
SKI-PERSPEKTIV

Bakgrund

Under den senaste 10-års perioden har frågan om illegal handel och otillåten hantering av kärnämne och andra radioaktiva material s.k. illicit trafficking rönt ett allt större internationellt intresse. Orsaken till intresset står självklart att finna i att okontrollerad handel och hantering utgör dels ett hot mot hälsa och miljö dels också en risk för spridning av kärnvapen. Det står vidare klart att problemet är av gränsöverskridande karaktär d.v.s. inget land kan på egen hand komma till rätta med det. Således krävs att alla länder vidtar lämpliga åtgärder inom ett flertal områden såsom fysiskt skydd av materialet, kärnämneskontroll s.k. safeguard, tillståndsgivning av import och export samt tull- och gränskontroll. Först när en internationell samsyn finns och alla dessa åtgärder uppnått en acceptabel gemensam lägsta nivå finns förutsättningar för att på ett effektivt sätt kunna komma tillrätta med problemet.

SKI:s syfte

Efter Sovjetunionens fall bedömdes risken vara stor för smuggling av kontaminerat skrot och annat radioaktivt material från öst till Sverige. I samband med detta vidtog svenska myndigheter vissa åtgärder, bl.a. införskaffade tullverket bärbara handmonitorer för mätning av joniserande strålning. Någon djupare analys av problemets omfattning, d.v.s. hur stor risken var för smuggling av kärnämne eller annat radioaktivt material t.ex. strålkällor till Sverige, gjordes aldrig. Följaktligen saknas i huvudsak underlag för en bedömning av problemets omfattning och vilka åtgärder som skulle vara lämpliga att vidta för att förebygga ett eventuellt problem.

Som ett första steg för att ge underlag för ett väl underbyggt beslut om en samlad svensk strategi för att motverka illicit trafficking uppdrog SKI våren 2000 åt FOI att kartlägga Sveriges förmåga att detektera smugglingsförsök av kärnämne eller andra radioaktiva material samt kapaciteten att utföra en noggrannare analys av sådana beslag.

Resultat

Studien visar på brister och pekar på behov av åtgärder. Bland annat behöver problemets omfattning utredas ytterligare, förslagsvis genom en inledande pilotstudie vid lämpliga gränskontrollorter.

Eventuell fortsatt verksamhet inom området

SKI har ett nationellt tillsynsansvar bl.a. i fråga om åtgärder för att begränsa spridning av kärnvapen. SKI avser att i samarbete med främst SSI och tullverket tillvarata studiens resultat och vidta lämpliga åtgärder för att ge ytterligare underlag för ett väl underbyggt beslut om en samlad svensk strategi för att motverka illicit trafficking.

Projektinformation

SKI:s projekthandläggare: Stig Isaksson

Projektnummer: 14.10-000532/99048

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	5
SUMMARY IN ENGLISH	5
1 INLEDNING	6
2 BAKGRUND	6
2.1 MOTIV	6
2.2 INTERNATIONELLT ARBETE FÖR BEKÄMPANDE AV "ILLCIT TRAFFICKING"	7
2.3 NATIONELLA PROGRAM	9
3 METODER FÖR ATT DETEKTERA RADIOAKTIVA MATERIAL	10
4 KARTLÄGGNING AV NUVARANDE SITUATION I SVERIGE	12
4.1 RESURSER FÖR DETEKTION AV RADIOAKTIVT MATERIAL	12
4.1.1 <i>Tullverket</i>	12
4.1.2 <i>Andra myndigheter</i>	14
4.1.3 <i>Järnverk, omsmältningssverk och skrotgårdar</i>	14
4.2 RESURSER FÖR DETALJERAD ANALYS AV BESLAGTAGET MATERIAL	15
4.3 RUTINER OCH HANDLINGSPLANER	15
4.4 UTBILDNING	16
5 PROBLEM OCH BEHOV	16
6 FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER	19
7 REFERENSER	21

APPENDIX I

APPENDIX II

APPENDIX III

SAMMANFATTNING

Denna rapport är resultatet av en kartläggning av Sveriges nuvarande förmåga att detektera ett smuglingsförsök av kärnämne eller andra radioaktiva material, samt kapaciteten att utföra en noggrannare analys av sådana beslag.

Resultatet av studien visar att Sverige idag har liten kapacitet att avslöja ett försök till smuggling av sådana ämnen. Den begränsade mätkapacitet som finns tillgänglig är ej känslig nog för ändamålet och utnyttjas inte optimalt. Det saknas dessutom erforderlig utbildning inom området för berörda tulltjänstemän. Tillräcklig kapacitet för en första analys av beslagttaget material finns idag i landet, men handlingsplaner som beskriver tillvägagångssättet i den vidare hanteringen bör utarbetas.

Det stora antalet beslag av radioaktivt material i länder med utbyggd detektionskapacitet tyder på att otillåten hantering av dessa material fortfarande är signifikant. Även om vi ej hittills upptäckt många fall av "illicit trafficking" i Sverige – delvis beroende på vår begränsade mätkapacitet – vet man dock ej hur många fall som passerat obemärkta.

För att öka möjligheten att detektera kärnämne och andra radioaktiva material är fasta mätinstallationer vid gränskontrollerna den mest effektiva åtgärden. För att utreda behovet närmare föreslås en inledande pilotstudie. Vidare föreslås utökad utbildning av tulltjänstemännen inom området, utarbetande av fasta rutiner för hantering och analys av beslagttaget material samt formaliserande av kontakterna med utländska analyslaboratorier.

SUMMARY IN ENGLISH

This report is the result of a survey of the existing Swedish national capability to detect an attempt to smuggle nuclear material or other radioactive substances. The capacity to perform a more thorough analysis of a seized sample has also been investigated.

The study shows that Sweden today has a small capacity to disclose a smuggling attempt of such materials. The limited detection capacity that exists is not sensitive enough for this purpose, and is not used in an optimal way. Furthermore, relevant education of the custom officers is needed. Today, a national capability for an initial analysis of seized material exists, but action plans describing the handling of the material should be resolved.

The high number of seizures of radioactive material in countries having a better detection capability indicates that illicit trafficking of radioactive materials is still a problem. In Sweden, we so far do not have many reported incidents of illicit trafficking – partly due to our limited capacity to detect radioactive material – however, we do not know how many incidents that really have occurred.

Fixed installations for detection at the border controls are the most efficient way to improve our capacity for detecting nuclear material. An initial pilot study is suggested to be able to estimate the need. Increased education of the custom officers, establishment of formal routines for handling and analysis of seized materials, and to formalise the contacts with international analysis laboratories are also identified as important factors to be improved.

1 INLEDNING

Denna rapport är resultatet av ett arbete som har utförts av Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) på uppdrag av Statens kärnkraftinspektion (SKI). Målet med projektet har varit att kartlägga Sveriges nuvarande förmåga att detektera ett smuglingsförsök av kärnämne eller andra radioaktiva material, samt kapaciteten att utföra en noggrannare analys av sådana prov. Identifikation av behov och förslag på åtgärder ingår också i studien. Rapporten fokuserar på åtgärder för att motverka spridning av kärnvapen, d.v.s. otillåten hantering av vapenmaterial (uran och plutonium), men hanteringen av strålkällor och andra radioaktiva material berörs också.

Den primära åtgärden för att förhindra att kärnämne och andra radioaktiva material kommer på avvägar är säkerheten (det fysiska skyddet) vid anläggningen där materialet finns förvarat. Arbete för att förbättra säkerheten och kontrollen vid sådana lager och anläggningar pågår internationellt. Det fysiska skyddet kommer ej att behandlas vidare i denna rapport, där vi istället fokuserar på den nationella förmågan att förhindra olaglig införsel av kärnämne och andra radioaktiva material.

