlingsanläggningar för lågaktivt avfall. Många olika typer av radioaktivt gods transporteras till och från Studsvik: kärnavfall, annat radioaktivt avfall, använt kärnbränsle, radioisotoper för medicinsk och industriell användning med mera. Till och från anläggningen går cirka två transporter per dag. Dessa kan utföras med en kombination av transportsätt, men den sista sträckan sker oftast på landsväg, eftersom större hamn och järnväg saknas vid Studsviksanläggningen. En möjlighet som nyttjas är tågtransporter till Norrköping för omlastning och vidare landsvägstransport till Studsvik. Avfall för slutförvaring i SFR i Forsmark transporteras med *M/S Sigyn* från Studsviks hamn.

6.1.2 Tillbud och olyckor

Det sker mycket få olyckor och tillbud med radioaktiva ämnen vid transporter. Till för några år sedan förekom det att behållare med radioaktivt material till sjukhusen skadades i samband med lastning eller lossning, i vissa fall med mindre läckage av radioaktivitet som följd. Denna typ av olyckor har emellertid inte rapporterats under de senaste åren. En genomgång av Räddningsverkets statistik över transportolyckor där räddningstjänst kallats till platsen visar att två sådana inträffat med radioaktivt gods sedan 1996. Den ena, som inträffade 1997 skedde i samband med lastning/lossning av gods vid en industri. En behållare med radioaktivt gods tappades i golvet. Efterföljande mätningar visade att behållare var hel och att strålningsnivåerna på ytan låg väl under de gränsvärden som gäller vid transporter. Vid den andra händelsen, som inträffade 1998, uppstod en brand i ett tåg som bland annat var lastat med radioaktivt gods. Lasten kunde dock föras bort från tåget utan att hotas av den uppkomna branden.

SKB har vid sina transporter av använt kärnbränsle med M/S Sigyn haft kontamination av först transportbehållare, och senare av de lastbärare som används vid transport av behållarna. Radioaktiviteten har förekommit punktvis och i små mängder. Hur detta helt ska undvikas i framtiden utreds för närvarande /11/.

6.2 Internationellt

6.2.1 Tyskland

I Tyskland finns statistik specifikt för transport av använt kärnbränsle skilt från statistik kring övrigt radioaktivt material. Under tjugofemårsperioden 1972–1997 genomfördes 1 562 transporter av använt kärnbränsle inom Tyskland /4/. En stor del av dessa gick till uppberetningsanläggningarna i Sellafield i England och La Hague i Frankrike. För några år sedan spårade ett tåg med använt kärnbränsle från Tyskland på väg till uppberetningsanläggningen i La Hague ur strax efter gränsen till Frankrike. Olyckan ledde inte till några radioaktiva utsläpp och vagnarna, som delvis stod kvar på spåret var helt oskadade. I övrigt har inga olyckor rapporterats under perioden.

Motståndet mot kärnkraft har i flera fall lett till omfattande demonstrationer, med förseningar av transportererna med kärnavfall och stora polisinsatser som följd.

6.2.2 USA

I USA sker årligen totalt cirka två miljoner transporter av radioaktivt material. Den övervägande delen är industriellt material som transporteras i mindre mängder i behållare som inte dimensionerats för att tåla allt för stora påfrestningar. Ungefär 300 behållare med använt kärnbränsle transporteras årligen på landsväg eller järnväg /4/.

Alla olyckor och tillbud rapporteras till myndigheterna. Olyckorna klassificeras enligt följande indelning:

- Transportolycka (olycka som berör transportfordonet).
- Hanteringsolycka (olycka vid lastning, lossning etc).
- Transportincident (annan händelse där gränsvärdet för radioaktivitet överskrids eller misstänks överskridas).
- Saknat eller stulet material.

Under perioden 1971 till 1997 rapporterades 373 transportolyckor, 270 hanteringsolyckor, 864 transportincidenter och 206 fall av saknat eller stulet material.

Transportbehållarna är indelade i tre klasser (jämför avsnitt 4.2.2.); industriella, typ A och typ B. Använt kärnbränsle transporteras alltid i transportbehållare typ B. I tabell 6-1 redovisas antalet olyckor med respektive behållartyp. En transport och därmed också en olycka kan omfatta flera transportbehållare.

