



DANSK INSTITUT FOR INTERNATIONALE STUDIER
STRANDGADE 56 • 1401 København K
32 69 87 87 • diis@diis.dk • www.diis.dk

DIIS Brief

Radiologisk terrorisme – Truslen

Martin Rødbrø
juni 2005

Martin Rødbrø er fuldmægtig og forsker ved
Afdelingen for konflikt- og sikkerhedsstudier ved DIIS

Radiologisk terrorisme – Truslen

Advarsler om terrorangreb med anvendelse af ikke-konventionelle midler såsom kemiske, biologiske, radiologiske eller nukleare våben (de såkaldte CBRN-våben) er blevet stadig mere almindelige efter 11. september 2001. Særligt udmeldinger om terroristers mulige anvendelse af radiologiske eller ligefrem nukleare våben har givet genlyd i medierne, hvor manglende viden om emnet har bidraget til at øge utrygheden ved alle aspekter af radioaktivitet i det omgivende samfund og ligefrem at "tale" frygten for sådanne våben op.

Hvor nukleare våben er deciderede masseødelæggelsesvåben, vil et radiologisk terrorvåben, der ikke vil kunne anrette masseødelæggelse, virke ved at sprede radioaktivt stof eller placere en radioaktiv kilde et offentligt sted, der vil kunne give anledning til frygt og panik og vil kunne forårsage en radioaktiv forurening, der kan være bekostelig at fjerne. Der eksisterer imidlertid mange myter om disse våben, som dette brief vil søge at mane i jorden.

Radioaktive stoffer anvendes i Danmark og andre højt udviklede lande til en række aktiviteter, der accepteres og forventes at bidrage til velstand og livskvalitet i vores samfund. Der er tale om teknologi til diagnostik og terapi i sundhedssektoren samt industrielle processer som sterilisation af eksempelvis medicinsk engangsudstyr og forskellig ikke-destruktiv testning. Desuden køber Danmark elektrisk energi produceret på svenske kernekraftværker.

Flere af disse radioaktive stoffer kunne anvendes til fremstilling af radiologiske våben, men som dette brief vil illustrere, er sandsynligheden for anvendelse af radiologiske terrorvåben for nærværende ikke stor som følge af terrororganisationernes succes med anvendelse af konventionelle midler og problemer med erhvervelsen af egnede materialer til et radiologisk våben og fremstillingen af et sådant.

1. Introduktion

I forbindelse med den internationale konference om Demokrati, Terrorismen og Sikkerhed¹ på etårsdagen for terrorbomberne i Madrid stod i en landsdækkende dansk avis at læse:

"FN's generalsekretær Kofi Annan advarer om, at det er sidste chance for at undgå terrorangreb med 'beskidte' bomber - primitive atomvåben, der ikke udløser den altødelæggende paddehattesky."²

Citatet og uddybningen efter tankestregen blander vidt forskellige begreber på en måde, der afslører manglende indsigt i emnet og kun tjener til at øge mytedannelsen og dermed frygten i den almindelige befolkning. "Beskidte bomber" er radiologiske våben³, der intet

¹ The International Summit on Democracy, Terrorism and Security, 08 – 11 March 2005, Madrid. Se blandt andet <http://english.safe-democracy.org/>

² Se Politiken 10. marts 2005, "FN: Sidste chance for at undgå terror med 'beskidte' bomber". Et andet eksempel er Dagbladet Arbejderen 30. juli 2004, "Beskidt bombe er sprængt" efter hvilken en beskidt bombe vil kræve tusinder af døds ofre.

³ Det skal dog understreges, at begrebet "dirty bomb" – eller på dansk beskidt eller snavset bombe – oprindeligt refererede til atomvåben – eller kernevåben – der var konstrueret til at skabe et særligt voldsomt radioaktivt nedfald. Efterfølgende er begrebet udvidet til at omfatte radiologiske våben, der ikke er kernevåben men en anordning, der med konventionelt sprængstof tjener til at sprede en radioaktiv forurening. Ved detonation af en sådan anordning vil der ikke blive anrettet materielle skader større end svarende til det konventionelle sprængstof, men den følgende radioaktive forurening kan udgøre en sundhedsrisiko afhængig af mængde og karakter af det radioaktive stof.

har tilfælles med atomvåben og dermed ikke er masseødelæggelsesvåben. Dette terrorvåben er beregnet til på forskellig vis at sprede radioaktiv forurening og derved skabe panik og frygt, der kan afføde betydelige økonomiske omkostninger i form af afbrydelser af det økonomiske liv samt oprensning af det forurenede område og i mindre grad forårsage menneskelige tab.

Det radiologiske våben vil være et meget beskedent alternativ til et kernevåben men vil have et potentiale til dels at terrorisere en civilbefolkning ved at udnytte frygten for radioaktivitet og dels at sprede en radioaktiv forurening, der vil kunne påføre et moderne samfund omfattende omkostninger.

Dansk Institut for Internationale Studier

Der er stigende bekymring blandt sikkerhedsagenturer om faren for ikke-statslige aktørers anvendelse af ikke-konventionelle midler til terroraktioner.

FN-eksperten
"We are actually having a race against time which I don't think we can afford. The danger is so imminent, not only with regard to countries acquiring nuclear weapons but also terrorists getting their hands on some of these nuclear materials, uranium or plutonium."
 Dr. Mohammed ElBaradei, direktør for det Internationale Atomenergi Agentur, IAEA, 21. juni 2004

Sikkerhedstjenesten
"We are faced with the realistic possibility of some form of unconventional attack. That could include a CBRN attack. Sadly, given the widespread proliferation of the technical knowledge to construct these weapons, it will only be a matter of time before a crude version of a CBRN attack is launched on a major western city."
 Eliza Manningham-Buller, chef for den britiske sikkerhedstjeneste, MI5, 17. juni 2003

Det internationale samfund
"Perhaps the thing that it is most vital to deny terrorists is access to nuclear materials. Nuclear terrorism is still often treated as science fiction. I wish it were. But unfortunately we live in a world of excess hazardous materials and abundant technological know-how, in which some terrorists clearly state their intention to inflict catastrophic casualties. Were such an attack to occur, it would not only cause widespread death and destruction, but would stagger the world economy and thrust tens of millions of people into dire poverty. Given what we know of the relationship between poverty and infant mortality, any nuclear terrorist attack would have a second death toll throughout the developing world."
 FN Generalsekretær Kofi Annan i sin tale "A Global Strategy for Fighting Terrorism" ved det internationale topmøde om Demokrati, Terrorisme og Sikkerhed i Madrid, Spanien, 10. marts 2005

Politiets Efterretningstjeneste
*...truslen på CBRN-området på kort sigt i givet fald kommer fra primitive, kemiske og bakteriologiske våben, som lokale terrorceller kan tænkes at forsøge at udvikle...
 Der vil dog – på samme måde som ved radiologiske angreb – være en betydelig massepsykologisk effekt ved en anvendelse af sådanne våben.*
 Uddrag af årsberetning 2003

Figur 1. Truslen om ikke-konventionelle terrorangreb har fået stor mediedækning, især efter 11. september 2001.