Förutom litteraturstudier har ett antal intervjuer med representanter för Tullverket, SKI, Statens Strålskyddsinstitut (SSI), Försvarets materielverk (FMV) och Räddningsverket (SRV) genomförts. Ett antal analyslaboratorier, några av landets omsmältningsverk samt detektorförsäljare har också kontaktats.

För att sätta in resultatet i ett större perspektiv och för att ge bakgrund inom området återfinns först i rapporten en kort genomgång av den nationella hotbilden och en beskrivning av det arbete som bedrivs internationellt inom detta område. Sedan följer en schematisk beskrivning av mätmetoder, följt av en kartläggning av den nuvarande situationen i Sverige. Identifikation av problem och behov samt förslag till åtgärder presenteras sedan i slutet av rapporten. Rapporten innehåller också tre appendix där den intresserade läsaren kan inhämta information av mer teknisk karaktär.

I rapporten används benämningen ”illicit trafficking” för den olagliga hantering som sker med kärnämne och andra radioaktiva material. Till kärnämne räknas uran, plutonium eller andra ämnen som kan användas för utvinning av kärnenergi. Dessa ämnen är radioaktiva och vissa former av dessa kan även användas i kärnvapensammanhang. Andra ämnen som är radioaktiva, men inte kan användas för ovanstående ändamål, benämns istället ”andra radioaktiva material”. Exempel på sådana material är preparat som används inom industri, medicin och forskning.

2 BAKGRUND

2.1 Motiv

Under det säkerhetspolitiskt osäkra läget i början av 90-talet, efter Sovjetunionens fall, bedömdes risken vara stor för olaglig införsel av kontaminerat skrot och andra metaller från öst till Sverige. Denna ökande tendens av illegal handel bedömdes också vara en signal för att annat material, som kärnämne, skulle kunna finnas på marknaden.

Det största hotet för illegal införsel av kärnämne eller andra radioaktiva material bedöms fortfarande komma från före detta Sovjetunionen. Vid tiden för Sovjets

upplösning var säkerheten vid lager innehållande klyvbart material mycket dålig. Icke utbetalda löner till anställda vid dessa lager och korruption ökade risken för att material kom på avvägar. Andra bidragande faktorer var den undermåliga transportsäkerheten och öppnandet av stängda forskarstäder som gav ökad tillgänglighet till lagren. Säkerheten har dock förbättrats under åren, framförallt genom ekonomiskt stöd från USA, men risken för stöld av vapenmaterial är fortfarande signifikant. Ur icke-spridningssynpunkt bedöms det således fortfarande vara av stor vikt att kontrollera att stulet kärnämne ej passerar över bland annat Sveriges gränser och ur strålskyddssynpunkt är det förstås viktigt att förhindra att andra radioaktiva material och strålkällor okontrollerat förs in i landet.

Ingen vet exakt hur stort utbudet av kärnämnen är på den illegala marknaden. Vapenmaterial finns förvarat på ett hundratal platser runt om i Ryssland i stridspetsar, som bränsle för atomubåtar, i monterings-, och demonteringsanläggningar, i reaktorer och vid forskningscentra. Hundratals rapporter om smugglingsincidenter har rapporterats, men många av dessa är av mediakaraktär med låg trovärdighet. Ryska myndigheter har också förnekat många av dessa påstådda fall. Rysslands försvarsminister, Ivanov, meddelade dessutom nyligen att antalet försök till stöld av klyvbart material har minskat kraftigt. Under 1990-94 var antalet anmälda försök 21, medan det mellan 1995-1999 endast anmäldes två försök. Det finns dock ett mörkertal och det är dessutom okänt hur stor marknaden för dessa material egentligen är.

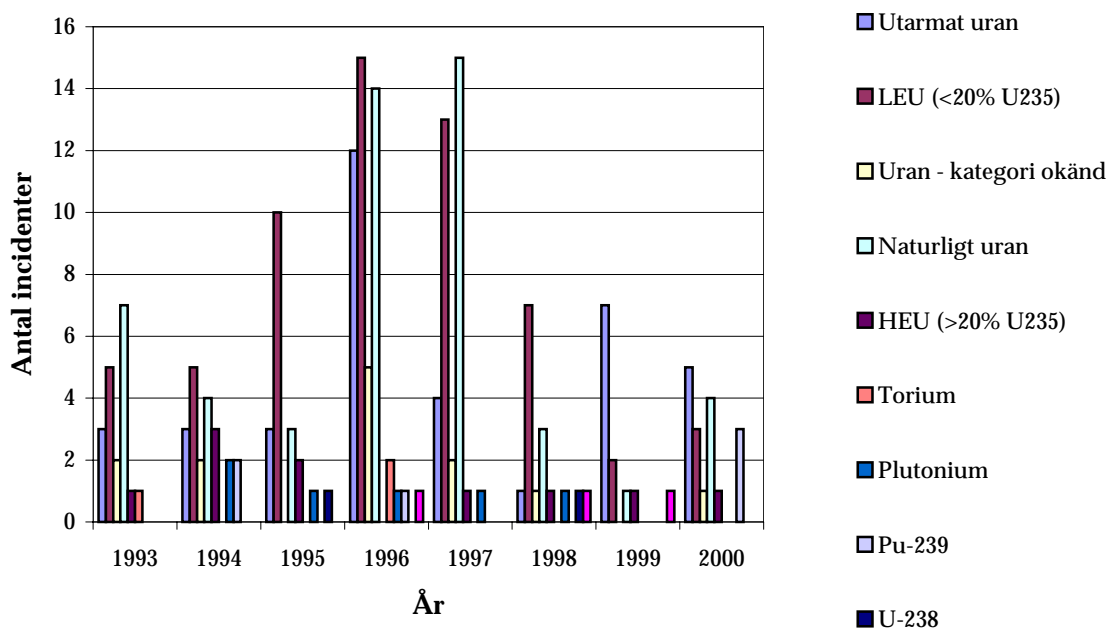
Vapenmaterial kan möjligen misstänkas ha en slutdestination i Mellanöstern eller övriga Asien och den mest troliga vägen är i så fall den från Ryssland via Kaukasus söderut. Sverige används därför sannolikt ej som transitland för denna handel, men vi är däremot på grund av vårt norra läge troligen mer utsatt för smuggling från Kola-halvön via Nordkalotten. Våra hamnar som trafikeras av fartyg från icke-EU länder, exempelvis från Baltikum, kan misstänkas vara utsatta för viss illegal handel.

När det gäller andra radioaktiva metaller, strålkällor och kontaminerat skrot så visar bland annat det stora antalet fall i länder som har lagt ner mer resurser på stråldetektorer vid gränskontroller än Sverige att denna hantering fortfarande sker (se avsnitt 2.3). Detta motiverar att även Sverige borde ha en effektiv kontroll över det radioaktiva material som eventuellt passerar landets gränser. En effektiv gränskontroll anses även ha avskräckande effekt på en potentiell smugglare.

Ett annat motiv för att Sverige bör ha god inhemsk förmåga att bekämpa olaglig trafik med kärnämne är att kunna agera med större förtroende i det internationella arbetet på området, exempelvis inom olika stödprojekt och i frågor rörande nedrustning och icke-spridning.

2.2 Internationellt arbete för bekämpande av "illicit trafficking"

IAEA administrerar sedan 1993 en databas där händelser som rör olaglig hantering av radioaktivt material (framförallt smuggling) rapporteras av för tillfället 68 deltagande länder och där de införda händelserna är bekräftade av respektive land. Svensk kontaktmyndighet för databasen är SKI. Databasen innehåller idag data på över 300 incidenter, varav ungefär 5% innefattar kärnämne av vapenkvalitet (plutonium eller höganrikat uran). De flesta fall rörande kärnämne i databasen innefattar utarmat, låganrikat eller naturligt uran (se Figur 1).



