

BC-bulletinen

Nr 17 September 2006

Innehåll:

Forensisk mikrobiologi

Destruktion av kemiska vapen i Ryssland



Umeå 28 september 2006

BC-bulletinen har i detta nummer en artikel om forensiska analysmetoder för mikroorganismer. Artikelförfattare är Tina Broman och Mats Forsman, som båda är forskare vid FOI NBC-skydd där de bland annat arbetar med identifieringsmetoder för smittämnen. Forensiska mikrobiologiska metoder är högupplösande analysmetoder som utnyttjas för att bevisa att en specifik mikroorganism använts och att en misstänkt gärningsman haft tillgång till just denna organism. I artikeln beskrivs de olika aspekter som måste beaktas när forensiskt arbete utförs för att bevisvärdet inte ska förstöras eller kunna ifrågasättas. Tillgång till forensiska mikrobiologiska metoder är en viktig del i ett lands skydd mot bioterrorism.

Den andra artikeln i BC-bulletinen belyser den aktuella situationen avseenden destruktion av deklarerade lager med kemiska stridsmedel. Artikeln har skrivits av Gustav Andersson, forskare med kemisk inriktning vid avdelningen för NBC-skydd. För båda de två stora innehavarna av vapenlager, USA och Ryssland, har destruktionsprocessen gått långsamt och följer inte stipulerade tidsplaner. USA har destruerat ca 39 % av sina lager men har nyligen annonserat att landet inte kommer att nå sitt mål i år. USA förväntas inte klara av att eliminera sina lager till 2012 utan kommer troligen att flytta fram målet till 2020. Ryssland har också förklarat att landet inte klarar av det uppsatta destruktionsmålet. Hittills har endast drygt 4 % av gamla sovjetiska/ryska kemiska vapen förstörts, vilket innebär att drygt 38 000 ton av de totalt 40 000 ton som deklarerats finns kvar i de ryska lagren. Ryssland har nyligt invigt sin tredje destruktionsanläggning (av sju planerade) och landet tycks ha en seriös ambition att följa sin plan, om än med rejält förlängt tidsperspektiv. Slutsatsen är att ännu tio år efter att kemvapenkonventionen trädde i kraft och efter betydande ekonomiska insatser kommer en stor del av de deklarerade lagren att finnas kvar.

Lena Norlander

Forensisk mikrobiologi

Tina Broman och Mats Forsman

Alla har nog hört talas om hur polisen gör analyser av en kulas räffling för att kunna binda en pistol till ett visst brott, eller jämför fingeravtryck från ett vapen mot de från en misstänkt för att binda en förövare till brottet. Men vad händer om det, som vid bioterrorism eller annan biologisk brottslighet, är en bakterie eller ett virus som är vapnet?

Att använda mikroorganismer eller toxiner¹



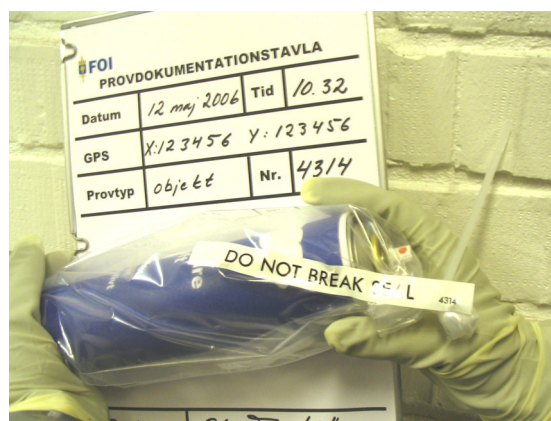
Provtagning av misstänkt smittad vegetation.

1 som vapen är inte någon ny företeelse, men den biologiska brottsligheten har under senare år fått en allt större uppmärksamhet. En orsak till det är inte minst fallen med antraxbrev i USA hösten 2001, då fem personer avled och många fler utsattes för smitta. Man diskuterar också risken för att företag skulle kunna utsättas för varumärkessabotage, där en förövare skulle kunna tänkas tillsätta smittsamma mikroorganismer i livsmedel i syfte att på hemmamarknaden misskreditera företaget för att man t.ex. är missnöjd med hur det sköter sig i utvecklingsländer.

Det finns också biologisk brottslighet som inte kan sorteras in under begreppet bioterrorism, och som förekommer oftare. I Louisiana mot Schmidt-fallet användes t.ex. HIV-infekterat blod som vapen vid ett mordförsök (Metzker et al., 2002), medan en hämndlysten laborietekniker i Texas bjöd sina kollegor på muffins innehållande *Shigella dysenteriae*, en bakterie som ger svåra tarmskador (Kolavic et al., 1997). Ytter-

ligare exempel på lagbrott som involverar mikroorganismer eller toxiner är grov oaktsamhet eller försummelse vid livsmedelhantering där personer smittas eller kommer till skada och där det kan bli aktuellt med skadeståndskrav.