Olyckorna med industriella och typ A förpackningar behöver inte leda till allvarliga radiologiska konsekvenser, eftersom kvantiteterna oftast är små. Av de 60 olyckor som rapporterats med typ B-behållare rörde åtta använt kärnbränsle. Inte i något fall har olyckan lett till förhöjd stråldos eller utsläpp av radioaktivitet. Den allvarligaste och mest omtalade olyckan inträffade 1971 när en lastbil tappade en typ B-behållare med använt kärnbränsle. Behållaren hamnade vid sidan av vägen. Det gick inte att påvisa några förhöjda stråldoser eller utsläpp av radioaktivitet från olyckan.

Tabell 6-1. Olyckor vid transport av radioaktivt material i USA

Förpackning	Antal olyckor	Antal berörda förpackningar	Antal skadade förpackningar	Antal skadade förpackningar med förlust av strålskydd
Industriell	50	1 391	66	24
Typ A	231	2 361	82	64
Typ B	60	93	0	0

Storbritannien

I Storbritannien hade under 20 år fram till 1997 använt kärnbränsle transporterats till uppberedningsanläggningen i Sellafield motsvarande cirka 16 miljoner behållarkilometer till sjöss och cirka 180 000 behållarkilometer på land /4/. Liksom i USA sker det i Storbritannien en uppföljning av alla olyckor med radioaktivt gods. Enligt rapportering från 1995 hade 60 transportolyckor med typ B-behållare innehållande använt kärnbränsle skett sedan transportererna inleddes. Ingen av dessa hade lett till sådana skador på behållaren att gränsvärdena för strålning överskreds.

7 Slutsatser

SKB har som en komplettering till förstudierna i Tierps och Älvkarleby kommuner genomfört en utredning av transporter av farligt gods och då särskilt transport av radioaktivt gods och använt kärnbränsle. En lokalisering av ett djupförvar till Tierps kommun skulle innebära att transportbehållare med använt kärnbränsle måste transporteras på land till platsen för djupförvaret. Det finns i Sverige en omfattande erfarenhet från landtransporter av farligt gods och även av radioaktivt gods bland annat till de större sjukhusen. Det förekommer endast mycket få transporter i mindre kvantiteter på land av använt kärnbränsle. Internationellt finns omfattande erfarenheter från sådana transporter, bland annat från Storbritannien, Tyskland och USA där många av transporterna med använt kärnbränsle sker på landsväg eller järnväg.

Det finns en rad internationella rekommendationer, omsatta till svensk lag och författning som reglerar verksamheten. Vidare finns det ett antal myndigheter som ska utfärda regler, övervaka deras efterlevnad, förebygga olyckor och hantera de olyckor som ändå sker både praktiskt och utredningsmässigt.

De olyckor med farligt gods som inträffar leder mycket sällan till skador på person eller egendom. Däremot kan, som skett vid några tillfällen, platsen kring olyckan behöva utrymmas vid en bärgning, något som kan leda till praktiska problem och olägenheter för dem som berörs.

Använt kärnbränsle har under mer än 15 år transporterats från de svenska kärnkraftverken till CLAB på Simpevarpshalvön i Oskarshamns kommun. Erfarenheterna från dessa transporter är mycket goda. Ett eventuellt framtida system för transporter av använt kärnbränsle som även omfattar landtransporter kommer i stor utsträckning att baseras på nuvarande transportsystem och organisation. Hur transporterna konkret ska utformas vid en eventuell lokalisering av djupförvaret till Tierps kommun kommer att utredas i detalj vid en eventuell platsundersökning i kommunen och redovisas i den miljökonsekvensbeskrivning som ingår i ansökan om att uppföra anläggningen.

