



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Thommy Godås

2012:09

Riktlinjer för utformning av
strålskyddsprogram för transportörer
av radioaktiva ämnen

Abstrakt

Under åren har dosgränsen för personal som arbetar i verksamhet med joniserande strålning och allmänhet blivit allt lägre utan att krav på lägre dosrater på kollin innehållande radioaktiva ämnen har införts. Transporter av kollin med radioaktiva ämnen har hittills gett låga doser i flertalet fall, men ibland kan relativt höga doser förekomma. I och med att antalet transporter ökar och förväntas öka alltmer i framtiden, krävs nu av aktörerna inom transport och därtill knutna verksamheter, dvs avsändare, transportör och mottagare, att ha ett dokumenterat, systematiskt och strukturerat åtgärdsprogram så att persondoserna hålls så låga som möjligt med hänsyn till ekonomiska och samhällsliga faktorer (ALARA).

Att optimera verksamheten ur strålskyddssynpunkt har sedan länge varit drivkraften bakom utvecklingen av strålskyddet inom andra verksamheter och förväntas nu bli så även för strålskyddsutvecklingen inom transport i och med kravet på upprättande av strålskyddsprogram.

Genom att följa de riktlinjer som ges i denna rapport bör de doser som erhålls av personal och allmänhet kunna hållas på en rimligt låg nivå med hänsyn taget till såväl ekonomiska som sociala faktorer och inte innebära någon större ekonomisk eller administrativ börda för transportföretagen.

Bakgrund

Gällande bestämmelserna för transport av radioaktiva ämnen innehåller sedan några år tillbaka krav på upprättande av strålskyddsprogram t ex i ADR-S delavsnitt 1.7.2. Rapporten innehåller rådgivande material för utformningen av sådana strålskyddsprogram.

Syfte

Ge råd om innehåll och utformning av ett strålskyddsprogram för transportörer av radioaktiva ämnen.

Projektinformation

Denna rapport är en uppdatering och utökning av SSI rapport 2004:10 av samma författare och med samma titel.



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Thommy Godås

2012:09

Riktlinjer för utformning av
strålskyddsprogram för transportörer
av radioaktiva ämnen

Datum: April 2012

Rapportnummer: 2012:09 ISSN:2000-0456

Tillgänglig på www.stralsakerhetsmyndigheten.se

Innehåll

1. Inledning	3
2. Bakgrund	5
2.1 När är skyddet optimalt?	5
3. Syftet med strålskyddsprogram.....	7
4. Utformning av ett strålskyddsprogram	9
5. Parametrar som påverkar dosen.....	11
5.1 Kategori	11
5.2 Kollivikt och kollistorlek	11
5.3 Kollihantering.....	12
5.4 Hanteringstid.....	12
5.5 Avstånd till kollin	12
5.6 Antal kollin som hanteras och transporteras.....	12
6. Rekommenderat innehåll och struktur.....	13
6.1 Omfattning.....	14
6.2 Roll- och ansvarsfördelning	14
6.3 Dosbedömning och optimering	15
6.4 Ytkontamination.....	15
6.5 Separation och andra skyddsåtgärder.....	16
6.6 Beredskap och åtgärder vid olyckor	16
6.7 Utbildning	17
6.8 Kvalitetssäkring	18
7. Individdosrelaterade krav och metoder	19
7.1 Metoder för dosuppskattning.....	19
7.1.1 Uppskattning baserad på transportindex TI.....	19
7.1.2 Uppskatta dos utifrån TI och tid (hanteringstid plus körtid) vid transport	20
7.1.3 Direkt uppskattning.....	22
7.2 Monitering.....	22
7.2.1 Individuell persondosmätning vid vägtransport.....	22
7.2.2 Arbetsdosimetri vid vägtransport.....	22
7.3 Specifika krav på dosuppskattning, monitering och dokumentation	22
8. Slutsats	25
9. Referenser	27

1. Inledning

IAEA:s rekommendationer för transport av radioaktiva ämnen "Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material" har funnits alltsedan början av 60-talet och har under åren genomgått en rad omarbetningar och revisioner. Den senaste kom 2009 (Edition 2009) och har beteckningen IAEA Safety Standard Series No. TS-R-1. Dessa rekommendationer utgör grunden för de dokument som ges ut av FN:s expertgrupp för farligt gods vad gäller klass 7 liksom för nationell lagstiftning och de olika transportslagens normativa styrgrupper.

För att ge bakgrund och råd till hur rekommendationerna skall tolkas tar IAEA även fram så kallade Safety Guides. Dessa Safety Guides är:

- Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material. Safety Guide No. TS-G-1.1 (Rev.1) 2008[2]
- Planning and Preparing for Emergency Response to Transport Accidents Involving Radioactive Material. Safety Guide No. TS-G-1.2 (ST-3), 2002[3]
- Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material. Safety Guide Series No. TS-G-1.3, 2007.[4]
- The Management System for the Safe Transport of Radioactive Material. Safety Guide Series No. TS-G-1.4, 2008 [5],
- Compliance Assurance for the Safe Transport of Radioactive Material. Safety Guide Series No. TS-G-1.5, 2009 [6]

TS-G-1.3 utgör ett litet trendbrott i och med att IAEA sedan 1996 års utgåva av transportbestämmelserna [1] nu även påtalar transportaktörernas ansvar att optimera verksamheten utifrån strålskydd och att detta ska dokumenteras i ett särskilt strålskyddsprogram. Denna bestämmelse ingår sedan 2001 resp 2002 i regelverken för transport av farligt gods, där det anges att transport av radioaktiva ämnen ska omfattas av ett systematiskt upplagt strålskyddsprogram med syftet att säkerställa att strålskyddsåtgärder beaktas i tillräckligt stor omfattning. Att optimera verksamheten utifrån strålskydd har sedan länge varit drivkraften bakom utvecklingen av strålskyddet inom andra verksamheter och har nu blivit så även för strålskyddsutvecklingen inom transport i och med kravet på upprättande av strålskyddsprogram.