Figur 1: Statistik över bekräftade incidenter som involverar kärnämne rapporterade till IAEA:s databas.

IAEA driver även tillsammans med World Customs Organization (WCO) arbete med att utarbeta riktlinjer och handlingsplaner för hur myndigheter skall agera i händelse av smuggling av radioaktivt material [1,2,3]. Riktlinjerna beskriver hur man praktiskt skall gå till väga vid mätning och beslag, vilken utrustning som kan användas, krav på instrumenten, hur smugglingen kan försvåras etc. Dessa rapporter kommer att publiceras under våren 2001. IAEA har också sedan 1997 arbetat med att utvärdera en mängd mätinstrument som finns på marknaden idag [4]. Denna utredning (ITRAP) är i princip slutförd och de viktigaste resultaten presenteras i avsnitt 3.

Ett exempel på arbete inom bekämpandet av "illicit trafficking" utanför IAEA:s regi är Nuclear Smuggling International Technical Working Group (ITWG) som bildades 1995 inom ramen för G8-länderna i syfte att främja samarbete inom bekämpandet av smuggling av kärnämne [5]. Arbetet inom ITWG är koncentrerat på den tekniska delen av problematiken, och omfattar i huvudsak frågor rörande detektionsmetoder vid gränsövergångar samt utarbetande av rutiner för analys av beslagttaget material i syfte att besvara frågor om exempelvis materialets ursprung och avsedd användning. En viktig funktion hos gruppen är att den ger internationella kontakter som kan utnyttjas vid smugglingsincidenter.

Under 1999 organiserade ITWG ett jämförelsetest i syfte att utvärdera och förbättra den internationella förmågan att utföra en forensisk (rättsteknisk) analys av beslagttaget kärnämne. Prov av plutonumdioxid analyserades av fem laboratorier i USA och Europa. Sverige deltog inte i testet. Analysen fokuserade på att få fram information om materialets ursprung och användning. Samtliga laboratorier kunde presentera tillfredställande analysresultat, dock med olika detaljeringsgrad. En fortsättning på övningen där ett uranprov skall analyseras pågår för närvarande.

Ett annan central verksamhet inom ITWG är upprättandet av en modellhandlingsplan för forensisk analys. Syftet med en sådan är att tjäna som guide för enskilda länder att

strukturera insatserna vid en händelse som involverar beslag av kärnämne vid en gränsövergång, med betoning på de tekniska frågeställningarna. En sammanfattning av en sådan plan återfinns i Tabell 1. Planen delar in processen i ett antal faser, alltifrån detektion av materialet vid gränsen till analys i laboratoriet. Det är inte alls nödvändigt eller ens möjligt, att samtliga länder skall ha resurser att utföra alla delar av ett sådant arbete. Tvärtom kan det finnas mycket att vinna på att koncentrera resurserna för den mest komplicerade analysen i det senare skedet till ett fåtal internationella laboratorier. Det är dock viktigt att en viss analyskapacitet finns nationellt, inte minst av juridiska skäl (se vidare i avsnitt 5).

Tabell 1: En modellhandlingsplan för forensisk analys av kärnämne utarbetat inom ITWG.

<i>Verksamhet</i>	<i>Frågeställningar /metoder</i>	<i>Involverade myndigheter</i>
Detektion	Underrättelse Mätinstrument Slump	Underrättelsemyndigheter Tullverk Polis
Riskbedömning	Strålningsrisk Lokalisering av fällor.	Strålskyddsmyndigheter Specialiserade tjänster.
Säkring av bevis	Enligt nationella regelverk.	Juridiska myndigheter.
Kategorisering av material (radioaktivt material eller kärnämne)	Bryter innehavet mot nationell eller internationell lagstiftning?	Specialiserade tjänster med mobila instrument.
Identifiering	Avsedd användning, ursprung, smuglingsväg.	Specialiserade laboratorier.

Sverige deltar aktivt i det internationella arbetet att bekämpa "illicit trafficking" av kärnämne. Ett exempel är ett svensk-norsk-lettiskt samarbetsprojekt som bedrivits med målet att föreslå förbättringar av arbetsformerna både på nationell och internationell nivå. Resultatet finns beskrivet i SKI-rapporten "Report on Combatting of Illicit Trafficking" [6].

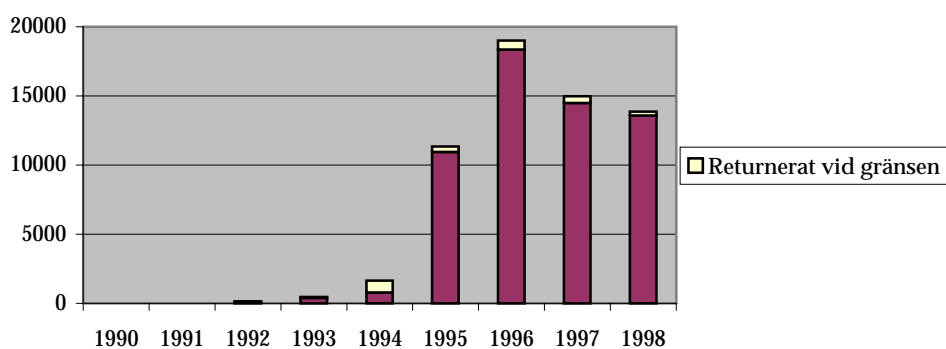
2.3 Nationella program

Som exempel på nationella program inom bekämpandet av "illicit trafficking" följer här en kort beskrivning av situationen i några länder.

Finland har, motiverat av sin 1324 km långa gräns mot Ryssland, ett väl utbyggt system för övervakning av gränsen med avseende på joniserande strålning. Man har installerat sex fasta monitorer för personbilar och lastbilar och sex stycken för tåg, fördelat på de tio gränsövergångarna längs den finsk-ryska gränsen. Detta har resulterat i mängder av beslag under de senaste åren. Exempelvis hade man 23 fall av kontaminerat skrot som fick vända tillbaka vid gränskontrollen under 1997.

Ett annat bra exempel på att detektorer installerade vid gränserna verkligen ger en signifikant ökning av antalet beslag, och dessutom ger en liten uppfattning om det stora mörkertalet i dessa sammanhang är Polen. Under mitten av nittio-talet byggde man ut gränsövervakningen till att innefatta över 100 fasta monitorer för gammastrålning och 750 handinstrument. Resultatet återges i Figur 2, som visar antalet incidenter mellan 1990 och 1998. Histogrammet visar en dramatisk ökning efter det att detektorerna

installerats, med ett maximum under 1996 på närmare 20000 incidenter. Många incidenter är av relativt oskyldig karaktär, såsom svamp kontaminerad med cesium från Tjernobyl och personer som genomgått medicinsk terapi etc. (se Appendix I). Det förekommer också fall av mer allvarlig karaktär, bland annat rapporterades 14 fall till IAEA:s databas mellan åren 1993 och 2000.



Figur 2: Antal fall involverande radioaktivt material vid Polska gränskontroller. Antalet detektorer utökades väsentligt under mitten av nittiotalet.

Tyskland är det land som rapporterar det största antalet fall till IAEA:s databas (83 bekräftade fall mellan 1993 och 2000). Tyskland har ett program för att förstärka övervakningen innefattande bland annat utbildning av berörda tjänstemän, formandet av "search teams" som består av polis och strålskyddsexperter. Man har mobil utrustning med förmåga att detektera både neutron- och gammastrålning, rutiner för transport av detekterat material och utrustning och kompetens för noggrannare analys av beslagttaget material.