En terrororganisation vil endvidere finde et radiologisk våben langt mere overkommeligt end konstruktion af improviserede kernevåben. De teknologiske hindringer ved erhvervelse af den rette kvalitet og mængde fissilt materiale, forarbejdning af dette til en våbenkerne og konstruktion af primitivt kernevåben er endnu for voldsomme.⁴

Dette brief indeholder tre afsnit, hvor det første illustrerer de forskellige former for radiologisk terrorisme. Andet afsnit viser med udgangspunkt i det hidtil værste radiologiske uheld den radiologiske terrorismes potentiale til at anrette omfattende økonomisk skade og udløse panik. Tredje afsnit diskuterer nogle af myterne i forbindelse med radiologisk terrorisme, før sandsynligheden for radiologisk terrorisme diskuteres i konklusionen.

2. Radiologisk terrorisme

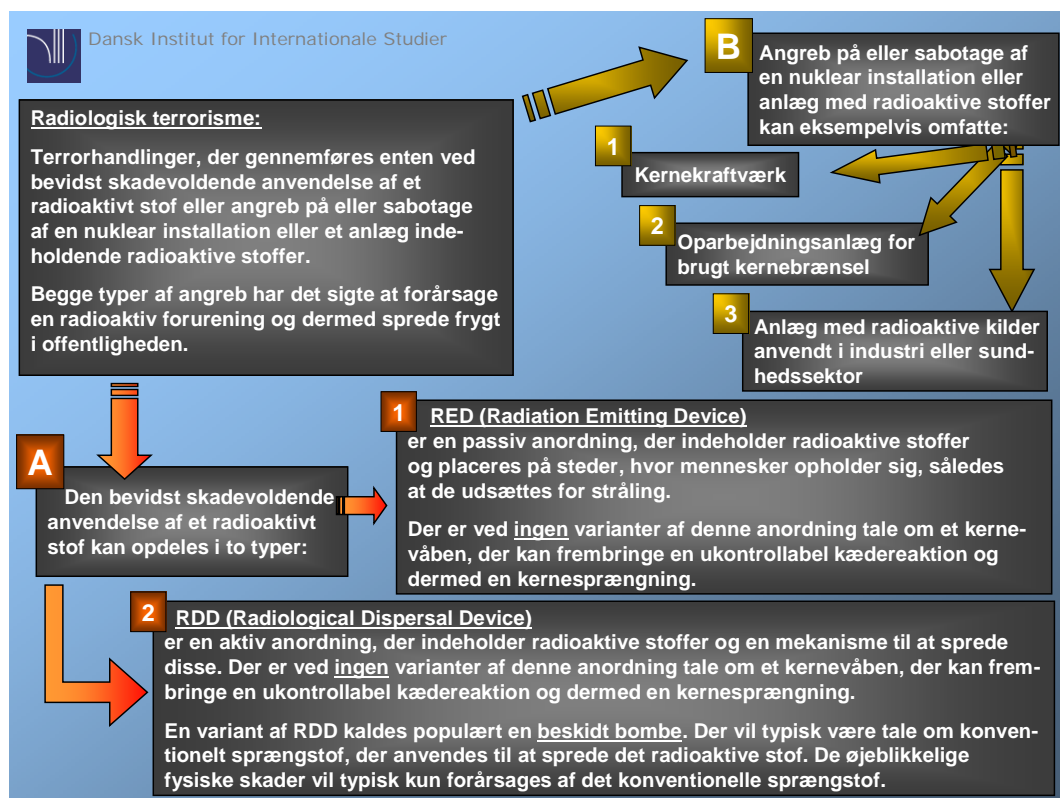
Radioaktive stoffer findes i undergrunden, i vand, i luft, i byggematerialer, i fødevarer og i mennesker som stoffer med en meget lang halveringstid, der optræder i det naturlige miljø

⁴ Se blandt andet Rødbrø, "Terrorister og Kernevåben", DIIS, 2004.

som baggrundsstråling. Disse har været til stede i så små mængder, at mennesket i løbet af evolutionen ikke har udviklet et specielt sanseorgan til at opfatte ioniserende stråling, og selve det forhold, at der er tale om noget "farligt", som ikke kan sanses af mennesker, gør radioaktivitet til et skræmmende begreb.⁵

Flere begivenheder efter 1945 har øget den frygt, som mange nærer over for radioaktivitet og stråling. Der er især to kernevåben detoneret over Japan i 1945, men også efterfølgende prøvesprængninger af kernevåben, uheld med kernekraftværker som Three Mile Island, USA, i marts 1979 og et sovjetisk i Tjernobyl, Ukraine, i april 1986 samt ulykker med radioaktive kilder til medicinsk brug har bidraget til at gøre radioaktivitet og stråling til negativt ladede begreber.

Radiologisk terrorisme vil spille på denne frygt, hvor terrorhandlingen i sin natur vil sigte mod at skabe panik og deraf kommende følgeskader samt økonomisk belastning snarere end store menneskelige tab og omfattende materiel ødelæggelse.



Figur 2. Skematisk fremstilling af den radiologiske terrors to primære optioner: Spredning af radioaktive materialer eller angreb på installationer indeholdende sådanne materialer.

Som illustreret i figur 2 kan der skelnes mellem dels (A) den aktive anvendelse eller passive anbringelse af et radioaktivt stof, og dels (B) sabotage mod nukleare installationer. Det centrale aspekt set i en terrororganisations perspektiv er adgangen til det radioaktive stof og vurderingen af, om dette kan fjernes og efterfølgende spredes aktivt (RDD) eller

⁵ Ved bestråling med ioniserende stråling vil der afsættes energi i et menneskes legeme (væv), der kan medføre kemiske forandringer på celleniveau. Disse forandringer kan medføre skader på vævet i form af forbrændinger eller skader på arveanlæg. Dette kan ske ved ekstern eller intern bestråling: • Ekstern bestråling fås ved arbejde med (ophold i nærheden af) radioaktivt materiale. • Intern bestråling fås ved optag af radioaktivt stof gennem mund (indånding/spisning), næse (indånding) eller åbne sår.

passivt (RED), eller om materialet skal forblive på anlægget, der anvender dette, og anlægget skal angribes eller saboteres. Da anlæg for sådanne materialer – kernekraftværker, oparbejdningsanlæg og lignende – typisk ikke er placeret i eller ved befolkningscentre, er den første option formentlig være mere tiltrækkende for en terrororganisation.⁶

Et RDD (Radiological Dispersal Device) – typisk kaldet en beskidt bombe – omfatter spredning af et radioaktivt stof, for eksempel ved anvendelse af sprængstof, der vil give anledning til forurening af mennesker og omgivelser. Afhængig af det radioaktive stof kan spredningen dog også ske på andre måder.⁷ Stoffets strålingsprofil – blandt andet dets halveringstid samt om det udsender alfa-, beta- eller gammastråling – vil have betydning for om det ”kun” er farligt at indtage eller indånde støv eller om også stof i omgivelserne udgør en helsefysisk risiko.⁸ Endvidere vil vind og vejr spille en rolle for forureningens omfang. Vind vil kunne sprede en støvbåren forurening, ligesom regn vil kunne vaske også større partikler af forureningen ned i kloaker og lignende. Det radiologiske uheld i Goiânia, Brasilien, i 1987 omfattede spredning af radioaktivitet fra en kilde til medicinsk brug og illustrerer konsekvenserne af et RDD.