Referenser

- /1/ **SKB, 2000.** Förstudie Tierp. Slutrapport. Svensk Kärnbränslehantering AB
- /2/ **SKB, 2000.** Förstudie Älvkarleby. Slutrapport. Svensk Kärnbränslehantering AB
- /3/ **SKB, 2000.** Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet. Svensk Kärnbränslehantering AB
- /4/ **Pettersson L, Ringi M, 1997.** Använt kärnbränsle – transporter. En delrapport från projektet ”Beskrivning av risk”. SKB R-97-22, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /5/ **Envall P, 1988.** Farligt gods på vägnätet – underlag för samhällsplanering. B-20-209/98, Räddningsverket
- /6/ **IAEA, 1996.** IAEA Safety standards series. Regulations for the safe transport of radioactive material. 1996 Edition (Revised). No TS-R-1 (ST-1, Revised) International Atomic Agency
- /7/ **SKB, 2000.** Systemanalys. Omhändertagande av använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden. SKB R-00-29, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /8/ **Forsgren E, Lange F, Leijon B, 2000.** Förstudie Älvkarleby. Anläggningar och transporter. SKB R-00-13, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /9/ **Forsgren E, Lange F, Milchert T, Leijon B, 1999.** Förstudie Tierp. Anläggningar och transporter. SKB R-99-60, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /10/ **Ekendahl A, Pettersson S, 1998.** Säkerheten vid transporter av inkapslat bränsle. SKB R-98-14, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /11/ **Dybeck P.** Säkerhetsrådgivare, SKB. Muntlig kommunikation.
- /12/ **Lönnerberg B, Pettersson S, 1998.** Säkerheten vid drift av djupförvaret. SKB R-98-13, Svensk Kärnbränslehantering AB
- /13/ **Hägglom E, 1999.** Risk och säkerhet vid transport av klyvbart material. Föredrag vid kurs för instruktörer inom kärnenergiområdet, november 1999. Statens Kärnkraftinspektion

Annan litteratur

Fredén S, 1999. Skyddsvagnars betydelse för säkerheten vid transport av farligt gods på järnväg.

P21-314/99, Räddningsverket

Fredén S, 1994. Om sannolikheten för järnvägsolyckor med farligt gods.

387:2, Väg- och transportforskningsinstitutet

Granefelt S, Åhlén L, 1997. Vägutformningens betydelse vid olyckor med farligt gods.

1997:87, Vägverket

Helmersson L, 1994. Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg.

387:4, Väg- och transportforskningsinstitutet

SIKA, 1998. Transporter och kommunikationer. Årsbok 1998.

ISBN 91-630-7652-7 Statens Institut för KommunikationsAnalys

SRV, 1998. Uppställning av fordon lastade med farligt gods.

P21-255/98, Räddningsverket

Strömberg M, 1997. Riskhantering och fysisk planering.

P21-175/97, Räddningsverket

Svedung I, Rasmussen J, 1997. Riskhantering i ett systemperspektiv.

P21-195/97, Räddningsverket

Hemsidor på Internet

www.alvkarleby.se

www.banverket.se

www.c.lst.se (Länsstyrelsen i Uppsala län)

www.havkom.se (Statens haverikommission)

www.jarnvagsinsp.se (Järnvägsinspektionen)

www.kustbevakningen.se

www.notisum.se (Portal för lagar, författningar m m)

www.osthammar.se (Östhammars kommun)

www.sika-institute.se (Statens institut för kommunikationsanalys)

www.sjofartsverket.se

www.skb.se

www.ski.se

www.srv.se (Räddningsverket)

www.ssi.se

www.tierp.se (Tierps kommun)

www.vagverket.se (Vägverket)

Medverkande i referensgruppen för transportutredningen

Tierps kommun

Ulf Blomqvist
Sune Klippmark
Torbjörn Lennartsson
Urban Sjin

Älvkarleby kommun

Bengt Ahlquist
Bengt Friskman
Dan Wahlström
Karl-Gerhard Wennerberg

Östhammars kommun

Lars-Erik Falk
Carl-Johan Nässén
Jonas Svensson

Frågor till och synpunkter på utredningen om transport av använt kärnbränsle och annat farligt gods

Frågor (i sammandrag) ställda av Sune Klippmark vid mötet den 21 februari 2001

1. Sjötransporter via Öregrundsgrepen in till Skutskär alt Gävle under 30–50 år – navigeringsrisker.
2. Risker vid lossning och lastning i hamnen.
3. Lastvikter i förhållande till tillåtna axellaster på järnväg respektive landsväg.
4. Bansträckning och behov av nya järnvägsspår/landsvägar contra hänsynstagande till närboende, vattentäkter, djurliv, naturvärden och miljön i övrigt.
5. Var går gränsen för maximal men säker tågtrafik?
6. Räcker elförsörjningen till på Ostkustbanan?
7. Störningar, buller, vibrationer för närboende samt olycksrisker.

Övriga frågor ställda vid mötet den 21 februari 2001

1. Hur går det till att få en transportbehållare för använt kärnbränsle godkänd?
2. Vad hade hänt om en järnvägsvagn med använt kärnbränsle funnits omedelbart intill gasoltåget som förolyckades i Borlänge?
3. Bra om utredningen kan få en lokal anknytning.