3 **METODER FÖR ATT DETEKTERA RADIOAKTIVA MATERIAL**

Kärnämne och andra radioaktiva material avger joniserande strålning av flera slag; alfa-, beta- och gammastrålning, och även neutroner. Endast gamma- och neutronstrålning har tillräckligt lång räckvidd för att låta sig detekteras med hjälp av den relativt enkla och robusta teknik som kan komma ifråga vid rutinkontroller vid en gränsövergång. En mer detaljerad genomgång av vilka ämnen man kan förvänta sig att stöta på, samt vilken strålning de avger, återfinns i Appendix I.

Konceptet *detektion* av ett smuglingsförsök av radioaktivt material inkluderar mer än bara registreringen av en signal i en strålningsdetektor. Förutom en första mätning måste resultatet utvärderas med avseende på falsklarm. Ämnet skall sedan identifieras. Olika uppgifter ställer olika krav på mätutrustningens komplexitet och personalens kompetens. Vid den inledande mätningen vid en gränskontroll är det tillräckligt om stråldoshastigheten registreras, medan identifikation av materialet kräver en utrustning som även kan mäta energin hos gammastrålningen.

Ett sätt att klassificera detektionsutrustning som kan komma ifråga vid en gränskontroll kan se ut enligt följande:

- 1) **Fickinstrument** – mäter företrädesvis stråldoshastigheten från gammastrålning. Idag finns även bärbara instrument som kan detektera neutroner, om än med ganska dålig känslighet. Fickinstrument är i första hand avsedda för personligt strålskydd.
- 2) **Portabla instrument** – kan registrera både gamma- och/eller neutronstrålning. Portabla identifikationsinstrument, som kan ge information om vilket ämne som avger strålningen, finns också att tillgå på marknaden idag.
- 3) **Fasta monitorer** – mäter stråldoshastighet för gamma- och/eller neutronstrålning. Detektorerna tillverkas i form av portaler eller ramper som mäter på passagerare, personbilar, lastbilar och tåg.
- 4) **Aktiva mättekniker** – bestrålar objektet med exempelvis neutroner som gör materialet svagt radioaktivt. Denna inducerade radioaktivitet registreras med en detektor, och information fås om objektets sammansättning. Denna metod måste tillämpas av specialiserad personal, men kan vara användbar då exempelvis underrättelse givit information om att ett speciellt fordon eller paket skulle innehålla kärnämne. Då den ger information inte bara om de radioaktiva ämnena, kan metoden även användas för att detektera explosivämnen, droger och andra kemikalier.

En mer detaljerad beskrivning av de olika metoderna återfinns i Appendix II. De tre första kategorierna beskrivs i IAEA:s rekommendationer "Detection of radioactive materials at borders" [1]. Den fjärde kategorin är kanske något mer exotisk och komplicerad, men bör nämnas då den erbjuder unika möjligheter i speciella situationer.

IAEA har upprättat minimikrav för de olika detektortyperna med avseende på känslighet för både gamma- och neutronstrålning [2]. En sammanfattning av de viktigaste kraven återfinns i Tabell 2. Som jämförelse kan nämnas att gammabakgrundsstrålningen i Sverige ligger på ca 0.1-0.2 $\mu\text{Sv/h}$ (variationen beror på geologiska faktorer). Bakgrundsstrålningen från neutroner är i princip obefintlig.

Tabell 2: Några av IAEA:s minimikrav för detektorer som kan användas vid gränskontroller.

<i>Typ av Instrument</i>	<i>Typ av strålning</i>	<i>Uppmätt stråldoshastighet* eller neutronflöde</i>	<i>Detektions – Sannolikhet</i>
Fickinstrument	Gamma	1 $\mu\text{Sv/h}$ (mättid <1 s)	99%
Bärbara	Gamma	0.2 $\mu\text{Sv/h}$ (mättid <3 s)	99%
	Neutroner	20000 n/s (mättid <10 s på ett avstånd av 0.25 m ^{**})	99%
Fasta monitorer	Gamma	0.1 $\mu\text{Sv/h}$ (mättid <1 s)	99.9%
	Neutroner	20000 n/s (mättid <5 s på ett avstånd av 2 m)	99.9%

* Vid en bakgrunds nivå på 0.2 $\mu\text{Sv/h}$.

** Motsvarar antalet fissionsneutroner från 0.01 μg ²⁵²Cf, eller ca 300 g vapenplutonium.

En viktig studie rörande detektion av joniserande strålning vid gränskontroller är det tidigare nämnda ”Illicit Trafficking Radiation Detection Assessment Program – ITRAP”, som är ett internationellt test av kommersiella instrument för detektion av gamma- och neutronstrålning vid gränsövergångar. Företag inbjöds att delta med sina mätinstrument, både stationära och bärbara. Dessa utprovades sedan bland annat med avseende på falsklarm och övriga minimikrav. De första resultaten visade att 85% av de fasta neutrontektionssystemen inte klarade specifikationerna. Motsvarande siffra för gammadetektion var över 70%. Efter modifieringar av tillverkarna klarade mer än 50% av systemen de uppsatta kraven. Studien fann vidare att inga av instrumenten avsedda för isotopidentifikation klarade samtliga uppställda krav.

I resultatredovisningen från ITRAP betonas även vikten av enkelhet hos instrumenten, samt att utbildning av tullpersonal inom området radioaktiva material är av central betydelse för en effektiv övervakning. I slutsatserna nämns även svårigheten att lokalisera orsaken till ett larm i stora fordon, och man rekommenderar därför ett mer sofistikerat system för mätning av dessa objekt. Trots att man fann en hel del tillkortakommanden hos den studerade utrustningen drar man den sammanfattande slutsatsen att genom installation av detektorer av den typ som utprovats i ITRAP ökas skyddet mot smuggling av kärnämne och andra radioaktiva material väsentligt.

4 **KARTLÄGGNING AV NUVARANDE SITUATION I SVERIGE**

4.1 Resurser för detektion av radioaktivt material

4.1.1 Tullverket

För cirka tio år sedan fanns det ingen kapacitet hos det svenska gränsskyddet att utföra radioaktivitetsmätningar. Det säkerhetspolitiskt osäkra läget efter dåvarande Sovjetunionens fall i kombination med det faktum att tullen noterade ett antal beslag av ovanliga, ej radioaktiva metaller (cesium, gallium, osmium, rubidium och skandium) gjorde att man misstänkte att det även fanns en marknad för radioaktiva ämnen. Tullverket köpte därför in ett antal bärbara handmonitorer för mätning av joniserande strålning. Detta instrument (RNI intensimeter, se Figur 3) kan endast detektera gammastrålning och ger utslag i form av en stråldoshastighet (Sv/h). Till intensimetern finns också en mer känslig påkopplingsbar prob som kan mäta betastrålning. Det finns idag 58 sådana handmonitorer utplacerade i de olika tullregionerna (se Tabell 3).

Tabell 3: Utplaceringen av Tullverkets intensimetrar (se även Figur 4).

<i>Region</i>	<i>Antal</i>
Mälardalsregionen	16
Nedre Norrlandsregionen	6
Skåne regionen	5
Västsvenska regionen	14
Östersjöregionen	1
Övre Norrlandsregionen	12

På försök installerades en av monitorerna vid en fast position för passagerare på Arlanda under en tid. I dessa kontroller larmade detektorn dock endast för patienter som genomgått radioterapi. En av dessa monitorer monterades även i Värtahamnen i passagen för inkommande passagerare, men inte heller här avslöjades några fall av smuggling av radioaktivt material. Orsaken till resultatet torde delvis härstamma från detektorns låga känslighet jämfört med en för ändamålet mer lämpad fast utrustning.

En illustration till detta faktum är ett inofficiellt test av Tullverkets intensimeter vid Avesta Sheffield's stora portal där en skärmad strålkälla var gömd i en lastbil med skrot. Den stora portalen (Exploranium GR-526/4400) och SSI:s mer avancerade instrument gav utslag på denna strålkälla, medan Tullverkets handinstrument ej gav någon indikation.