Et RED (Radiation Emitting Device) kan tilvirkes ved at udtage en kraftig radioaktiv kilde af dens beskyttelse og efterlade kilden på ofte benyttede offentlige steder, hvor der færdes mange mennesker. En sådan kilde – som illustration 4 i figur 4 – kan være et radioaktivt metalemne på størrelse med en lillefingers yderste led men lidenheden til trods kan den stadig udsende potentielt livstruende strålingsniveauer.⁹

For begge anordningers vedkommende kræves ved tilvirkningen eksakt viden om lokaliteter, der måtte huse sådanne kilder, om helsefysiske og andre aspekter af betydning for personel, der skal gennemføre erhvervelsen af kilden samt tilvirkningen og placeringen af våbnet, adgang til tilstrækkelig teknisk infrastruktur til at gennemføre adskillelsen af kilden samt tilstrækkelig med tid fra erhvervelsen af kilden til våbnet kan anbringes.

Med hensyn til den doktrinære anvendelse af et radiologisk våben kan en terrororganisation vælge at varsle om anvendelsen på forhånd, hvilket vil give beredskabsaktørerne en

⁶ Sådanne anlæg vil for det første være konstrueret til at modstå voldsomme seismiske hændelser og for det andet være både komplekse og velbevogtede, hvorfor angreb mod disse vil kræve omfattende og koordinerede ressourcer. Der har ligeledes været analyser af muligheden af, at tungt lastede fly, som anvendt mod bygninger 11. september 2001, flyves ind i kernekraftværker eller oparbejdningsanlæg. Om end dette ville kunne anrette skade så en vis mængde radioaktivt materiale ville kunne slippe ud i atmosfæren, så vil der kræves omfattende viden om hvor der skal rammes og særdeles gode evner til rent faktisk at ramme det rigtige sted med den rette høje hastighed og i den rette vinkel. Se blandt andet Risø, ”*International Kernekraftstatus 2001*”, Risø, 2002.

⁷ Se blandt andet Zimmerman et al, ”*Dirty Bombs: The Threat Revisited*”, Defense Horizons, January 2004.

⁸ Alfa- og betaemittere udsender partikelstråling, der typisk på grund af deres masse kan standses af papir (alfa-stråling) eller (ubeskadiget) hud (alfa- og betastråling). De er særligt farlige, dersom partiklerne indåndes eller indtages, hvorved vævet, som de optages i kan udsættes for en intern stråledosis. Gammaemittere udsender elektromagnetisk stråling (røntgenstråling er fysisk set den samme type stråling), der har en langt højere gennemtrængningsevne, hvorfor deres tilstedeværelse i omgivelserne udgør en helsefysisk risiko. Se blandt andet Henrik Loft Nielsen og Helge Knudsen, ”*Helsefysik*”, Århus Universitet 1997.

⁹ Se blandt andet Statens Institut for Strålehygiejne (SIS), ”*Håndtering af uheld med radioaktive stoffer*”, juli 2001, (http://www.sst.dk/faglige_omr/SIS/Radioaktivitet/Vejledning_radioaktivitet/Piece2001_uheld_radioaktive_stoffer.pdf) samt SIS, ”*Vejledning om radioaktive stoffer i skrot*”, december 2002 (http://www.sst.dk/faglige_omr/SIS/Radioaktivitet/Vejledning_radioaktivitet/Vejl_skrot_stor.pdf.) Hvor livstruende en sådan kilde er, afhænger blandt andet af kildens aktivitetsniveau, personers fysiske nærhed på kilden, eventuelt materiale mellem kilden og personer og tidsrummet hvori personer udsættes for den radioaktive stråling.

mulighed for at tilpasse deres forholdsregler. Dette varsel vil dog formentlig også skabe omfattende panik i en civilbefolkning.

Alternativt kan en beskidd bombe blive bragt til sprængning uden forudgående varsel: Det indledningsvise fokus for beredskabsaktører vil derfor være en terrorbombe med fokus på redning og evakuering. Dette vil potentielt betyde en omfattende spredning af den radioaktive forurening, der vil være bekostelig at fjerne, ligesom hændelsen efterfølgende, når dens sande karakter er kendt, vil skabe angst i civilbefolkningen.

3. Radiologiske hændelser: Goiânia, Brasilien, september 1987

Det hidtil værste radiologiske hændelse, der ikke omfattede kernekraft eller kernevåben, fandt sted i Brasilien i 1987, og forløbet og dets konsekvenser illustrerer den potentielle effekt af et radiologisk terroranslag, hvor en omfattende radioaktiv forurening har betydelige økonomiske og menneskelige omkostninger til følge. Figur 3 nedenfor opregner meget kort hændelsesforløb og konsekvenser af hændelsen.

Tre faktorer var især medvirkende til hændelsens omfang: Tilgængelighed til det radioaktive stof; uvidenhed om stoffets egenskaber; og utilstrækkelig beredskabsplanlægning, der rettidigt kunne have identificeret, inddæmnet og afhjulpet effekterne af hændelsen, herunder oplyst samfundet om denne.

Dansk Institut for Internationale Studier

Goiânia, Brasilien, september 1987



Goiânia er en by i Brasilien og hovedstad i delstaten Goiás på den brasilianske højslette; byen har i dag ca. en million indbyggere. Byen var i september 1987 scene for det til dato værste tilfælde af radioaktiv forurening, der ikke involverede kernekraft eller kernevåben.

Årsagen til forureningen skyldtes en privatejet cancerterapiklinik, der i 1985 flyttede til nye lokaler og i de forladte bygninger (billede til venstre) efterlod et teleterapiapparat med en cæsium-137-kilde.

To personer brød ind i den nedlagte klinik og stjal herfra en lukket strålekilde fra et stråleapparat til cancerterapi. Forureningen opstod, da de efterfølgende brød denne op med salg som skrot for øje uden at forstå de helsefysiske konsekvenser af kildens farlige radioaktive egenskaber.

Kildens indhold af højt opløseligt cæsium-klorid blev efterfølgende spredt til familie og venner af de to personer, ligesom der over en periode på ca. 14 dage fandt en betragtelig forurening af lokalområdet sted.

Forureningen havde omfattende menneskelige, materielle og især økonomiske konsekvenser:

- 249 mennesker blev udsat for stråling og heraf døde fire,
- 45 mennesker måtte hospitalsindlægges med strålesyge,
- I alt ca. 112.000 mennesker blev undersøgt for stråling,
- Ud af 159 undersøgte huse i det strålingsramte område, måtte 42 huse renses og syv destrueres (og fjernes),
- I alt 3.500 m³ jord og bygningsrester måtte fjernes.