Detta dokument berör inte frågor runt kriticitets säkerhet vid exempelvis transport av kollin innehållande fissila ämnen, utan tar upp frågor av en mera generell natur vad gäller strålskyddet inom transport av alla typer av radioaktiva ämnen. Vidare hänsyn till kollin som innehåller fissila ämnen måste tas, men det ligger utanför vad som omfattas av detta dokument.

2. Bakgrund

Under åren har dosgränsen för personal som arbetar i verksamhet med joniserande strålning och allmänhet blivit allt lägre utan att krav på lägre dosrater utanför kollin har införts. Transport av kollin med radioaktiva ämnen har hittills gett låga doser till personalen i flertalet fall, men ibland kan relativt höga doser förekomma. I och med att antalet transporter ökar och förväntas öka alltmer i framtiden, krävs nu av aktörerna inom transport och därtill knutna verksamheter, dvs avsändare, transportör och mottagare, att de ska ha ett dokumenterat, systematiskt och strukturerat åtgärdsprogram så att persondoserna hålls så låga som möjligt med hänsyn till ekonomiska och samhällsliga faktorer i enlighet med ALARA. ALARA är ett av tre stödben i systemet för skydd mot skadliga effekter av strålning som bygger på den internationella strålskyddskommissionens (ICRP) rekommendationer [7, 8]. Dessa rekommendationer har sedan länge antagits som internationella standarder [9] och implementerats i EU-direktiv och svensk lagstiftning.

De tre grundläggande principerna är att:

- a) All verksamhet där strålning förekommer skall vara berättigad, dvs nyttan av verksamheten skall vara större än den skada som strålningen beräknas förorsaka.
- b) Dosgränser skall tillämpas för individdoser, och i fallet potentiell strålning skall risken begränsas.
- c) Strålskyddet skall vara optimerat, dvs att varje bestrålning av personer begränsas så långt som rimligen är möjligt med hänsyn till samhällsliga, ekonomiska och sociala faktorer. (ALARA principen ”As Low As Reasonable Achievable”)

En transport av radioaktiva ämnen är berättigad om efterföljande verksamhet med de radioaktiva ämnena är berättigad.

De dosgränser [10] som satts upp för personer i verksamhet med joniserande strålning och allmänheten visar var gränsen till det oacceptabla går. Detta innebär dock inte att doser under gränserna med automatik kan anses acceptabla. För detta krävs att en bedömning görs av verksamhetens nytta samt graden av skyddsinsatser. Det sista är vad som kallas skyddsoptimering eller kort och gott ALARA. Optimering görs mestadels utifrån personalens sammanlagda dos.

2.1 När är skyddet optimalt?

Enkelt kan strålskyddet sägas vara optimalt då ytterligare strålskyddsinsatser kostar mer än den stråldos som sparas. För att veta detta måste en sparad dos värderas i pengar eller i psykosociala faktorer såsom rädsla för strålning, allmän oro för miljön m.m. ALARA kan alltså tillämpas på olika sätt inom olika områden. Ibland kan det vara lämpligt att använda sig av de matematiska metoder som finns tillgängliga för att hitta det optimala skyddet, men i stort måste bedömningar göras utifrån

- sunt förnuft byggt på erfarenhet, kunskap och professionella bedömningar
- ”Good Practice”, byggt på vunna erfarenheter även från andra närliggande verksamheter.

Då i regel fler än en person är involverad i ett arbete medför detta att den sparade sammanlagda dosen (kollektivdosen) får vägas mot kostnaden för ytterligare skyddsinsatser. Att skyddet skall vara optimalt för en verksamhet är ett villkor men inte tillräckligt eftersom det kan finnas risk för att det optimala skyddet erhålls på bekostnad av oskäligt höga doser för några få personer. Det behöver således ställas ytterligare villkor som begränsar individdosen för att uppnå en rättvis dosfördelning.

Ett vanligt inslag i optimeringsarbetet är att de ansvariga för verksamheten ställer upp egna mål för högsta årliga individdos. Dessa mål är då en mindre del av dosgränsen, och kan gälla för den totala verksamheten eller de delar som är mest belastande, dvs. ger den högsta dosen. Denna individdosbegränsning ger dels det ytterligare krav som återstår för att uppnå en rättvis dosfördelning, dels ett konkret mål där gott strålskydd kan anses vara uppnått (Good Practice).

3. Syftet med strålskyddsprogram

Strålskyddsprogram är som tidigare sagts till för att säkerställa att det finns ett dokumenterat, systematiskt och strukturerat åtgärdsprogram hos de aktörer som är inblandade vid transport av radioaktiva ämnen och som säkerställer att de grundläggande principerna i strålskydd tillgodoses, såväl för egen personal som för allmänheten.