Figur 3: Intensimeter RNI 10/R som finns utplacerad vid tullkontoren i Sverige[7].

Med undantag av de redan nämnda försöken med fast uppmonterade handinstrument under en begränsad tid så har inte Tullverket använt sig av någon fast utrustning, något som är nödvändigt för att åstadkomma en rutinmässig övervakning av inpasserande personbilar, lastbilar, tåg och containers. Användningen av existerande utrustning är dessutom sporadisk och ingen rutinmässig kontroll sker. Handmonitorerna används idag vid kontroll av vissa skrotlaster från öst och vid speciella utryckningar. Erfarenheten visar att denna typ av handburna detektorer så småningom endast används sporadiskt, eller helt tas ur bruk.

4.1.2 Andra myndigheter

Även andra svenska myndigheter och organisationer har utrustning för mätning av joniserande strålning varav några nämns nedan.

SSI har ett antal olika mobila handinstrument för mätning av alfa-, beta- och gammastrålning som kan användas vid uttryckning av strålskyddsinspektör. De har även handburna gammaspektrometrar som på plats kan ge en första indikation på vilket radioaktivt ämne det rör sig om. SSI använder även samma intensimeter (RNI) som Tullverket.

Räddningsverket köpte in nya handburna instrument 1998 och idag finns 1200 stycken intensimeter (SRV-200) utplacerade i landets alla kommuner (2 per kommun och 50 extra i län med kärnkraftverk) samt vid räddningstjänster och utbildningsplatser.

Försvarets materielverk (FMV) har införskaffat ett stort antal instrument i beredskapssyfte. Hela 6200 handburna intensimeter finns idag utplacerade i mobiliseringsförråd, varav en del används vid utbildning på regementen och vid övningar. FMV är också på väg att införskaffa 4300 persondosimetrar för användning vid internationella uppdrag.

Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) har också ett antal detektorer för mobilt bruk både intensimeter, bärbara gammaspektrometrar och neutrondetektorer.

4.1.3 Järnverk, omsmältningsverk och skrotgårdar

Stor erfarenhet av fasta portaler för detektion av joniserande strålning för att mäta på bilar och järnvägsvagnar går idag att finna vid landets järnverk (omsmältningsverk) och skrotgårdar som handlar med importerad skrot. Samtliga landets omsmältningsverk har idag – eller inom en snar framtid – någon form av detektionskapacitet. Dessutom har en mängd skrotgårdar eller dess direktimportörer detektionsmöjlighet (se Appendix II för fler tekniska detaljer om detektorerna vid dessa platser).

Det finns inga krav från myndigheter på att kontrollera skrot och metall med avseende på joniserande strålning. Initiativet till att mäta är företagets eget då det är av stor ekonomisk och konkurrensmässig vikt att kontaminerat skrot inte hamnar i produkterna. De detektorsystem som är i bruk idag kan användas för att detektera om det kommer strålning från lasten, men ej för kvantifiering eller identifiering.

SSI har inte utarbetat några föreskrifter om hur företagen skall gå till väga, men har gett ut ett informationsblad ("Strålningskontroll på skrot", 1996) och de ger stöd och hjälp vid situationer av mer allvarlig natur. Det har under årens lopp inkommit många rapporter till SSI från industrin angående kontaminerat skrot. Många av fallen har dock kunnat härledas till naturlig radioaktivitet såsom beläggningar av radiumhaltiga mineral i rör från oljeindustrin, cesium härrörande från Tjernobyli som t.ex. via träd anrikats i viss utrustning i pappersmassaprocessen etc.

Ett par gånger har det även upptäckts strålkällor från medicinsk användning eller mätinstrumentering vilka sedan har kunnat omhändertas av myndigheterna. Ett exempel, som för övrigt är det enda svenska bidraget till IAEA:s databas för "illicit trafficking", är en anordning för mätning av asfaltkvalitet innehållande två neutronpreparat (Am/Be, 2.2 GBq styck) som upphittades i slutet av 1999. Preparaten upptäcktes i en container med metallskrot med hjälp av en gammaportal [8].

4.2 Resurser för detaljerad analys av beslagtaget material

Den utrustning som finns idag vid våra gränskontroller har bara möjligheten att visa den totala stråldoshastigheten. Man kan således ej med hjälp av dessa instrument säga från vilket ämne strålningen härrör utan då krävs mer avancerad mätutrustning. Med hjälp av t.ex. högupplösande gammadetektorer kan man med stor sannolikhet bestämma vilket ämne det rör sig om. Denna typ av utrustning finns bl.a. hos SSI, Studsvik Nuclear, FOI, vid landets länssjukhus och vid diverse universitet och industrier (t.ex. Westinghouse Atom).

I en situation där ett prov innehållande kärnämne tagits i beslag är det nödvändigt att utföra en forensisk analys av materialet. Att hantera kärnämne kräver extra skydd och säkerhet och det finns endast ett fåtal anläggningar i Sverige som har tillstånd att handskas med större mängd kärnämne (>15 g); kärnkraftverken, Studsvik Nuclear, Westinghouse Atom, Chalmers Institution för kärnkemi och Ranstad Mineral AB. Det bör dock påpekas att laboratorierna ovan har olika begränsningar i sitt tillstånd att hantera kärnämne med avseende på mängd och halt av material. Vid ett beslag av stora mängder kärnämne eller material med hög isotoprenhet kan det behövas ytterligare tillstånd för att kunna analysera materialet vid någon av anläggningarna.

Hos Studsvik Nuclear, Westinghouse Atom och Chalmers Institution för kärnkemi finns lämplig masspektrometriutrustning för att noggrant kunna bestämma anrikningsgraden på uran, isotopförhållandet i ett plutoniumprov eller övriga intressanta isotopkvoter som kan behövas i den forensiska analysen. Det bör påpekas att själva analysutrustningen finns på ett flertal ställen i landet, men att det endast är laboratorierna ovan som har tillstånd och kompetens att utföra analyser på större mängder kärnämne. Förutom laboratorierna ovan finns det också ett antal små anläggningar som har tillstånd att hantera mindre än 15 gram kärnämne.

För enklare isotopkvotsbestämningar kan alternativt högupplösande gamma- eller alfaspektrometri användas, vilket finns hos ett antal laboratorier.

Övrig nationellt tillgänglig analysutrustning som kan tänkas krävas vid den fortsatta forensiska analysen, som exempelvis mer avancerad masspektrometri såsom TIMS eller utrustning för partikelanalys, har inte kapacitet för analys av större mängder kärnämne.

4.3 Rutiner och handlingsplaner

Tullverket har, efter samråd med SSI, SKI och SÄPO utarbetat riktlinjer för åtgärder "Vid anträffande av radioaktiva ämnen eller radioaktivt kontaminerade objekt" (från 1994). Om en stråldos på dubbla bakgrundsnivån uppmätes av tulltjänsteman eller om

stråldosen överstiger 0.7 $\mu\text{Sv/h}$ kontaktas SSI. Efter kontorstid nås tjänstgörande strålskyddsinspektör via SOS alarmering 112. Tullverket har dessutom instruktioner för hur de ur strålskyddssynpunkt skall handla för att skydda omgivningen från höga stråldoser i händelse av radioaktivt beslag genom upprättande av avspärning och bevakning.

SSI ger sedan anvisningar om den fortsatta hanteringen. Det finns idag inga utarbetade riktlinjer för detta, utan arbetet sker genom bedömningar av jourhavande strålskyddsinspektör eller ansvarig avdelning inom SSI. Det finns bland annat ett nät av radiofysiker vid landets länssjukhus som kan bistå med en första analys av materialet med hjälp av gammaspektrometri. Om objektet måste omhändertas och transporteras vidare för t.ex. förstöring, tar SSI kontakt med Studsviks Avfallsservice. Om objektet visar sig vara kärnämne (t.ex. uran, plutonium eller kärnavfall) svarar SSI för att SKI underrättas. SKI har idag inte heller några utarbetade rutiner för hur det fortsatta arbetet med analys av materialet skall utföras. SKI tar i första hand kontakt med Studsvik Nuclear som har analysmöjlighet och tillstånd att hantera kärnämne.