Frågor från Urban Sjelin

1. När och i vilket läge av processen kommer en berörd att mera konkret också vara berörd ur SKB perspektiv. Vad säger lagen?
2. Hur lång tid beräknas en lokaliseringsprocess av en transportväg eller en järnväg ta och hur går en sådan process till?
3. Hur görs bedömningen av när man är berörd och inte?
4. Är man berörd om man känner sig berörd eller måste berörd bo 50 meter ifrån transportleden eller räcker det att befintlig transportled får utökad trafik förbi berörd?
5. Hur mycket intrång i % får berörd tåla utan att få ersättning för intrånget?
6. Hur stort trafikflöde genererar en platsundersökning?
7. Hur stort trafikflöde genererar ett slutförvar?
8. Hur kommer det att påverka eller undantrycka övriga trafikflöden?
9. I Tyskland har miljögrupper effektivt stoppat alla transporter av kärnmaterial. Hur stor påverkan har det haft på det vanliga transportflödet och vilka kostnader har det förorsakat och vem har betalat?

10. Vilka hinder och kostnader skulle det generera i ett svenskt perspektiv och vem skulle betala?
11. Terror är i olika grad ett odemokratiskt påtryckningsmedel, hur bedöms eller beräknas riskerna för detta vid transporter av använt kärnbränsle. bin Laden försökte ta över en kärnanläggning utanför Sydney vid senaste OS? Här pratar vi inte om verkliga risker eller faror utan psykologisk krigsföring med masshysteri som medel.

Frågor från Sture Smedberg

1. *Allmänt:* Mängder under: a) byggnad, b) deponering, c) igenfyllning.
2. *Järnvägstransporter:* Nyanläggning av spår. Tidsrymd, inverkan på omgivningen. Tåghastigheter och tågfrekvens under skedena a, b och c. Följderna med tänkbara olyckor: urspårningar, kollisioner, broras, sabotage.
3. *Vägtransporter:* Väg- och brobyggnader. Tidsplaner, störning av omgivningen. Fordonsstorlekar, transportfrekvens, bullernivåer under de olika skedena. Följderna av tänkbara olyckor: dikeskörningar, krockar, broras, sabotage.

Frågor vid möte med allmänheten i Mehedeby den 25 april

1. Skulle man kunna köra transporter direkt på järnväg från Oskarshamn till Tierp?
2. Kan landtransporter till Tierp utsättas för demonstrationer motsvarande dem i Tyskland?
3. Vad händer vid ett allvarligt sabotage med avancerade vapen med t ex uranammunition?
4. Bevakning av transporterna?
5. Var ska ett stickspår dras från Ostkustbanan och en industrianläggning placeras?
6. Vad säger opinionen (närboende) om transporter av kärnavfall?
7. Hur tas kapsel m m omhand vid en olycka?

Vid möte med allmänheten i Skutskär den 9 maj framkom inga ytterligare frågor.

Remissynpunkter från Tierps kommun

1. Hur ska transporter av övrigt långlivat avfall lösas?
2. Hur avser SKB att hantera kraven på riskanalys och vilken inverkan transportererna kan utgöra på individ och samhälle?
3. Referensgruppen ser stort värde i att utredningen kompletteras med lokal koppling.
4. Strålskydd vid transporter: se synpunkter från Sune Klippmark.
5. Alla frågor som ställts till utredningen ska ingå som bilaga till rapporten.

Remissynpunkter från Sune Klippmark

1. Täta behållare som avger strålning (strålning, kontamination)?
2. Strålningsnivåer från transportbehållare i förhållande till bakgrundstrålning?
3. Strålningsnivåer från transportbehållare i förhållande till gränsvärden vid kärnkraftverken?

Remissynpunkter från SOS Tierp

1. Vad sker vid ett faktiskt läckage under transport?
2. Riskanalys om transporterernas inverkan med avseende på attityder, oro och beteenden på individer och samhälle.
3. Risker vid transporter i Öregrundsgrepen, i hamnområde, på järnväg och deras inverkan på människa och miljö.
4. Effekter av störningar i form av demonstrationer och andra aktioner.
5. Transporter till slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall.

Remissynpunkter från Älvkarleby kommun

1. Skillnaden mellan behållare typ A och B.
2. Förtydliga åtgärder vid transportmissöden.
3. Transporter till slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall.