Strålskyddsprogrammet skall vara en hjälp för att:

- ge möjlighet för bedömning av lämpliga strålskyddsåtgärder
- säkerställa att strålskyddsåtgärder vidtas
- ge konkreta tillvägagångssätt så att önskad skyddsnivå uppnås
- stärka säkerhetskulturen vid transport av radioaktiva ämnen

4. Utformning av ett strålskyddsprogram

Ett strålskyddsprogram kan bestå av ett eller flera dokument och utgör normalt en del av en aktörs ordinarie ledningssystem. Det är dock önskvärt att adekvata delar från dessa program sammanställs i ett självbärande strålskyddsprogram för att lättare göra det väl känt av alla i organisationen och vid utbildning av nyanställda.

Strålskyddsprogrammet för transport är en kombination av ett rent ALARA-program med syftet att utveckla strålskyddet mot lägre individ- och kollektivdoser och en del innehållande rutinbeskrivningar för diverse administrativa som praktiska företeelser inom transport.

Strålskyddsprogrammet skall vara ett ”levande” dokument med väl synliga strålskyddsmål och lättfattliga instruktioner. Innehållet bör vara föremål för en ständig översyn för att föra in vunna erfarenheter. En grundligare revision bör göras i samband med ändringar i verksamheten och vid ändringar i regelverket.

5. Parametrar som påverkar dosen

De doser som erhålls vid hantering av kollin beror direkt eller indirekt på kategori, storlek, vikt, hanteringsmetod och den tid som åtgår vid hantering. Man bör eftersträva att minimera tiden i närheten av kollin, maximera avståndet mellan personal och kollin samt att så långt som möjligt skärma kollin som extra skydd för personalen. Vid utformningen av strålskyddsprogram måste alla de parametrar som beskrivs nedan och som påverkar dosen tas i beaktande.

5.1 Kategori

Vid rutintransporter spelar externstrålningen störst roll, och i dessa fall beror åtgärder av kategoriseringen och därmed etiketteringen av ett kolli (I-VIT, II-GUL, III-GUL). Vid olyckor är det däremot klassificeringen av ett kolli som är avgörande (Undantaget kolli, IP, Typ A, Typ B, Typ C). Undantagna kollin, IP och kollin av Typ A är inte utformade för att klara olycksförhållanden. För de delar av ett strålskyddsprogram som hanterar olykksituationer behöver därför risken för läckage från denna typ av kollin speciellt beaktas. Kollin av Typ B och Typ C däremot ska vara konstruerade så att de klarar även svårare olyckor.

Externstrålningen från undantagna kollin och kollin märkta enligt kategori I-VIT är så låg att de kan hanteras utan restriktioner, och en uppskattning av doser är därmed oftast obehövlig. Strålskyddsåtgärder kan begränsas till att omfatta rutiner så att kollin hanteras så kort tid som är rimligt möjligt, och att kollina hålls åtskilda från personal och kollin med strålningskänsligt innehåll. En mer utförlig dosbedömning bör däremot utföras då kollin märkta enligt kategori II-GUL och III-GUL hanteras. Likaså ställer hantering av dessa kollin större krav på redovisning och kontroll av dosgränser och optimering av skyddsåtgärder.

5.2 Kollivikt och kollistorlek

Kollins vikt varierar från något kilo till över hundra ton och storleken kan variera från ca 10 cm i kub till flera meter. Vikt och storlek påverkar inte dosen direkt men styr i mångt och mycket valet av hanteringsmetod. Det är viktigt att påpeka att dosraten på kollits yta inte är relaterad till kollits vikt eller storlek. Kollits kategori, dvs. typ av märkning, ger information om dosraten.

5.3 Kollihantering

Hur ett kolli hanteras beror som tidigare nämnts till stor del av dess storlek och vikt. Små kollin hanteras ofta för hand eller förflyttas på ett enkelt fordon, medan större och tyngre kollin i många fall kan kräva gaffeltruck eller lyftkran.

För att kunna reducera persondoserna är det av stor vikt att minimera hanteringstiden, dvs. den tid som personer befinner sig i kollits omedelbara närhet, och att maximera avståndet till kollit. Det är inte bra strålskydd ”Good Practice” att bära kollin i händerna, utan någon form av transporthjälpmedel (truck, kärra, rullbord etc) skall användas för alla kollin, även de lätta.

5.4 Hanteringstid

Eftersom de erhållna persondoserna beror på tid, så ger längre hanterings- och transporttider högre doser. För att kunna reducera doserna vid transport, ska kollin alltid placeras så långt bort från föraren som möjligt. Om möjligt bör annat gods placeras mellan föraren och det radioaktiva godset för att på så sätt fungera som skärmar. Vid transport av II-GUL och III-GUL bör portabla skärmar användas ifall avståndet mellan föraren och godset är begränsat och transporten företas under flera timmar. Att skärma med befintliga kollin eller portabla skärmar bör också föregås av en bedömning utifrån omlastning, avlastning etc. så att inte hanteringen försvåras med längre hanteringstid som följd och därmed kanske även högre doser.