4.4 Utbildning

Tulltjänstemännens grundutbildning innehåller idag ingen allmän information om radioaktivitet, strålningens farlighet eller den befintliga mätutrustningen. Instruktion om hur mätutrustningen fungerar fås under arbetets gång när man kommer i kontakt med instrumentet. När instrumenten inköptes 1993 gavs viss utbildning på området till några tulltjänstemän vid varje region.

5 PROBLEM OCH BEHOV

Sverige har en landgräns som är cirka 2200 km lång och en 2800 km lång kustgräns. Tullverket är indelat i sex regioner och ett huvudkontor med tull expeditioner på 48 tullplatser (se Figur 4). Under 1999 ankom över 1.6 miljoner lastbilar och trailers, 11.1 miljoner personbilar, över 100 000 färjor, passagerarfartyg och lastfartyg samt 146 000 flygplan. Totalt passerade 52.5 miljoner personer Sveriges landgräns under 1999 [9].

Dessa siffror illustrerar den speciella mätproblematik man ställs inför om man vill bevaka gränserna kontinuerligt med avseende på radioaktivt material. Tusentals mätningar måste genomföras per dag, och detektionstiden blir med nödvändighet mycket kort (storleksordningen en sekund) för passerande fordon och passagerare. Detta skiljer sig väsentligt från tex. kärnkraftverk och vissa vetenskapliga institutioner, där radioaktivitetsmätningar förekommer rutinmässigt och där mätningen kan utföras under en längre tid. Vidare är det viktigt att antalet falsklarm reduceras till ett minimum.

Enligt nuvarande EU-lagstiftning är dock Tullverkets kontrollbefogenheter begränsad vid trafik mellan EU-länder. Rutinmässig kontroll på inkommande varor är ej tillåten (narkotika, vapen, dopingmedel etc. undantagna). Kontroll är endast tillåten om misstanke om smuggling föreligger. Detta innebär att mängden kontrollobjekt minskar jämfört med siffrorna ovan, men å andra sidan ger det ingen möjlighet för rutinmässig radioaktivitetskontroll av inkommande EU-trafik, även om aktuell vara ursprungligen kommer från ett riskområde.

Möjligheten att i Sverige idag upptäcka eventuell olaglig införsel av kärnämne och radioaktiva material är starkt begränsad då den enda detektionsutrustning som finns vid gränskontrollerna är de nämnda bärbara intensimetrarna med låg känslighet och begränsad användning.

En annan central brist på utrustningssidan är avsaknaden av kapacitet för neutrondetektion. Neutronstrålning saknas i praktiken i den naturliga bakgrunden, och avges inte av de flesta radioaktiva material. Detta faktum, tillsammans med att det produceras spontant i vapenplutonium (se Appendix I), och i viss utsträckning även av vissa uranisotoper, gör det till en mycket specifik signal för kärnämne. Dessutom är det svårare att skärma av neutronstrålning än den lågenergetiska gammastrålning som avges av uran och plutonium.

I en situation där ett prov innehållande kärnämne tagits i beslag är det nödvändigt att utföra en forensisk analys av föremålet. Exempel på frågor som man kan tänkas vilja ha svar på är :

- Vad har materialet för fysikaliska och kemiska egenskaper, inklusive kemisk sammansättning och isotopsammansättning?
- Har materialet några unika egenskaper, t.ex. orsakade av tillverkningsprocessen?
- Utgör materialet en fara eller ett hot?
- Är handhavande, lagring eller handel med detta material olagligt?
- Vad är materialets ursprung och smuglingsväg?

En sådan analys är nödvändig för att kunna bestämma källan och för att få bevis till den efterföljande juridiska processen. En noggrann isotopsammansättningsanalys kan ge information om vilken anriknings- eller uppberedningsanläggning materialet härstammar ifrån eller från vilken bränslefabrik urankutsar härrör. Detta kräver mer avancerad mätutrustning och dessutom måste analysen ske i speciella laboratorier där man kan handskas med dessa ämnen. För att dra slutsatser från en sådan analys och kunna sluta sig till materialets ursprung krävs också tillgång till en databas innehållande information om bränslesammansättning vid olika anläggningar. Som nämns i avsnitt 4.2 kan det komma att krävas ytterligare tillstånd för laboratoriet för att få hantera större mängder kärnämne. Handläggningstiden för att erhålla ett sådant tillstånd kan komma att utgöra ett hinder i analysarbetet, som bland annat av juridiska skäl måste ske snabbt.

Vid misstanke om brott (smuggling) kan den misstänkte gripas av tulltjänsteman som omedelbart måste hålla förhör och därefter kontakta åklagare för eventuellt beslut om anhållande. Vid anhållande måste åklagaren lämna häktningsframställan till rätten senast kl. 12 tredje dagen efter anhållningsbeslutet. Detta gör att en snabb första analys av det beslagtagna materialet är av största vikt för att kunna avgöra om den misstänkte skall kvarhållas eller ej. Det måste således finnas viss nationell analyskapacitet och utarbetade rutiner för hur beslagttaget material analyseras och vilka myndigheter som kontaktas. Kapaciteten för en sådan första analys finns idag i Sverige, men rutiner för hur och var denna analys skall ske finns ej utarbetade. Dessutom bör det påpekas att det idag inte finns några utarbetade kriterier från Sveriges sida för vad som skall rapporteras till IAEA:s databas.

6 FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER

Rapporten visar tydligt på att Sverige borde göra mer för att förhindra olaglig införsel av kärnämne och andra radioaktiva material till Sverige. Följande övriga åtgärder föreslås därför:

Detektorer

Fasta installationer vid de mest kritiska gränskontrollerna kan vara en effektiv åtgärd. Handburna instrument är dels ej tillräckligt känsliga och hamnar förr eller senare på hyllan. Fickmätare är ej tillräckligt känsliga för att användas i detektionssyfte utan är mer avsedda för personlig säkerhet. Fasta installationer för inkommande lastbilar med möjlighet för mätning av både gamma- och neutronstrålning är dock en relativt stor investering (från ca 300 000 kr) och för att bättre kunna bedöma i vilken omfattning Sverige är utsatt för ”illicit trafficking” av radioaktivt material föreslås en pilotstudie vid någon gränskontroll där risken för smuggling bedöms som störst. Detta kan ge en indikation på hur frekvent denna handel är, och hur stora åtgärder som kan behöva vidtas i Sverige. Då Sverige har mycket av sin landgräns mot EU-land eller Norge (lågriksland), kan Östersjöhamnarna anses vara mest relevanta att kontrollera. Arlanda skulle kunna vara en lämplig plats om flygtransporter skall kontrolleras.

Det är av stor vikt att möjlighet till neutrontektion finns vid dessa installationer för att ge större möjlighet att detektera kärnämne. Tullverket anser att fasta installationer vid färjelägen skulle vara önskvärda, och är i realiteten den enda möjligheten om man skall få ett fungerande system. Handburna monitorer skall dock finnas med som komplement. En fullständig täckning med dessa fasta installationer är dock en kostnadsfråga. Tullverket ser det även som intressant med en pilotstudie vid någon gränskontroll.

Utbildning

Utbildning av tulltjänstemännen om radioaktivitet, dess farlighet, enheter, gränsvärden och mätutrustning är av stor vikt. Detta skulle kunna åstadkommas genom en grundläggande information till samtliga som är involverade i kontrollverksamheten i form av en kortare, skriftlig handledning samt en mer detaljerad information (kurs) till ett urval av tulltjänstemännen vid varje region. Tullverket efterlyser även självt utbildning på området.