Billedet til højre illustrerer en del af oprydningsarbejdet. De direkte omkostninger i forbindelse med oprydningen er anslået til \$20 millioner. Efterfølgende led lokalsamfundet omfattende økonomiske tab i form af manglende efterspørgsel på varer fra området samt svigtende turisme.



Kilde: IAEA, "The Radiological Accident in Goiânia", 1988

Figur 3. Den radiologiske hændelse i Goiânia, Brasilien i overblik, der understreger de økonomiske omkostninger ved radiologiske hændelser.

Tilgængeligheden til den radioaktive kilde var primært en konsekvens af dårlig kontrol, idet der nok blev opretholdt et register over erhvervede kilder, men der var ikke tilstrækkelig kontrol med registrerede brugeres indberetningspligt om flytning af aktivitet eller afhænd-

else af kilder.¹⁰ Den cirkulære lukkede kilde med dimensionerne 5 x 5 cm indeholdt ca. 100 gram stærkt radioaktivt cæsium-137 som cæsium-klorsalt i let vandopløselig pulverform sintret til en fast masse.¹¹ Ved brydning af kildens forsegling bidrog det radioaktive stofs pulverform og dets vandopløselige egenskab til at øge udbredelsen af forureningen.

Uvidenhed om det radioaktive stofs egenskaber betød, at flere mennesker blev påført høje stråledoser både eksternt og internt.¹² Endvidere bidrog uvidenhed til yderligere spredning af den radioaktive forurening og til den frygt i lokalområdet, der betød, at produkter fra Goiânia blev boykottet.¹³

Manglende kontrol med radioaktive kilder og et utilstrækkeligt beredskab betød, at der gik næsten tre uger fra kilden blev brudt op, før myndighederne reagerede. I denne periode var flere personer, der var blevet udsat for store stråledoser, blevet syge og havde taget kontakt til sundhedsmyndigheder, men var blevet sendt hjem med besked om, at de havde madforgiftning.¹⁴

Hændelsens korrekte identifikation som værende radiologisk blev i betydelig grad hæmmet af manglende udstyr og ekspertise; endvidere bidrog uvidenhed igen negativt til forløbet.¹⁵ Da myndighederne reagerede, skete dette improviseret, men i relativt god orden, men manglende information til lokalsamfundet bidrog til rygtedannelse og angst for stråling og dermed træk på begrænsede midler til at monitorere personer for stråleskader.¹⁶

Grundet de ovenfor anførte tre årsager havde Goiânia omfattende menneskelige og især økonomiske omkostninger. Den centrale lære, der kan udtrages vedrørende radiologiske hændelser – både uheld og terroranslag – er derfor, at prioritet skal gives til minimering af tidsrummet mellem hændelsen og hændelsens korrekte kategorisering, da denne er dimensionerende for den videre indsats.

¹⁰ Se blandt andet EU-Kommissionen, "Forslag til Rådets Direktiv om Kontrol med Lukkede Højaktive Strålekilder", 2002. På grund af ufuldstændig kontrol har skrotpladser – i øvrigt også i EU – været et hyppigt findested for radioaktive kilder til brug i industri eller sundhedssektor grundet eksempelvis konkurs eller ejerskifte i en virksomhed. Forslaget er vedtaget som "Rådets direktiv 2003/122/Euratom af 22. december 2003 om kontrol med lukkede højaktive strålekilder og ukontrollerede strålekilder", se blandt andet http://europa.eu.int/eur-lex/pri/da/oj/dat/2003/l_346/l_34620031231da00570064.pdf

¹¹ De to skrotjægere fjernede strålehovedet fra stråleapparatet og brød efterfølgende dette op for at få adgang til selve kilden.

¹² Kilden havde på daværende tidspunkt et aktivitetsniveau på 50,9 TBq og har genereret energi svarende til 6 W, hvilket har gjort den ikke ubetydeligt varm. Endvidere har pulveret været svagt lysende om natten. Alt sammen burde have været indikationer på, at der var noget særligt ved dette skrot. Se blandt andet IAEA, "The Radiological Accident in Goiânia", 1988.

¹³ Se blandt andet IAEA, "The Radiological Accident in Goiânia", 1988.

¹⁴ De første symptomer på akut strålingssyndrom – populært kaldet strålesyge – minder da også meget om madforgiftning. "Akut strålesyge (akut strålingssyndrom) opstår ved akut bestråling af hele kroppen med meget store strålingsdoser. Uden behandling dør ca. 50 % ved doser omkring 3,5 Gy. De tidlige symptomer er kvalme, opkastninger og diarré, som afløses af en symptomfri periode. En kritisk fase indtræder dage, evt. uger efter bestrålingen og er præget af knoglemarvspåvirkning, dvs. blodmangel, blødninger og infektioner samt tarmsymptomer. Fuldstændig helbredelse efter intensiv behandling er mulig. Ved meget store doser indtræder døden næsten øjeblikkelig." Kilde: "Den Store Danske Encyklopædi", Forlaget Gyldendal 2004.

¹⁵ Se blandt andet IAEA, "The Radiological Accident in Goiânia", 1988, siderne 23 – 30. En læge undersøgte blandt andet den opbrudte kilde (der på dette tidspunkt var blevet bragt med en bus til et lægehus – og dermed havde spredt forureningen yderligere) med udstyr, der var stillet for følsomt og derfor reagerede voldsomt på den omfattende forurening; han troede derfor, at udstyret var defekt og brugte tid på at skaffe et nyt. Efter at være blevet tilkaldt til lægehuset, var det lokale brandvæsens første indskydelse at smide kilden i floden...

¹⁶ Se blandt andet IAEA, "The Radiological Accident in Goiânia", 1988, siderne 31 – 32.

4. Anvendelsen af radioaktive stoffer i et moderne samfund

Udbredt anvendelse af radioaktive stoffer i industri, forskning og sundhedssektor accepteres som en normal del af i et moderne samfund, men tilstedeværelsen af sådanne radioaktive kilder frembyder samtidig en mulighed for anvendelse til terroranslag.¹⁷ Dette omfatter især lukkede strålekilder¹⁸, der anvendes i vidt omfang til industrielle og medicinske formål, da nogle af disse indeholder radioaktive isotoper med en aktivitetsmængde¹⁹, som ville kunne frembyde problemer, hvis disses indhold spredes ved en terrorhandling.²⁰

Selvom radioaktive stoffer er relativt nemmere at erhverve end decideret fissilt materiale²¹, er en hyppigt overset pointe, at mange af de stoffer, hvis anvendelse i radiologisk terrorøjemed ofte diskuteres, i sig selv grundet strålingen er så radiotoksiske, at selve fremstillingen af det radiologiske våben vil have fatale konsekvenser for personer uden det rigtige beskyttelsesudstyr.