5.5 Avstånd till kollin

Eftersom dosen också beror på avståndet skall kollin innehållande radioaktiva ämnen alltid placeras så långt som möjligt från platser där personalen eller allmänheten kan befinna sig. Aldrig skall någon befinna sig i kollits omedelbara närhet om det inte är alldeles nödvändigt.

5.6 Antal kollin som hanteras och transporteras

Storleken på den dos som personalen får på ett år står i direkt proportion till antalet kollin som hanteras/transporteras. Ett stort antal transporter av samma typ ger dock i regel en lägre dos per transporterat kolli på grund av ökad kunskap och erfarenhet.

6. Rekommenderat innehåll och struktur

Såsom anges ovan skall ett strålskyddsprogram täcka alla delar i transportkedjan, men av särskild vikt är de delar där personal eller allmänhet utsätts för strålning (packning, lastning, lossning, lagring och förflyttning av gods).

Strålskyddsprogrammet bör minst täcka följande områden:

- Omfattning av transporter
- Roll- och ansvarsfördelning
- Dosbedömning och optimering, dosbegränsning
- Ytkontamination
- Separation och andra skyddsåtgärder
- Beredskap och åtgärder vid olyckor
- Utbildning och information
- Ledningssystem

Innehåll och omfattning av strålskyddsprogrammet skall vara anpassat till den risk som transporten innebär och de doser som förväntas till personal och allmänhet, så att inte onödiga och obefogade krav ställs på transportörerna.

Tabell 1: Strålskyddsprogrammets innehåll beroende på årlig individdos.

Område	Årlig individdos till transportpersonal		
	Mindre än 1 mSv	Mellan 1 och 6 mSv	Större än 6 mSv
Omfattning	Bör ingå		
Roll- och ansvarsfördelning	Bör ingå		
Dosuppskattning och monitorering (se även kap 7)	Ingen monitorering krävs	Arbetsplatsmonitorering eller individuell dosmätning	Krav på individuella persondosimetrar
Dosbegränsning och optimering	Endast en enkel optimering	Behandlas utförligt	
Ytkontamination	Tas alltid i beaktande		
Separation och andra skyddsåtgärder	Endast tillämplig för II-GUL, III-GUL, III-GUL under "komplett last" och kollin innehållande fissilt material.		
Beredskap och åtgärder vid olyckor	Bör ingå		
Utbildning och information	Bör ingå		
Ledningssystem	Bör ingå		

De olika områdena som nämns ovan kommer naturligtvis att bli olika utförligt beskrivna beroende på vad som transporteras (dosrat, A_1/A_2 värdet, innehåll, antal kollin per år, graden av närvaro i befolkade områden, etc.). Dock kan *tabell 1* baserad på en bedömning av den teoretiskt högsta årliga individdosen ge en fingervisning om hur utförligt olika områden bör behandlas.

Här bör påpekas att låga doser eller tillfälliga transporter inte innebär att strålskyddsprogram inte behövs. Till exempel ger transport av material med hög aktivitet placerat i kraftigt skärmande behållare vanligtvis låga doser, men är ändå omgärdad av krav utifrån beredskap och utbildning. Å andra sidan innebär inte höga dosrater med automatik höga individdoser, eftersom det här finns utrymme för dosbegränsande åtgärder i form av exempelvis separation av godset. Vid ovanliga och sällan förekommande transporter kan ett speciellt strålskyddsprogram behöva tas fram, exempelvis för transport av stora komponenter.

6.1 Omfattning

Av yttersta vikt för hur programmet senare kommer att se ut är en utförlig beskrivning av de transporter som företas. Beskrivningen bör innehålla

- vilka transportmoment som omfattas,
- vilka typer av kollin som hanteras,
- förekommande radioaktiva ämnen och
- eventuella restriktioner i ovanstående

6.2 Roll- och ansvarsfördelning

Ledningen för en aktör inom transportkedjan (avsändare, transportör, lagerhållare, mottagare, m.fl.) är ansvarig för att skyddet är optimerat och att doserna till personal och allmänhet är begränsade så långt det rimligen är möjligt. Ledningen har därför ett ansvar att strålskyddsprogram tas fram och implementeras i organisationen. I ansvaret ligger också att säkerställa att resurser finns tillgängliga för att möta behoven.

Av programmet bör det klart framgå vilken policy i säkerhets- och skyddsfrågor som antagits i organisationen liksom ledningens ansvar och åtaganden. Vidare bör det framgå av programmet vilka olika roller och uppgifter som behövs för att kunna genomföra de åtaganden som beskrivs och vilka skyldigheter och rättigheter som tilldelats dessa funktioner.

Framtagandet av strålskyddsprogram bör utföras av en person eller grupp personer som är väl införstådda med strålskydd och i nära samarbete med berörd personal. Personalens delaktighet i arbetet är mycket viktig för att erhålla en ökad förståelse för programmet och att framtagna rutiner har stor betydelse för eget och andras skydd. Personalen har också ett ansvar att använda framtagna system för erfarenhetsåterföring så att information om händelser eller tillbud når strålskyddsansvariga och ledning. I många fall kan

transportör och mottagare ta hjälp av avsändaren vid framtagandet av strålskyddsprogram, eftersom avsändare i regel har de erforderliga kunskaper i strålskydd som behövs här.