Rutiner

SSI (som ansvarar för analysen av radioaktivt material) samt SKI (som ansvarar för beslagtaget kärnämne) bör utarbeta handlingsplaner för tillvägagångssättet i den vidare hanteringen och analysen av beslagtaget material och vilka myndigheter och företag som berörs och bör kontaktas. Analyskapacitet som är nödvändig för en första analys (bestämning av material och dess isotopförhållande) finns redan idag inom landet, men kontakter och rutiner med dessa måste utarbetas. För att underlätta detta arbete skulle en övning, där exempelvis ett beslag av uran skall analyseras, kunna ge information om vad som krävs av rutinerna. Vid vissa beslag av större mängder plutonium eller uran med mycket hög anrikningsgrad måste även ytterligare tillstånd till analyslaboratorium beaktas, då inget laboratorium i Sverige idag har licens för sådant arbete. För att korta handläggningstiderna bör det finnas ett sådant tillstånd förberett.

Vidare bör SKI som nationell kontaktmyndighet, tillsammans med SSI utarbeta kriterier från Svensk sida för vad som skall rapporteras till IAEA:s databas för ”illicit

trafficking”. Detta bör ske i samråd tullmyndigheter och andra myndigheter som kan komma att beröras vid en sådan händelse, exempelvis FOI.

Forensisk analys

Analyskapacitet för en mer avancerad forensisk analys (t.ex. bestämning av materialets ursprung) bedöms ej vara nödvändigt att hålla inom landet. Specialiserade laboratorier, som t.ex. EU:s Transuraninstitut i Karlsruhe, bör istället utnyttjas och formaliserade kontakter med detta eller andra laboratorier bör utarbetas.

Arbete inom EU

Då det ej är möjligt att rutinmässigt göra mätningar på intern EU-trafik krävs att EU:s yttre gränser har en effektiv kontroll och gemensamt EU-arbete för att stärka de yttre gränserna bör uppmuntras.

7 **REFERENSER**

- [1] "*Detection of radioactive materials at borders*", IAEA-TECDOC, draft 3 November 2000.
- [2] "*Response to Events Involving Inadverted Movement of and Illicit Trafficking in Radioactive Materials*". IAEA-TECDOC, draft 26 September 2000.
- [3] "*Prevention of Inadverted Movement of and Illicit Trafficking in Radioactive Materials*". IAEA-TECDOC, draft 14 September 2000.
- [4] "*ITRAP – Illicit Trafficking Radiation Detection Assessment Program*", Peter Beck, Austrian Research Centers, Oktober 2000, OEFZS-G - - 0005.
- [5] "*Rapport från två möten om smuggling av kärnämne och radioaktivt material* ", Anders Ringbom och Ingemar Vintersved, FOA-R—99-01114-861--SE.
- [6] "*Report on Combatting of Illicit Trafficking*", SKI Report 00:3, January 2000.
- [7] "*RNI 10/R för mätning av radioaktivitet*", informationsblad från RNI AB, Hovås.
- [8] "*Misstänkt brott mot strålskyddslagen*", Strålskyddsnytt nr. 2, 2000.
- [9] "*Tullverket i siffror 1999*", Broschyr utgiven av Tullverket, April 2000.

Appendix I

Joniserande strålning relevant för gränsövervakning

Isotop	Huvudsaklig Användning	Specifik gamma-doshastighet på 1 m $\mu\text{Sv/g/h}$	Antal neutroner/s/kg
²³⁵ U	Kärnämne	1.60×10^{-5}	0.3
²³³ U	"	8.18×10^{-3}	0.9
²³⁹ Pu	"	1.53×10^{-2}	650
WgU ¹	"		1.60
WgPu ²	"		55000
	"		
¹³⁷ Cs	Industri, forskning	1.93×10^5	
⁶⁰ Co	"	1.15×10^7	
¹⁹² Ir	"	3.00×10^7	
²⁴¹ Am	"	3.13×10^2	1200
²²⁶ Ra	"	2.44×10^1	
⁵⁷ Co	"	4.14×10^6	
¹³³ Ba	"	3.75×10^5	
²³² Th	"	6.43×10^{-8}	5.68×10^{-8}
²⁵² Cf	"	4.41×10^1	6.1×10^{14}
	"		
^{99m} Tc	Medicin	2.66×10^9	
²⁰¹ Tl	"	1.96×10^7	
⁶⁷ Ga	"	3.62×10^8	
¹²³ I	"	1.15×10^9	
¹²⁵ I	"	1.66×10^5	
¹³¹ I	"	1.90×10^8	
¹¹¹ In	"	6.47×10^8	
¹³³ Xe	"	2.29×10^7	
¹⁹² Ir	"	3.00×10^7	
⁴⁰ K	Naturligt förekommande	4.41×10^{-3}	
²²⁶ Ra	"	2.44×10^1	
²³² Th	"	6.43×10^{-8}	5.68×10^{-8}
²³⁸ U	"	8.63×10^{-8}	14

Tabellen visar ett antal isotoper man kan förvänta sig stöta på i dessa sammanhang, samt deras specifika gammadoshastighet och i förekommande fall även neutronstrålning. Kommersiella radioaktiva källor, som exempelvis ⁶⁰Co eller ¹³⁷Cs, har relativt hög specifik gammaaktivitet, och har därför högre sannolikhet att detekteras än uran eller plutonium, som på grund av sin betydligt längre halveringstid och det faktum

¹ WgU = uran för vapenbruk samansatt enligt 1% ²³⁴U, 93.3% ²³⁵U, 5.5% ²³⁸U.

² WgPu = vapenplutonium med sammansättningen 94% ²³⁹Pu och 6% ²⁴⁰Pu.

att de till stora delar sönderfaller via alfastrålning, är en sämre gammastrålare. Detta gör också att det är enkelt att skärma ett prov av uran eller plutonium. Det faktum att vissa uran- och plutoniumisotoper delvis sönderfaller via spontan fission, ger dock möjligheten att detektera neutronstrålningen från dessa isotoper. Detta gäller främst vapenplutonium, som avger ca 55000 neutroner/s/kg. Det är detta förhållande som motiverat införskaffandet av neutrondetektorer vid gränskontrollerna i vissa länder. Ett annat sätt att detektera uran och plutonium vore att använda sig av så kallat aktiva mättekniker (se Appendix II).

Appendix II

Detektorer för övervakning av gränskontroller

Fickinstrument

Instrument som är små nog för att kunna bäras runt i fickan är i första hand avsedda för personligt strålskydd. Ett exempel på ett fickinstrument är den så kallade "Radiation Pager[®]" som används av tullen i USA. Även Norge har köpt in 90 exemplar att användas vid gränskontrollerna. Radiation Pager[®] är stor som ett cigarettpaket och ger stråldoshastigheten som ett heltal mellan 1 och 9, där 1 motsvarar ca 0.15 µSv/h, 3 svarar mot 0.6 µSv/h och 9 motsvarar en stråldoshastighet högre än 38 µSv/h. Ett annat fickinstrument på marknaden är SOR/T och SOR/R från MGP instruments. SOR/T har kapacitet att mäta både gamma- och neutronstrålning, om än med ganska låg känslighet för det senare strålslaget (produktbladet anger ett dosområde på 0.05 – 10 Gy för neutroner, svarandes mot ca. 0.1 – 20 Sv). Som jämförelse kan anges att gränsvärdet för en kärnkraftsarbeters årsdos är 0.05 Sv.

Den relativt låga känsligheten hos dessa instrument är givetvis en nackdel om man vill använda dem för att avslöja smuggling av kärnämne, men en fördel hos dessa instrument är deras litenhet och enkelhet, vilket ökar sannolikheten för att de verkligen används.