Der findes således i Danmark ved tre virksomheder faste anlæg til bestråling, der anvender meget kraftige kobolt-60 kilder til blandt andet strålesterilisering af medicinsk engangsudstyr. Selve kilderne opbevares på bunden af et 5,5 meter dybt vandbassin, og ved supplerende af kildestyrken, sker transporten til og fra virksomhederne af hensyn til beskyttelse af omgivelserne mod stråling i beholdere med en vægt af 5,5 tons.²² Dette er eksempler på kilder, der reelt er uden relevans i diskussionen om beskidte bomber, da de ganske enkelt er "selvsikrende" mod uautoriseret anvendelse. Derudover findes der i sundhedssektoren, forskningsverdenen og industrien i Danmark en lang række andre radioaktive kilder, hvoraf nogle vil have et potentiale som anvendelse i terrorøjemed.²³

¹⁷ Se blandt andet Zimmerman et al, "Dirty Bombs: The Threat Revisited", Defense Horizons, January 2004.

¹⁸ En lukket strålekilde er en kilde hvis struktur ved normal anvendelse forhindrer enhver spredning af det radioaktive stof til omgivelserne. Omgivelserne er skærmet mod strålingen ved placering af kilden i en bly- eller uranafskærmet beholder eller indbygning af kilden i et fast anlæg. Åbne strålekilder er typisk på gas eller væskeform og er normalt svage kilder. Se blandt andet EU-Kommissionen, "Forslag til Rådets Direktiv om Kontrol med Lukkede Højaktive Strålekilder", 2002 samt Statens Institut for Strålehygiejne, "Vejledning om radioaktive stoffer i skrot", december 2002. Se også note 10.

¹⁹ Aktiviteten (aktivitetsmængden) af en radioaktiv isotop defineres som det antal atomer i materialet, der spontant omdannes pr. tidsenhed. Enheden for aktivitet er becquerel (Bq), som defineres som: 1 Bq = 1 atomkerneomdannelse pr. sekund. I en stofmængde, der indeholder 1 Bq, omdannes der et radioaktivt atom pr. sekund. Aktivitetsmængden kan også måles i den ældre enhed curie (Ci), hvor 1 Ci = 37 GBq. "Farligheden" af et radioaktivt stof afhænger ikke kun af aktivitetsmængden, men også af hvilken type radioaktivt stof, der er tale om (halveringstid, strålingstype (alfa-, beta-, gammastråling) samt kemiske/fysiske forhold).

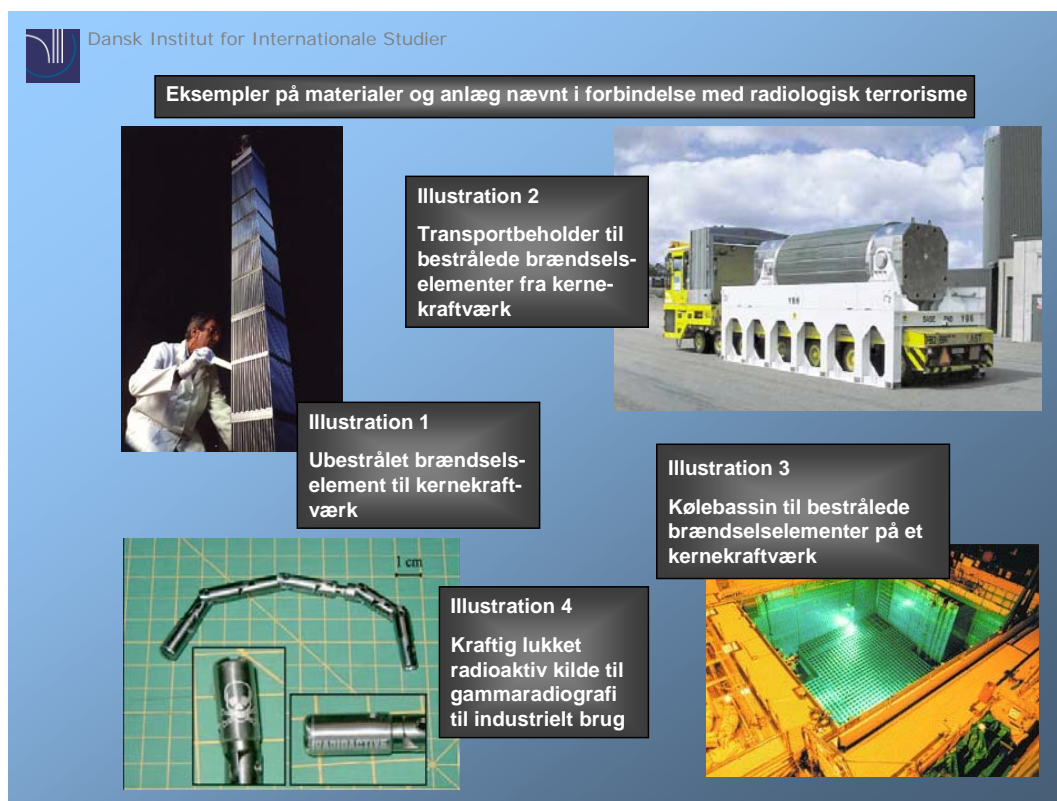
²⁰ En strålekilde, hvis aktivitetsmængde kan føre til en dosishastighed på over 1 mSv/time på 1 meters afstand udgør en betydelig strålingsrisiko. Det drejer sig om ganske få radionuklider, således især Kobolt-60, Cæsium-137, Iridium-192, Americium-241, Strontium-90 og Radium-226. Se blandt andet EU-Kommissionen, "Forslag til Rådets Direktiv om Kontrol med Lukkede Højaktive Strålekilder", 2002, teknisk bilag. Se også note 10.

²¹ Nogle uran- og plutoniumisotoper kan spaltes (fissionere), hvis de rammes af en neutron. Samtidig udsendes der nye neutroner. Ved den rette fysiske/kemiske konfiguration vil der kunne opstå en kontrolleret eller ukontrolleret kædereaktion, hvor den ene spaltningsproces medfører en eller flere nye spaltninger osv. Det er denne egenskab, der udnyttes i atomreaktorer og i atombomber. Stoffer i hvilke, der kan optræde en sådan kædeproces, benævnes fissile stoffer. Sådanne materialer – blandt andet højt beriget uran-235 og plutonium-239 – er underlagt IAEA-safeguards i medfør af internationale aftaler, der blandt andet definerer foranstaltninger til kontrol med mængder og oplagring.

²² Se blandt andet Statens Institut for Strålehygiejne, "Orientering om Transport af Radioaktive Stoffer i 2004", marts 2005.

²³ Se blandt andet IAEA, "IAEA Safety Standard Series, Categorization of Radioactive Sources" (Draft), september 2004, hvori radioaktive kilder opdeles i fem forskellige kategorier blandt andet målt på farlighed. Ifølge Statens Institut for Strålehygiejne (SIS) findes der i Danmark kilder fra alle fem kategorier men ikke

I figur 4 nedenfor er vist eksempler på sådanne materialer og anlæg. Illustration 1 viser et kernebrændselselement, der i sin ubestrålede form er ubrugeligt til radiologisk terror. Det typiske brændselselement til en kraftreaktor er ikke blot uhåndterligt med en længde på ca. 4 meter og en vægt på 250-300 kg, men det er i den bestrålede form varmt og livsfarligt at nærme sig grundet strålingen. Brændselselementer til forsøgsreaktorer er typisk mindre, men vil stadig i deres bestrålede form være varme og udsende stærk stråling.²⁴



Figur 4. Radioaktive stoffers anvendelse i et moderne samfund ses i mange sammenhænge karakteriseret ved større eller mindre farlighed og tilgængelighed.