6.3 Dosbedömning och optimering

Vid utformningen av strålskyddsprogram spelar bedömning av doser en betydande roll. Dels bör doser uppskattas och bedömas innan transportåtgärder vidtas så att de strålskyddsmässiga konsekvenserna av verksamheten är kända och införstådda. Dels bör doser mätas kontinuerligt så att det går att säkerställa att dosgränser innehålls, skyddsåtgärder fungerar samt att optimeringsinsatser har effekt.

Optimeringsinsatser kräver att såväl normaldoser som potentiella doser tas i beaktande. Normaldosor är sådana doser som förväntas vid rutinhantering och normala transportförhållanden. Potentiella doser är sådana som normalt inte förväntas, men som kan bli verklighet vid händelse av olycka eller andra händelser som kan inträffa vid hanteringen av godset.

I fallet med normaldosor skall optimeringen grunda sig på antalet individer som får dos och storleken på de individuella doserna. Vid optimering av potentiella doser måste sannolikheten för händelsen tas med i beräkningen. De doser som erhålls vid hantering av kollin beror på kategori, storlek, vikt, hanteringsmetod och den tid som åtgår vid hantering. Man bör eftersträva att minimera tiden i närheten av kollin, maximera avståndet mellan personal och kollin samt att så långt som möjligt skärma kollin som extra skydd för personalen. I praktiskt strålskydd finns det ett behov av att förutom konkreta dosgränser till individer och populationer även konstruera härledda eller sekundära gränsvärden. Sådana gränsvärden används i transportlagstiftningen. Exempel är A_1/A_2 -värden, gränsvärden för ytkontamination, strålningsnivåer kring kollin och avståndsregler för kollin baserade på transportindex.

6.4 Ytkontamination

Att hantera och transportera radioaktiva ämnen innebär en risk för spridning av aktivitet till arbetsytor, förpackningar, fordon, personal och allmänhet. Sannolikheten för kontamination beror på vilka ämnen som hanteras och vilka skyddsåtgärder som vidtas i de olika transportstegen. Det är t.ex. välkänt att bränslebehållare, som nedsänkta i bränslebassängen laddas med använt kärnbränsle, får ytkontamination som måste tvättas bort innan transport kan ske. Följden blir att bränslebehållare med använt kärnbränsle noggrant måste avsökas med avseende på ytkontamination. Vid transport av slutna strålkällor till sjukhus eller vanlig industri förekommer däremot sällan problem med ytkontamination.

För att försäkra sig om att ingen ytkontamination förekommer, eller att den ligger under gränsvärdena, skall det finnas mätmetoder och instruktioner för mätning av lös kontamination. Sådana mätprogram hjälper också till att upp-

täcka brister i inneslutning eller avvikelser i hanteringen som kan ha medfört otillbörlig kontamination. Mätmetoderna kan variera och beror på typen av strålkälla som hanteras. I ett strålskyddsprogram som behandlar ytkontamination skall det framgå vilken typ av kontamination som kan förekomma samt mätinstruktioner med angivelse av mätperiodicitet. Exempelvis kan normalt rutinaavsökning förekomma av ytor och förpackningar med viss regelbundenhet, medan för vissa kollin avsökning alltid ska förekomma. Mätningarna måste alltid stå i relation till risken för kontamination i de olika transportstegen.

6.5 Separation och andra skyddsåtgärder

Externdosen från kollin med radioaktiva ämnen kan vara relativt hög, men exponering till personal och allmänhet kan begränsas genom att begränsa tillträde till områden där sådana kollin förvaras.

De strålskyddsdirektiv som IAEA och även EU tagit fram, och som är implementerade i svensk lagstiftning via strålskyddslagen och SSM:s föreskrifter, deklarerar att ett kontrollerat område är ett särskilt utmärkt och för tillträde begränsat område inom vilket särskilda skyddsåtgärder kan behöva vidtas för att begränsa strålningen till personal eller för att förhindra spridning av radioaktivitet.

Detta koncept används vanligen vid fasta anläggningar, men för transport kan andra åtgärder för att uppnå motsvarande kontroll vara behövliga. Vid mellanlagring förekommer kontrollerade områden, men ett fordon eller fartyg som rör sig kan t.ex. av praktiska skäl inte utgöra ett kontrollerat område. Däremot kan delar av det inre av ett fordon eller fartyg vara kontrollerade områden.

Under en lång rad år har även segregering, eller separation varit en viktig del i de olika transportslagens reglementen. Genom att följa de angivna minimiavstånden kan man med rimlig säkerhet försäkra sig om att de faktiska doserna till personal, allmänhet eller övrigt gods vid transport hålls under respektive dosgränser. Fortsatt användning av separationstabeller och minimiavstånd rekommenderas som en praktisk och enkel metod, som genom mätstudier visat sig fungera väl. Användandet av avståndstabeller fråntar dock inte ansvarig från kravet på optimeringsåtgärder.

6.6 Beredskap och åtgärder vid olyckor

Oavsett om alla föreskrifter följts och alla säkerhetsåtgärder har vidtagits, så finns det alltid en sannolikhet att olyckor eller tillbud inträffar som kan skada personal och allmänhet. Syftet med olycksberedskap är att minimera

riskerna för allvarliga konsekvenser vid transportincidenter genom att ha förberett snabba och adekvata åtgärder. Adekvata åtgärder är exempelvis att

- omhänderta skadade personer
- om möjligt och lämpligt - reducera fortsatt risk för skada
- larma och informera

För att säkerställa detta krävs planering och förberedelser. Nödåtgärdsplaner skall finnas framtagna och vara lätt tillgängliga. Avsändaren skall i vissa fall bifoga särskilda anvisningar om lämpliga åtgärder.