Portabla instrument

Detta är en stor grupp av instrument som är vanlig i många tillämpningar. Det finns därför ett stort antal varianter av portabla instrument att välja på. De flesta mäter enbart gammastrålning, men det finns instrument som går att komplettera med exempelvis en prob för betastrålning. Ett exempel på ett sådant instrument är det som används vid de svenska tullkontoren, RNI Intensimeter.

Numera finns det även ganska gott om bärbara neutrontektorer samt även kombinationer av bärbara gamma- och neutrontektorer.

Kommersiella system för isotopidentifikation finns utvecklade i Tyskland, Ryssland och USA. Systemen baserar sig alla på en NaI kristall för gammadetektion, vilket medför att de är relativt robusta och enkla att använda, men att energiupplösningen och därmed förmågan att identifiera olika isotoper är något begränsad. Ett exempel på en bärbar neutron- och gammadetektor som även kan användas för isotopidentifikation är "Ranger", utvecklad på Los Alamos i USA. Denna detektor innehåller även ett litet ³He – rör för neutrontektion.

Fasta instrument

Det finns idag ett relativt stort antal system avsedda för rutinundersökningar av gående, personbilar, lastbilar och tåg. Systemen används idag exempelvis på stålverk, skrotgårdar och i kärnkraftverk. Under nittioalet märks även en ökad användning vid olika länders gränskontroller. Exempel på en strålmonitor återfinns i Figur 6.



Figur 6: Exempel på en fast detektor som används för kontroll av lastbilar och tåg.

Systemen är oftast baserade på så kallade plastscintillatorer. NaI - eller CsI-kristaller förekommer också. En plastscintillator har fördelen att den kan tillverkas i stort format. Detta gör detektortypen lämplig för undersökning av stora föremål, dock är energiupplösningen dålig, vilket gör sådan utrustning svår att använda för isotopidentifikation.

De gammaportar som används vid Sveriges järnverk och skrotgårdar idag är framförallt utrustning från Exploranium och Bicon. Exploranium har ett system (GR-526/4400) med en detektorvolym på 72 dm³ som används vid många svenska anläggningar. Ett mer avancerat och 20-25% känsligare system (AT-900) har installerats vid SAPA i Finspång och Avesta Sheffield kommer att byta ut sina tre gamla detektorer till dessa nya system under 2001. Dessa detektorer är scintillationsdetektorer och klarar gammaenergi mellan 2-3000keV och skall enligt specifikationen kunna hitta en 7.5 MBq skärmat ¹³⁷Cs-källa i 80 ton metallskrot (källan har stråldoshastigheten 5 µSv/h utanför blyskyddet).

För neutrondetektion används oftast så kallade He-3 rör, men det förekommer även andra tekniker. Vissa företag erbjuder kombinerade system för både gamma- och neutrondetektion.

Aktiva mättekniker

Som berörs i Appendix I så erbjuder detektion av skärmat uran den största utmaningen, eftersom den specifika aktiviteten är låg, och strålningen är lätt att skärma av. Ett sätt att detektera skärmat uran, och även plutonium och andra ämnen, vore att använda sig av aktiva mättekniker, där objektet som undersöks bestrålas med neutroner som gör objektet aktivt under några sekunder. Denna aktivitet mäts med en detektor, och information fås om objektets sammansättning. En sådan teknik är ingenting som kan användas på rutinbasis på grund av dess relativa komplexitet. Den skulle dock kunna användas i speciella situationer, då exempelvis underrättelse givit information om att ett speciellt fordon eller paket skulle innehålla kärnämne. Metoden har fördelen att den kan genomföra en relativt komplicerad analys av vilka ämnen som finns i ett okänt objekt, utan att förstöra eller demontera provet.

Appendix III

Förkortningar och definitioner.

Alfaspektrometri

Analysmetod för att detektera alfastrålande ämnen. Genom att mäta den specifika energin på alfapartikeln kan man identifiera vilken isotop provet innehåller. Alfastrålning är svårare att detektera än t.ex. gammastrålning då alfapartiklarna absorberas t.o.m. i luft. Detektorn måste därför arbeta i vakuum.

Anrikningsgrad

I uran är det den fissila isotopen ^{235}U som är intressant ur kärnenergisympunkt. För att få ett fungerande bränsle för en lättvattenreaktor måste halten av denna fissila isotop ökas från 0.72% (naturligt uran) till max 5%. Det är denna halt av ^{235}U som benämns anrikningsgrad.

Bränsleelement

Urankutsar packas i långa zirkalloyrör och ett hundratal av dessa rör monteras i knippen som placeras i en bränslebox. Det är denna enhet som kallas bränsleelement och som sedan placeras i kärnreaktorn.

Fission

Den fysikaliska process då ett klyvbart material (t.ex. uran eller plutonium) klyvs med hjälp av neutroner och stora mängder energi frigörs. Det är denna process som utnyttjas i kärnkraftverk och kärnvapen.

Forensisk analys

Rättsteknisk analys, dvs. den analys som krävs för den fortsatta juridiska processen. Man behöver bl.a. ta reda på det beslagtagna materialets ursprung och avsedd användning.

Gammaspektrometri

Analysmetod för att detektera gammastrålande ämnen. Genom att mäta den specifika energin på gammastrålningen kan man identifiera vilken isotop provet innehåller.

HEU

Förkortningen av engelska "Highly Enriched Uranium" vilket är höganrikat uran (se anrikningsgrad ovan). Till höganrikat uran räknas uran som anrikats med avseende på isotopen ^{235}U till 20% eller högre. Uran med över 90% ^{235}U definieras som vapenkvalité.

ITWG

Illicit Trafficking Working Group

IAEA

International Atomic Energy Agency

Isotoper

Ämnen som har samma antal protoner men olika antal neutroner kallas isotoper.

Kärnämne Uran, plutonium och andra ämnen som kan användas för utvinning av kärnenergi.

LEU Förkortningen av engelska "Low Enriched Uranium" vilket är låganrikt uran (se anrikningsgrad ovan). Till låganrikt uran räknas uran som anrikats med avseende på isotopen ^{235}U från naturlig halt (0.72%) upp till en halt mindre än 20%.

Masspektrometri

Analysmetod där man kan identifiera isotoper/ämnen genom att mäta ämnets totala atommassa.

Stråldoshastighet

Den stråldos som avges per tidsenhet t.ex. Sv/h (se nedan)

Sv/h Enheten anger stråldosen per timme och då 1 Sv/h är en stor stråldos används ofta enheten $\mu\text{Sv/h}$ (miljondels Sievert). Normal bakgrundstrålning ligger på ungefär 0.1-0.2 $\mu\text{Sv/h}$, men kan variera något beroende på geologiska förhållanden. Gränsvärdet för en kärnkraftsarbeters årsdos är 50 mSv (motsvarar 20 $\mu\text{Sv/h}$ under arbetstid).

TIMS Thermal Ionization Mass Spectrometry, en masspektrometrimetod med mycket låg detektionsgräns, dvs. kan mäta prover med mycket låg halt av ämnet man analyserar (se masspektrometri ovan).

Urankuts Den pelletform av uran som används i kärnbränsle i våra kärnreaktorer (se bränsleelement ovan).

Vapenplutonium

Plutonium som innehåller mindre än 7% av plutoniumisotopen ^{240}Pu (resten är i princip ^{239}Pu) är av sådan kvalitet att det kan användas i kärnvapensammanhang och kallas således vapenplutonium. Bör dock påpekas att det är tekniskt möjligt att även konstruera kärnladdningar med betydligt högre halt av ^{240}Pu även om de är mindre tillförlitliga vad avser initieringen.

WCO World Customs Organization