Bilaga 3

Myndigheter som bidragit med information till utredningen

Banverket, Mellersta banregionen

Järnvägsinspektionen

Länsstyrelsen i Uppsala län

Räddningstjänsten i Norduppland

Räddningsverket

Sjöfartsverket

Statens kärnkraftinspektion

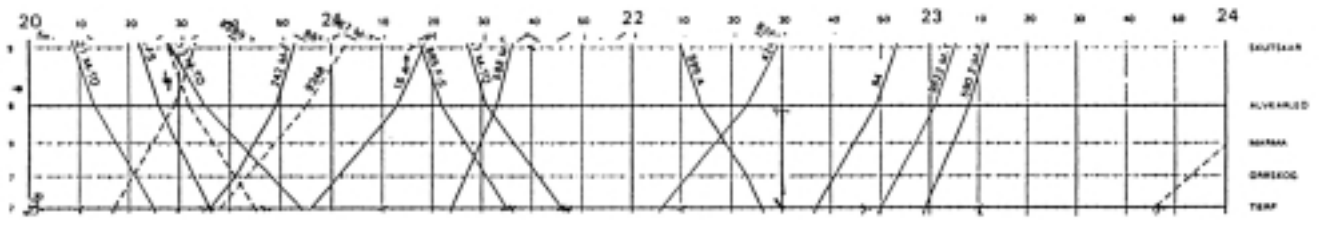
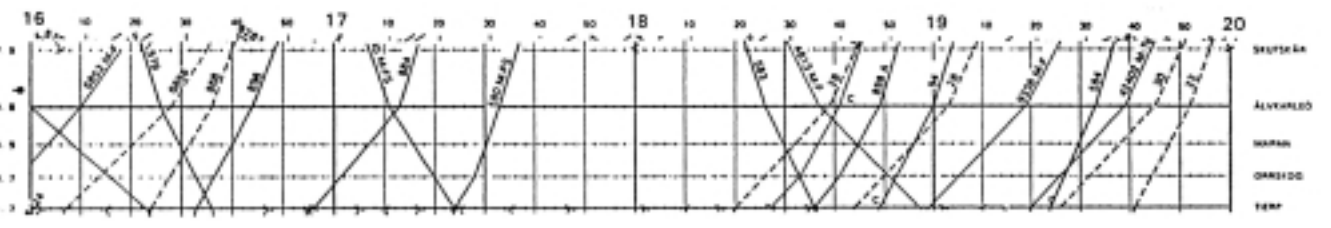
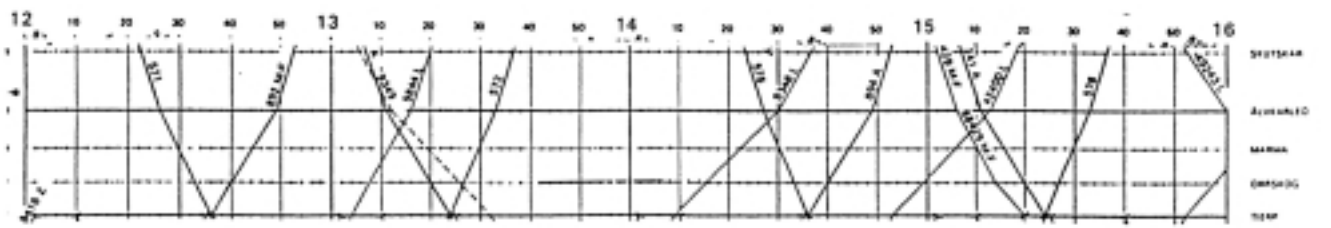
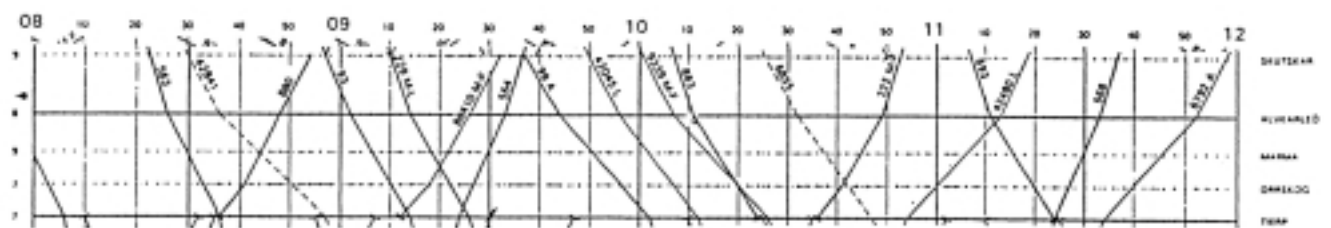
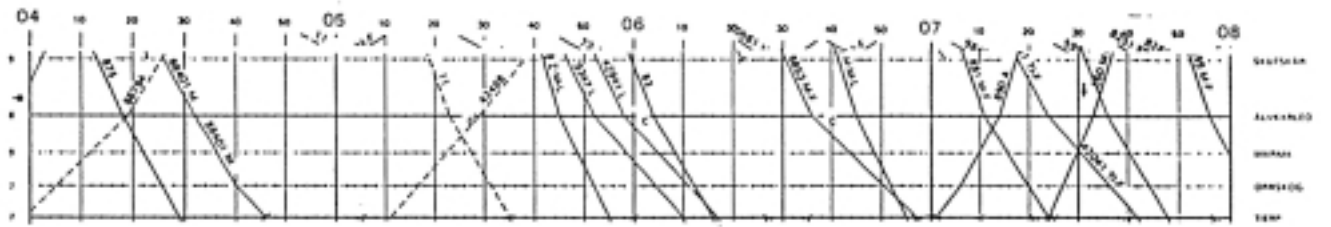
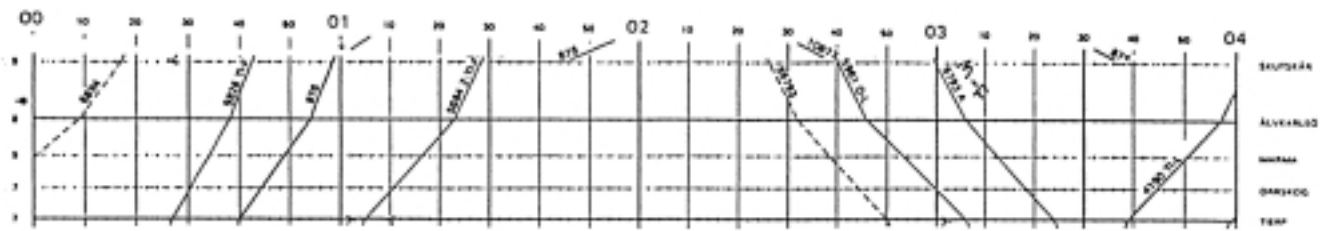
Statens strålskyddsinstitut