Det skall finnas rutiner som säkerställer att räddningstjänst får kännedom om förekomsten av radioaktiva ämnen och eventuella andra farliga ämnen vid en olycka. Vidare skall alltid avsändaren och behöriga myndigheter informeras om händelsen.

Alla instruktioner som rör olycksberedskap och som riktar sig till förare eller räddningspersonal vid olycksplats bör skrivas särskilt tydligt och enkelt, så att de lätt går att följa i händelse av olycka. I de fall då räddningspersonal, utan att riskera eget liv, kan hjälpa svårt skadade personer eller personer som riskerar skadas, kan detta oftast göras oavsett om radioaktiva ämnen har läckt ut eller inte. Därefter följer bekämpning av brandrisk.

6.7 Utbildning

Transportbestämmelserna ställer krav på funktionsspecifik utbildning och i ADR-S står att läsa:

”Personal ska vara ändamålsenligt utbildade i strålskydd inkluderande de försiktighetsåtgärder som ska iakttas för att begränsa deras yrkesmässiga exponering och exponeringen av andra personer som kan bli berörda på grund av deras verksamhet.”

Kravet på information och utbildning är en integrerad del i strålskyddet. Nivån på information eller utbildning beror på typen av arbete som skall genomföras och kan innehålla praktiska moment. För personal som arbetar med transport av radioaktiva ämnen krävs utbildning om de risker som förekommer och hur man aktivt kan reducera dessa risker i varje situation.

Utbildning bör bestå av grundutbildning och återkommande repetitionstillfällen och innehålla

- allmän information om joniserande strålning och dess fysikaliska egenskaper,
- risker och effekter vid bestrålning
- metoder för avskärmning och mätning

6.8 Kvalitetssäkring

Strålskyddsprogram ska, som alla andra kvalitetsdokument, omfattas av rutiner för granskning, godkännande och revisionskontroll.

7. Individdosrelaterade krav och metoder

De krav som ställs på monitorering, dokumentation och rapportering beror på den uppskattade årliga individdosen till personalen, se *tabell 6*. Flera olika metoder för att uppskatta dosen finns tillgängliga och valet beror naturligtvis på behovet av noggrannhet.

7.1 Metoder för dosuppskattning

Grundläggande data för kollins högsta tillåtna dosrat och TI inom varje kollikategori är sammanställda i tabellen nedan hämtat från ADR-S [11].

Tabell 2: Kategorier för kollin och overpack

Villkor		
Transportindex (TI)	Högsta strålningsnivå i någon punkt på ytterytan	Kategori
0 ^{a)}	Högst 0,005 mSv/h	I-VIT
Större än 0 men ej större än 1 ^{a)}	Över 0,005 mSv/h men högst 0,5 mSv/h	II-GUL
Större än 1 men ej större än 10	Över 0,5 mSv/h men högst 2 mSv/h	III-GUL
Större än 10	Över 2 mSv/h men högst 10 mSv/h	III-GUL ^{b)}

^{a)} Om uppmätt transportindex är högst 0,05 får värdet sättas till noll enligt 5.1.5.3.1 (c).

^{b)} Ska även transporteras som komplett last

7.1.1 Uppskattning baserad på transportindex TI

Flera undersökningar har utförts där man för ett stort antal transporter har korrelerat TI mot den dos som uppmätts för personalen, för att ansätta en dos per TI och ett högsta antal transporter på ett år som ger en individdos på högst 1 mSv. För de aktörer som har ett stort antal transporter av liknande slag kan detta ge en fingervisning om förväntad dos och användas i ett inledningskede av dosbedömningen.

Observera att denna metod bör användas varsamt eftersom de värden på kvoten dos/TI uppvisar en stor spridning (drygt en faktor 4), bl.a. beroende på skillnader i hanteringsmetodik. Nedanstående tabell baserad på beräkningar för två fall visar en uppskattning på hur många kollin som kan hanteras för att erhålla en individdos på 1 mSv/år beroende av kategori.

Tabell 3: Uppskattad dos baserad på TI.

Kollikategori	Högsta antal kollin som kan hanteras utan att individdosen överskrider 1 mSv/år	
	Personen uppehåller sig 1 m från kollit i 30 min.	Personen har direktkontakt med kollit i 5 min och uppehåller sig 1 m från kollit i 25 min.
Kategori I-VIT	4000	1600
Kategori II-GUL	200	40*
Kategori III-GUL	20	7**
Kategori III-GUL + komplett last	0	0

* 40 kollin med en ytdosrat på i genomsnitt 0,25 mSv/h och TI=1

** 7 kollin med en ytdosrat på i genomsnitt 1,25 mSv/h och TI=10

7.1.2 Uppskatta dos utifrån TI och tid (hanteringstid plus körtid) vid transport

Bygger på en studie utförd av SSM och som utförligt redovisas i en SSM Rapport *Kartläggning av transportflödet samt doser till personal och en uppskattning av doser till allmänheten vid transport av radioaktiva ämnen* [12]. Körjournal måste föras under en längre tid, för att försäkra sig om att ett gott statistiskt underlag erhålls för att minska osäkerheten i beräkningen $TI \times h$. Körjournalen skall innehålla uppgifter om:

- lastnings- och lossningstider
- körtider
- TI (transportindex) lastat
- TI lossat vid varje tillfälle

Produkten $TI \times tid \times$ viktningsfaktor k ger en dosuppskattning i μSv .

k_h vid hantering = 2,3

k_k vid körning = 1,4

Hanteringstiden uppskattas till 15 % av den totala tiden vilket ger den nedanstående generella viktningsfaktorn k .

$$(0,15 \times k_h) + (0,85 \times k_k) = (0,15 \times 2,3) + (0,85 \times 1,4) = 1,54 \sim 1,6$$

Tabell 4: Exempel: Uträkning av TI×h utifrån förd körjournal.

		TI×h
Tid för lastning (h)	0,17	
TI lastat	4,5	0,8
Körtid (h)	0,75	
TI kvar i fordonet	4,5	3,4
Tid för 1:a lossningen (h)	0,08	
TI som lossades	2,5	0,2
Körtid (h)	1,5	
TI kvar i fordonet	2,0	3,0
Tid för 2:a lossningen (h)	0,13	
TI som lossades	2,0	0,3
		Σ TI× h=7,6

Uppskattad dos i µSv till föraren vid transporten blir i detta exempel:

$$TI \times h \times k = TI \times h \times 1,6 = 7,6 \times 1,6 = 12,2 \sim 12 \mu\text{Sv}$$

Viktningfaktorn k = 1,6 gäller enbart då transport företas med "personbil", storlek från Volkswagen Caddy upp till Volkswagen Transporter.

Används större fordon t ex lastbil så erhålls ett större avstånd mellan förare och gods vilket ger en lägre dos och ny viktningfaktor måste tas fram. Likaså om en strålskärm sätts upp på väggen mellan förarhytt och lastrum.

Om hanteringstiden är avsevärt större än 15 % av den totala tiden bör en ny viktningfaktor baserad på den valda fördelningen beräknas.

Tabell 5: Uppskattad Σ (TI × h) per år för olika dosnivåer.

Under 1 mSv/år	Mellan 1 och 6 mSv/år	Över 6 mSv/år
Mindre än 600	Mer än 600 men mindre än 3600	Mer än 3600

7.1.3 Direkt uppskattning

Direkt uppskattning utifrån kollispecifikation och hanteringssätt ger ett mycket tillförlitligt värde. Parametrar som påverkar dosen är:

- dosrat på kollit
- exponeringstid
- avstånd från kollit
- ev. skärmning

Om enstaka små kollin hanteras kan dosraten vid olika avstånd enkelt beräknas genom att använda avståndslagen

$$D1 = D2 \frac{a_2^2}{a_1^2}$$

där D1 och D2 är dosraten på avstånden a_1 resp. a_2 .

Observera att vid större partier eller stora kollin där ytan blir stor i förhållande till avståndet kan avståndslagen inte tillämpas.

7.2 Monitering

7.2.1 Individuell persondosmätning vid vägtransport

Som tidigare nämnts så är hanteringstiden ofta betydligt kortare än körtiden, vilket naturligtvis beror på att de allra flesta transporter som företas på de svenska vägarna går långa sträckor. För att kunna bestämma dosen under dessa förutsättningar krävs egentligen två dosimetrar, en på framsidan bålen och en på baksidan. Medelvärde av de båda ger en rimlig uppfattning om dosen.

7.2.2 Arbetsdosimetri vid vägtransport

En elektronisk dosimeter placerad på passagerarsätet vid transport är ett bra sätt att få vetskap om dosmiljön i förarutrymmet. Om dosimetern tas med vid lastning och lossning så ger den även en god uppskattning av förarens dos.