Illustration 2 viser svensk transportemballage til kernebrændsel.²⁵ Denne er konstrueret efter internationale normer til at afskærme omgivelserne mod den ioniserende stråling og modstå det værste tænkelige uheld. Den er derimod ikke konstrueret til at modstå våben-virkning fra f.eks. panserbrydende hulladningsvåben som et mandbåret raketstyr; imidlertid kan hverken ubrugt eller brugt kernebrændsel ved sådan våbenanvendelse starte en kædereaktion, eksplodere eller bryde i brand.²⁶

alle de nævnte kildetyper. SIS har – i sagens natur – ikke ønsket at give mere specifikke oplysninger om disse kilder og deres fysiske konfiguration og placering.

²⁴ Der er på dansk grund et mellemlager for en meget lille mængde brugt brændsel fra forsøgsreaktorer og radioaktivt affald fra anden virksomhed på Forskningscenter Risø samt industri og sundhedssektor. Se Statens Institut for Strålehygiejne, "Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, National Report from Denmark", 2003 (http://www.sst.dk/upload/joint_convention_danish_national_report_2003_final1.pdf) samt Risø, "Slutdeponering af Dansk Radioaktivt Affald", 2000 på <http://www.risoe.dk/risoedk/Sikkerhed/dokument/affaldsdepot.doc>.

²⁵ Transport af kernebrændsel på og ved dansk territorium forekommer lejlighedsvis. Se blandt andet Statens Institut for Strålehygiejne, "Orientering om transport af radioaktive stoffer i 2004", marts 2005 (http://www.sst.dk/publ/Publ2005/SIS/Transportredegoerelse/Transportredegoerelse_04.pdf).

²⁶ Skulle emballagen blive punkteret vil sandsynligvis kun meget små mængder radioaktivitet undslippe. Se blandt andet Mark Holt, CRS Report for Congress, "Transportation of Spent Nuclear Fuel", 1998. En typisk emballage er lavet af stål med blyforing og vejer afhængigt af formål mellem 5 og 80 tons.

Illustration 3 viser et bassin til midlertidig opbevaring af bestrålet kernebrændsel på et kernekraftværk. Heri anbringes elementerne under adskillige meter vand, der tjener til afskærmning mod stråling og til køling af elementerne, så de efter en tid når et lavere aktivitetsniveau, hvorved de kan transporteres videre til slutlagring eller oparbejdning.

Der har været forsket i risikoen for angreb – enten med fly styret mod bassinbygningen eller forsøg på at indtage og sabotere værket – mod sådanne bassiner, der potentielt kunne tømmes for vand og forårsage smeltning af det brugte brændsel.²⁷ Imidlertid vil sådanne angreb kræve stor præcision som selvmordspilot og fremragende kendskab til værkets topografi. Ligeledes skal en sådan aktion gennemføres på trods af de sikkerhedsforanstaltninger, der med det samme vil blive iværksat, når angrebet erkendes.²⁸

Illustration 4 viser en lukket radioaktiv kilde til gammaradiografiudstyr, der anvendes i industrien.²⁹ Der anvendes ligeledes i et moderne samfund en række andre radioaktive kilder i sundhedssektoren ved eksempelvis cancerbehandling samt forskning og undervisning, og disse er karakteriseret ved vidt forskellige aktivitetsmængder, form og tilgængelighed.

Det skal understreges, at de nævnte eksempler kun er netop det: Eksempler. Radioaktive stoffer findes i mange lande i mange konfigurationer, med vekslende aktivitetsmængder og under varierende sikkerhedsforhold afhængig af myndighedskontrol og materialets vurderede farlighed.

I Danmark varetages tilsynet med radioaktive kilder af Statens Institut for Strålehygiejne, og der er på dette område tradition for en høj grad af kontrol i alle stadier af sådanne kilders livscyklus. Dette er imidlertid ikke nødvendigvis tilfældet andre steder: I maj 1998 blev en cæsium-137 kilde ved et uheld smeltet sammen med skrot på et stålværk i Spanien. Ingen mennesker fik stråleskader, men de efterfølgende omkostninger, der omfattede indstilling af driften, dekontaminering og behandling af det radioaktive affald, blev anslået til omkring 26 millioner €.

5. Konklusion

Blandt de ikke-konventionelle våben skal der skelnes skarpt mellem deciderede masseødelæggelsesvåben på den ene side og radiologiske våben på den anden. Radiologiske våben er egnet til at anrette økonomisk skade og forårsage frygt og terror, mens de menneskelige omkostninger ved dette våben på ingen måde kan sammenlignes med eksempelvis konsekvenserne af selv et primitivt kernevåben.

Terrororganisationers eventuelle brug af ikke-konventionelle våben har siden 11. september 2001 fået meget bevågenhed i det offentlige rum. Der har dog, som beskrevet i bilag 1

²⁷ Se blandt andet The National Academy of Sciences, "Safety and security of commercial spent nuclear fuel storage", 2005.

²⁸ Der er opbevaringsbassiner til brugt kernebrændsel på kernekraftværker nær dansk territorium. Generelt om terrorhandlinger rettet mod nukleare anlæg som kernekraftværker siger blandt andet Den Nationale Sårbarhedsudredning "Konsekvenserne af terror-handlinger forventes ikke at adskille sig væsentligt fra konsekvenserne ved utilsigtede store ulykker. Dog vil bevidst destruktive indgreb kunne medføre, at radioaktivt materiale spredes hurtigere til omgivelserne end ved ulykker, hvor der ikke forsætligt sættes ind på at ødelægge værkets sikkerhedssystemer og beskyttelsesbarrierer. Konsekvenserne af terrorist-handlinger kan derfor tendere til at blive større end ved tilfældige ulykker."

²⁹ Disse mobile kilder anvendes til "røntgenfotografering" af kraftige stål- og betonemner i forskellige grene af industrien.

ikke været gennemført vellykkede angreb med disse våben siden da.³⁰

I analysen af bilag 1 synes udviklingen i terrororganisationers våbenanvendelse på kort til mellemlangt sigt primært at ville omfatte konventionelle midler kombineret med en anvendelse af almindeligt forekommende infrastrukturelementer. En anvendelse af ikke-konventionelle våben er mindre sandsynlig og vil antageligt indledningsvist komme fra anvendelsen af primitive kemiske våben som angreb på eller med kemikalietankvogne eller primitive biologiske våben som angreb på kritisk infrastruktur som eksempelvis vandforsyning.