Vägverket

Tidtabeller för Ostkustbanan och lastvikter vid järnvägstransporter

Tidtabell för Ostkustbanan, hösten 2001.

På sidan 54 illustreras tidtabellen för tågtrafiken på Ostkustbanan från Skutskär till Tierp hösten 2001. I diagrammen visas både gods- och persontrafik. Vidare finns trafik med som endast trafikerar sträckan någon eller några dagar per vecka. Trafiktätheten per dygn är således mindre än vad som vid en första anblick framgår av figuren. Diagrammen börjar med klockan 00.00 i övre vänstra hörnet och fortsätter till klockan 24.00 längst ner till höger. Figuren illustrerar att de sträckor som diskuterats för djupförvarets transporter på järnväg är relativt glest trafikerade under vissa tider på dygnet, till exempel på natten kring klockan 2 och klockan 5, på eftermiddagen kring klockan 14 och klockan 18, och på kvällen kring klockan 22 och klockan 24. Det bör alltså med utgångspunkt från dagens trafiksituation på Ostkustbanan finnas utrymme för ytterligare transporter längs den aktuella sträckan. Om sträckan från Älvkarleö och vidare norrut byggs ut till dubbelspår, vilket finns med i Banverkets planer, ökar kapaciteten ytterligare på den aktuella sträckan.



Lastvikter vid järnvägstransport



DATUM
2001-02-26

REG.NR

FÖRFATTARE
Roland Johansson

Sten Axelsson
Traintech Engineering AB
Box 35
171 11 Solna

Vi talades vid den 6/2 om transport av använt kärnbränsle på tåg. Utifrån vårt samtal har jag mycket kortfattat skrivit ner vad som gäller beträffande tillåtna axellaster och vad som kan stå till buds vid transport av använt kärnbränsle. Jag skulle uppskatta om Du läser igenom mina noteringar och kollar om jag uppfattat Dig rätt.