7.3 Specifika krav på dosuppskattning, monitering och dokumentation

Se *Tabell 6*

Tabell 6: Specifika krav beroende på individdosnivå

	Årlig individdos till transportpersonal		
	Under 1 mSv	Mellan 1 och 6 mSv	Över 6 mSv
Monitering	Inget krav på kontinuerlig mätning av strålnivån vid arbetsplatsen (lagerbyggnad, förarplats, lagringsutrymme i flygplan och fartyg) men mätningar bör utföras med en viss regelbundenhet för att förvissa sig om att förhållandena är de antagna.	<p>En årlig persondos mellan 1 och 6 mSv innebär att personen klassas som arbetstagarare i kategori B, enligt SSMFS 2008:51 [10]. Detta innebär att någon form av mätning måste utföras för att bedöma personens dos. Antingen kan detta göras indirekt med arbetsplatsmonitorer, som mäter externstrålningen vid arbetsplatsen, eller direkt genom att personen bär individuell dosimeter.</p> <p>Moniteringen ska vara av sådant slag (placering, frekvens etc) att den klart kan visa att persondoserna ligger under 6 mSv/år. Om tveksamhet råder eller då persondosen ligger nära 6 mSv/år, eller om personen rutinemässigt uppehåller sig där dosraten överstiger 6µSv/h eller i längre perioder måste uppehålla sig där dosraten överstiger 20 µSv/h så är individuell dosmätning att föredra. Arbetsplatsen ska också ingå i ett program för regelbunden avsökning med avseende på kontamination</p>	Personer som erhåller eller riskerar att erhålla en dos överstigande 6 mSv/år klassas som arbetstagarare i kategori A enligt SSMFS 2008:51 [10]. För denna kategori gäller alltid individuell persondosmätning med dosimetriutvärdering vid ett certifierat persondosimetrlaboratorium. Rutinemässig arbetsplatsmonitoring ska utföras med avseende på såväl externstrålning som kontamination, för att förvissa sig om att strålmiljön vid arbetsplatsen är den förväntade.
Dosuppskattning	Uppskattning baserad på transportindex TI	<ul style="list-style-type: none"> • Direkt uppskattning • Uppskattning baserad på transportindex TI 	<ul style="list-style-type: none"> • Direkt uppskattning • Uppskattning baserad på transportindex TI
Dokumentation och rapportering		Mätdata som ligger till grund för uppskattning av personernas doser ska sparas minst ett år efter utgången av det kalenderår mätningarna utfördes. Uppmätta persondosmätare ska rapporteras till det centrala nationella registret. Rapporteringen får överlämnas till det anlitade persondosimetrlaboratoriet. Se vidare SSMFS 2008:51 [10].	Resultatet från övervakning av strålmiljön ska dokumenteras och bevaras minst ett år efter utgången av det kalenderår mätningarna utfördes. Uppmätta persondosmätare ska rapporteras till det centrala nationella registret. Rapporteringen får överlämnas till det anlitade persondosimetri-laboratoriet. Se vidare SSMFS 2008:51 [10].

8. Slutsats

Användandet av ALARA principen har sedan länge varit drivkraften bakom utvecklingen av strålskyddet inom andra verksamheter och förväntas nu även bli så för strålskyddsutvecklingen inom transport i och med kravet på upprättande av strålskyddsprogram.

Genom att följa de riktlinjer som ges i denna rapport bör de doser som erhålls av personal och allmänhet kunna hållas på en rimligt låg nivå med hänsyn tagen till såväl ekonomiska som sociala faktorer och inte innebära någon större ekonomisk eller administrativ börda för transportföretagen.

9. Referenser

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2009 Edition Safety Requirements Series No. TS-R-1,(2009).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material Safety Guide Series No. TS-G-1.1 (Rev.1), (2008).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Planning and Preparing for Emergency Response to Transport Accidents Involving Radioactive Material, Safety Standards Series No. TS-G-1.2, (2002).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material, Safety Guide Series No. TS-G-1.3, (2007).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Management System for the Safe Transport of Radioactive Material, Safety Guide Series No. TS-G-1.4, (2008).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Compliance Assurance for the Safe Transport of Radioactive Material, Safety Guide Series No. TS-G-1.5, (2009).
- [7] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION: The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. (2007).
- [8] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION: General Principles for the Radiation Protection of Workers, ICRP Publication 75 (1997).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, International Basic Safety Standards for Protection against Ionising Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).
- [10] STATENS STRÅLSÄKERHETSMYNDIGHET. Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om grundläggande bestämmelser för skydd av arbetstagare och allmänhet vid verksamhet med joniserande strålning, SSMFS 2008:51
- [11] MYNDIGHETEN FÖR SAMHÄLLSSKYDD OCH BEREDSKAP, ADR-S föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2011:1.
- [12] STRÅLSÄKERHETSMYNDIGHETEN Kartläggning av transportflödet samt doser till personal och en uppskattning av doser till allmänheten vid transport av radioaktiva ämnen I Sverige. 2012



2012:09

Strålsäkerhetsmyndigheten har ett samlat ansvar för att samhället är strålsäkert. Vi arbetar för att uppnå strålsäkerhet inom en rad områden: kärnkraft, sjukvård samt kommersiella produkter och tjänster. Dessutom arbetar vi med skydd mot naturlig strålning och för att höja strålsäkerheten internationellt.

Myndigheten verkar pådrivande och förebyggande för att skydda människor och miljö från oönskade effekter av strålning, nu och i framtiden. Vi ger ut föreskrifter och kontrollerar genom tillsyn att de efterlevs, vi stödjer forskning, utbildar, informerar och ger råd. Verksamheter med strålning kräver i många fall tillstånd från myndigheten. Vi har krisberedskap dygnet runt för att kunna begränsa effekterna av olyckor med strålning och av avsiktlig spridning av radioaktiva ämnen. Vi deltar i internationella samarbeten för att öka strålsäkerheten och finansierar projekt som syftar till att höja strålsäkerheten i vissa östeuropeiska länder.

Strålsäkerhetsmyndigheten sorterar under Miljödepartementet. Hos oss arbetar drygt 250 personer med kompetens inom teknik, naturvetenskap, beteendevetenskap, juridik, ekonomi och kommunikation. Myndigheten är certifierad inom kvalitet, miljö och arbetsmiljö.

Strålsäkerhetsmyndigheten
Swedish Radiation Safety Authority

SE-171 16 Stockholm
Solna strandväg 96

Tel: +46 8 799 40 00
Fax: +46 8 799 40 10

E-mail: registrator@ssm.se
Web: stralsakerhetsmyndigheten.se