Der er to hovedårsager til dette:

For det første har et stigende pres fra efterretnings- og sikkerhedstjenester gjort det vanskeligt for terrororganisationer at gennemføre den nødvendige forskning og udvikling af ikke-konventionelle våben. Dette pres vil reducere tid og ressourcer til rådighed, hvilket er særlig kritisk ved ikke-konventionelle våben, hvor fremstillingen – selv i en tid, hvor selvmordsterrorismen vinder frem – stiller store krav til egenbeskyttelse og især materialer og knowhow.

For det andet har konventionelle midler som sprængstoffer eller almindeligt forekommende transportmidler som fly anvendt som våben været effektive i terrororganisationernes øjne. Det er langt nemmere at tilvirke konventionelle våben baseret på en kombination af sprængstof og eksempelvis alternativ anvendelse af almindeligt forekommende transportmidler end at fremstille operative våben på basis af kemiske, biologiske, radiologiske og nukleare stoffer.

Fremstilling af radiologiske våben baseret på reelt farlige radioaktive stoffer synes stadig at være en betragtelig udfordring. Hertil kræves radioaktive stoffer i tilstrækkelig mængde og af tilstrækkelig styrke til, at våbenet udgør en sundhedsrisiko. Dermed vil erhvervelsen af disse stoffer, tilvirkningen under egen beskyttelse samt tilvirkningen af en effektiv metode til at sprede en radioaktiv forurening stadig udgøre betragtelige hindringer for en terrororganisation.

I terrorøjemed kan der dog anvendes et fup-våben uden en decideret radiologisk komponent, hvor selve advarslen om anvendelsen af et radiologisk våben formentlig vil give anledning til en vis panik og belastning af samfundets ressourcer.³¹ Et effektivt beredskab til analyse af våbnets helsefysiske set uskadelige karakter og information herom vil tjene til hurtigt at afdramatisere en sådan hændelse.

Kontrollen med radioaktive kilder er imidlertid ikke lige god i alle lande, hvilket eksempelvis

³⁰ Det skal understreges, at der i både figur A og B er tale om udvalgte eksempler. En kategori af ukendte anslagsforsøg udgøres af aktioner, der er blevet forhindret ved sikkerhedstjenesters mellemkomst og holdes som klassificerede oplysninger af hensyn til en videre efterforskning.

³¹ Selve terroreffekten kan illustreres af det kemiske angreb i Tokyos metro i marts 1995: En ringe evne til at fremstille et effektivt ikke-konventionelt våbensystem baseret på giftgassen Sarin bidrog afgørende til, at angrebet kun kostede 12 døde. Af 5.510 personer med forgiftningssymptomer var 17 personer kritiske tilfælde, 37 svære og 984 moderat skadede. Imidlertid var omkring 85 % af de personer der kontaktede sundhedssektoren bekymrede raske uden målelig forgiftning. Dette understreger angrebets evne til at skabe panik og det efterfølgende massive pres på kritisk infrastruktur og dermed behovet for oplysning og information på området. Se blandt andet Beredskabsstyrelsen, "Analyse af redningsindsatser ved udvalgte terrorhandlinger", juni 2003.

i et mere og mere "grænseløst" Europa understreger behovet for internationalt samarbejde mellem både de relevante nationale strålebeskyttelsesmyndigheder men også nationale sikkerhedstjenester om fælles standarder og øget informationsudveksling.

De potentielt voldsomme økonomiske omkostninger ved radiologiske hændelser understreger ligeledes behovet for effektivt og hurtigt at kunne identificere, inddæmme og afhjælpe et radiologisk angreb. Dette understreger også dette våbens egentlige karakter af et våben, der primært skal skabe frygt og angst og anrette økonomisk skade.

På trods af at truslen om anvendelse af radiologiske våben på kort til mellemlangt sigt dermed er lille, er der imidlertid stadig grund til at have et velfungerende tværsektorberejskab, der effektivt kan identificere en radiologisk hændelses egentlige karakter, inddæmme denne og begrænse terroreffekten og den økonomiske skade. I det kommende DIIS-brief "Radiologisk terrorisme – Det danske beredskab" diskuteres hvorledes det danske radiologiske beredskab kan håndtere et radiologisk terrorangreb.

Dette DIIS-brief samt opfølgningen "Radiologisk terrorisme – Det danske beredskab" er blandt andet blevet til efter omfattende samtaler med eksperter fra Statens Institut for Strålehygiejne, Beredskabsstyrelsen, Københavns Brandvæsen og Rigspolitiet, hvor disse beredvilligt har stillet deres viden og erfaring til rådighed. Konklusionerne er forfatterens egne.

DIIS's Forsvars- og Sikkerhedspolitiske Studier

Dette DIIS Brief indgår i de forsvars- og sikkerhedspolitiske studier. Projektet, der er finansieret af Forsvarsministeriet, startede i 2000 og løber frem til 2009.

De forsvars- og sikkerhedspolitiske studier har fokuseret på EU's fælles udenrigs- og sikkerhedspolitik, NATO og den såkaldte revolution i militære anliggender.

I en tid, hvor betingelserne for at føre sikkerhedspolitik og opnå sikkerhed forandres, finder DIIS det afgørende, at de forsvars- og sikkerhedspolitiske studier udnytter synergien mellem teoretiske overvejelser om sikkerhedens nye karakter og konkrete analyser af de nye krav til sikkerhedspolitik. Ydermere er indholdet af en sådan afgørende ny dagsorden vigtig at videre formidle til offentligheden.

Forskningsopgaver formuleres i samarbejde med Forsvars- og Udenrigsministeriet. Forskningen og konklusionerne af denne er uafhængige, og afspejler hverken de involverede ministeriers synspunkter eller en officiel DIIS holdning til det givne spørgsmål.

Resultaterne af de forsvars- og sikkerhedspolitiske studier tager mange former – fra 'research briefs' til artikler i internationale videnskabelige tidsskrifter – for at leve op til vores mål at foretage forskning af høj kvalitet og formidle denne til offentligheden.

Fagligt Panel

Christopher Coker, Reader, London School of Economics and Political Science

Heather Grabbe, Research Director, Centre for European Reform

Lene Hansen, lektor, Københavns Universitet

Sten Rynning, lektor, Syddansk Universitet

Knud Erik Jørgensen, lektor, Aarhus Universitet

Ole Kværnø, Chef, Institut for Strategi, Forsvarsakademiet

Theo Farrell, Senior Lecturer, University of Exeter

Iver Neumann, seniorrådgiver, det norske udenrigsministerium, forskningsprofessor, NUPI

Mehdi Mozaffari, professor, Aarhus Universitet

Robert C. Nurick, Director, Carnegie Endowment for International Peace, Moscow

Mikkel Vedby Rasmussen, lektor, Københavns Universitet

Terry Terriff, Senior Lecturer and Director of the Graduate School of Political Science and International Studies, University of Birmingham

Ståle Ulriksen, vicedirektør og leder af FN-programmet, NUPI

Michael C. Williams, lecturer, University of Wales at Aberystwyth

Yderligere information

Yderligere information kan fås på DIIS's hjemmeside (www.diis.dk), eller ved at kontakte fuldmægtig Martin Rødbrø på telefon 32 69 87 42 eller på mail mrd@diis.dk.