Tack för hjälpen!

Med vänlig hälsning

Roland Johansson
SKB
tfn 08 - 45 98 470
e-post swerj@skb.se

Järnvägstransporter av använt kärnbränsle

Bakgrund

Transportbehållare med kopparkapsel och använt kärnbränsle beräknas väga cirka 65 ton. Fyraxlade järnvägsvagnar för laster upp till 71 ton finns på marknaden och dessa väger cirka 19 ton. Tillsammans kommer den totala vikten att uppgå till cirka 90 ton.

Sträckan Skutskär-Tierp på Ostkustbanan har, enligt Banverket, en bärighet av 22,5 ton per axel (normalt tillåten axellast på järnväg) och tål således 90 ton med en fyraxlad järnvägsvagn (två boggiar med vardera två axlar). Transporter av använt kärnbränsle på järnväg skulle således inte kräva några förstärkningar av befintliga spår.

SKB planerar att deponera 1 kapsel/arbetsdag. Om vi utför transporter med ett tågset som består av 10 vagnar med 1 transportbehållare/vagn, alltså 10 kapslar använt kärnbränsle så kommer tåg med använt kärnbränsle att trafikera järnvägssträckningen i genomsnitt en gång varannan vecka. (Källa: SKB:s rapport R-00-13 "Förstudie Älvkarleby. Anläggningar och transporter").

Svensk Kärnbränslehantering AB
Postadress Box 5864, 102 40 Stockholm
Besöksadress Brahegatan 47
Telefon 08 - 459 84 00 Fax 08 - 661 57 19
www.skb.se
Org.nr. 556175 - 2014 Säte Stockholm

Vilka järnvägsvagnar finns att tillgå?

Normalt tillåten axellast är 22,5 ton. SJ har några vagnar med 25 tons tillåten axellast. Banverket utför på några järnvägssträckor prov med 25 tons axellast. Genom att begränsa hastigheten bör det inte vara några problem att få tillstånd att köra med 25 tons axellast. Det finns för övrigt planer på att höja tillåten axellast från 22,5 ton till 25 ton på en stor del av järnvägsnätet.

SJ har också några få vagnar med treaxlig boggi. Dessa lastar $2 \times 3 \times 22,5 = 135$ ton per vagn (minus vagnens vikt). Kostnaden för en vagn med treaxlig boggi är betydligt högre än för en vagn med tvåaxlig boggi.

Malmtågen på Malmbanan har en tillåten axellast på 30 ton och i USA finns vagnar med 40 tons axellast. (Källa: Sten Axelsson, Traintech AB).

Slutsats

Vikten är inget problem då det gäller transport av använt kärnbränsle på järnväg från Skutskär till Tierp



Handläggare, tfn
Sten Axelsson, 910-5028; 08-762 50 28

Datum	Vår beteckning
2001-03-14	
Ert datum	Ert beteckning
2001-02-26	Roland Johanson

Adressat

Svensk Kärnbränslehantering AB
Box 5864
102 40 Stockholm

Järnvägstransport av använt kärnbränsle

Hej Roland

Angående Dina noteringar från vårt telefonsamtal den 6 feb, kan jag meddela att jag efter att ha läst noteringarna anser att dessa stämmer väl överens med vad som sades i telefon, och med de uppgifter Du fick av mig angående järnvägstransporter av använt kärnbränsle.

Som jag minns sade Du att transporterna ligger ca 10 år fram i tiden, och det är ju inte lätt att veta vad som gäller då, men det är inte omöjligt att t ex axellasterna på vissa sträckor ökas till 25 ton. Det är även så, som inte nämndes i vårt samtal, att det finns en gräns för hur korta vagnar man får ha. Det har att göra med den s k "metervikten" vilken f n är 7,2 ton/m.

Det betyder t ex att en vagn med totalvikt av 90 ton måste vara minst $90 / 7,2 = 12,5$ m lång, och en vagn med totalvikt 100 ton (vilket väl kommer att gälla i Ert fall) $100 / 7,2 = 13,9$ m lång. Emellertid kan sägas att det även här pågår undersökningar om uppgradering av gränsen 7,2 ton/m till 8 ton/m.

Hur det ser ut med detta om 10 år är som sagt inte lätt att veta i dag.

Med vänliga hälsningar

Sten Axelsson
TrainTech