Tabel 1, figur A. Udvalgte ikke-konventionelle terrorangreb og -angrebsforsøg siden midten af 1990'erne

TID	STED	PRIMÆRE MÅL	SEKUNDÆRE MÅL	METODE	VIRKNING
JUN 94	Matsumoto, Japan	Distrikt med ansatte fra lokalt domhus, der havde beordret lukning af et lokalt Aum Shinri Kyo kontor.	Japanske civile samfund	Sarin blev udlagt som gas fra et køretøj. Sekten Aum Shinri Kyo stod bag.	7 døde, 200 kontaminerede. Betydelig panik og angst.
MAR 95	Tokyo, Japan	Sprede terror.	Muligvis forsøg på at forstyrre politiets opklaring af gruppens anslag i juni 94	Simultane angreb på fem undergrundstog. Sekten Aum Shinri Kyo stod bag. Sarin blev udlagt som væske i perforerede plastikposer, der afgav gas til omgivelserne. Manglende evne til at våbengøre gassen og dermed at sprede den effektivt var afgørende med til at reducere effekten af anslaget.	12 døde, 5.500 kontaminerede. Betydelig panik og angst. Meget stor andel af folk der tog kontakt til sundhedsmyndighederne var "bekymrede raske".
NOV 95	Moskva, Rusland	Demonstration af kapacitet.		Beholder med cæsium-137 samt sprængstof begravet i offentlig park af tjetjenske oprørsgrupper.	Ringe.
2001	USA	Regeringskontorer.		Breve med mildbrand-sporer afsendt med post. Lokal kontamination af personer og lokaliteter ved luftbårne sporer. Ingen gerningsmænd pågrebet. Efterfølgende hoax-breve bidrog mere til panik og økonomiske	5-10 døde. Betydelig panik og angst samt omfattende økonomiske omkostninger.

				<p>konsekvenser end de egentlige "ægte" miltbrand-breve.</p> <p>Denne tendens har bredt sig til andre lande jf. anslag i JAN 05 i Danmark.</p>	
FEB 02	Italien	Amerikanske interesser i Rom	Det italienske civile samfund	Mulig aktion forhindret ved fund af flere kg cyanidholdigt pulver samt kort over vandforsyning.	Cyanidkoncentration formentlig ikke tilstrækkelig kraftig.
JAN 03	Storbritannien	Ukendt	Ukendt	<p>Mulig aktion forhindret ved fund af små mængder ricin samt materialer til produktion (Kastorbønner) i lejlighed i London efter tip til politi.</p> <p>Er mindre egnet til omfattende angreb, da giften skal indtages eller indsprøjtes for at være effektiv.</p> <p>Der var tale om meget små mængder produceret gift før anslaget blev forhindret, hvilket illustrerer vanskelighederne for terrororganisationer ved at forsøge sig med ikke-konventionelle våben.</p>	<p>Øget opmærksomhed i politi og efterretningskredse på truslen fra biologiske og kemiske våben.</p> <p>Bioberedskab forøget.</p>
APR 04	Jordan	Jordanske efterretnings-tjeneste HQ i Amman		Angiveligt blev aktion med kemikalier forhindret. Kemikalier skulle spredes i store mængder ved anvendelse af eksplosiv-	Detaljer om metode og mulig effekt har været

				stoffer.	sparsomme.
MAJ 04	Irak	Koalitionsstyrker		IED rettet mod koalitionsstyrker bestod af en 155 mm artillerigranat med gasladning (sarin).	Det er usikkert om gerningsmændene var klar over granatens indhold.
JUL 04	Irak	Koalitionsstyrker		Raketter til MLRS markedsført i Irak til \$5.000 stk. og skulle angiveligt indeholde sarin.	Der var antageligt tale om gamle våben, hvor gassen ikke længere var effektiv.

Tabel 1, figur B. Udvalgte konventionelle terrorangreb siden 2001

TID	STED	PRIMÆRE MÅL	SEKUNDÆRE MÅL	METODE	VIRKNING
11 SEP 01	New York, Washington, USA	Bløde ikon-mål i form af symboler på USA's militære og økonomiske magt.	Finansielle systemer, transportsystemer kommunikation "Trend-setting"	Simultane angreb. Primære våben: Hobbyknive. Sekundære våben: Rutefly anvendt som selvmordskrydsermissiler.	Omfattende lokalt tab af liv (tusinder) og værdier. Omfattende økonomisk virkning.
11 APR 02	Djerba, Tunesien	Bløde ikon-mål i form af synagoge.	Turistindustri	Selvmordsangreb med gastankvogn kørt mod bygning.	Lokalt tab af liv (ca. 20).
12 OKT 02	Bali, Indonesien	Bløde mål i form af natklubber for vestlige turister.	Turistindustri	Simultane angreb med IED og VBIED.	Markant lokalt tab af liv (hundreder). Omfattende økonomisk virkning.
28 NOV 02	Mombasa, Kenya	Bløde mål i form af hotel og civilt rutefly (israelske interesser).	Turistindustri, lokal økonomi	Simultane angreb med VBIED mod hotel samt mislykket SAM-angreb mod fly (SA-7 Grail); våbnet affyres	Lokalt tab af liv (ca. 20). Omfattende økonomisk virkning.

				men rammer ikke.	
12 MAJ 03	Riyadh, Saudi Arabien	Bløde mål i form af boligkompleks for udlændinge.	Lokal økonomi afhængig af udlændinge	Simultane angreb med VBIED.	Lokalt tab af liv (ca. 20).
19 AUG 03	Bagdad, Irak	Blødt ikon-mål: FN HQ	Det internationale samfund i Irak	Selvmodrangreb med VBIED, skjult i en betonblander.	Lokalt tab af liv (omkring 30).
27 OKT 03	Bagdad, Irak	Blødt ikon-mål: ICRC HQ	Det internationale samfund i Irak	Selvmodsangreb med VBIED, skjult i ambulance.	Mindre lokalt tab af liv (omkring 5).
15 NOV 03	Istanbul, Tyrkiet	Bløde ikon-mål i form af synagoge, britisk bank og konsulat.	Turistindustri, lokal økonomi	Simultane angreb. Selvmodsangreb med VBIED.	Lokalt tab af liv (ca. 70) og værdier. Økonomisk tab.
11 MAR 04	Madrid, Spanien	Bløde mål i form af offentlige transportmidler.	Transportsystem, kommunikation,	Simultane angreb med mobiltelefon-udløste IED.	Markant lokalt tab af liv (hundreder). Politisk virkning.

Nøgle til forkortelser:

IED	Improvised Explosive Device	SAM	Surface-to-Air Missile	ICRCHQ	International Commission for the Red Cross HQ in Iraq
VBIED	Vehicle Borne IED	UNHQ	United Nations Headquarters in Iraq		
MLRS	Multiple Launcher Rocket System				