Den ökande rädslan för bioterrorism har, framförallt i USA, lett till utvecklingen av en ny vetenskaplig disciplin, s.k. forensisk mikrobiologi (microbial forensics). Forensisk mikrobiologi syftar till att binda en förövare till ett biologiskt brott genom att bevisa att just den mikroorganism eller det toxin som förövaren haft tillgång till har använts i brottsligt syfte. När bakterier eller virus jämförs med varandra används DNA-analys. Mellan olika linjer av en viss mikroorganism finns små skillnader i den genetiska koden. Genom att ta reda på vilka

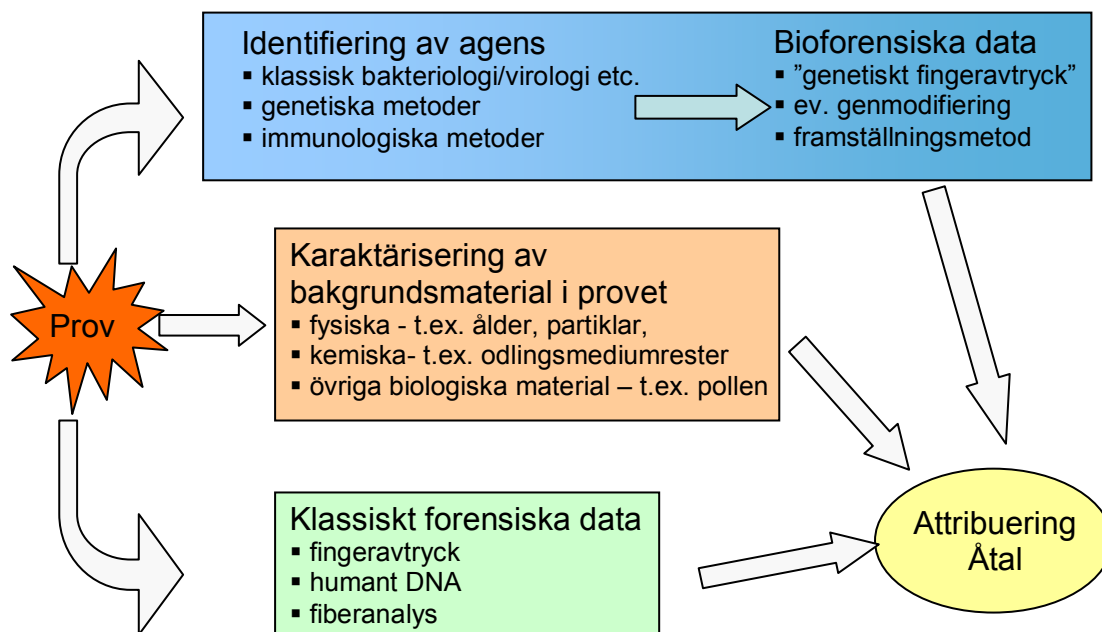


Fotografering av omhändertagen sprayflaska som misstänks innehålla smittsam eller toxisk substans. Fotografering av provet görs för att bevisa att det samma prov som kommer till analyslaboratoriet. Notera att provet förseglats med en tag som bevis för att provet inte manipulerats.

¹ giftiga ämnen av biologiskt ursprung

dessa skillnader är kan man rita upp ett s.k. genetiskt fingeravtryck för just den organism man är intresserad av. De analysmetoder som används vid forensiska mikrobiella undersökningar avslöjar fler detaljer, och har därför en högre upplösning, än de som normalt används vid vanliga medicinska och epidemiologiska undersökningar.

Men, liksom i fallet med kulan och revolvern är det inte bara den dödande projektilen, dvs. kulan eller mikroorganismen själv, som kan avslöja viktiga ledtrådar. Genom att noggrant analysera ett mikrobiologiskt prov kan man hitta spår av ämnen som använts för att framställa, stabilisera och sprida mikroorganismerna eller toxinet. Sådana ledtrådar kan peka mot en viss förövare eller jämföras med prov från en misstänkt framställningslokal (se figur 1).



Figur 1. Forensisk mikrobiologi är en integrerad del av hela den forensiska analysen och innefattar inte bara analys av den smittsamma eller toxiska biologiska substansen utan även andra delar av provet som kan ha bevisvärde eller kan användas för att spåra ursprunget.

För att bevis från den forensiska mikrobiologiska analysen ska vara användbara i en rättegång är det viktigt att hela förfarandet med provtagning, transport, förvaring, provupparbetning, analys och slutsats utförs på sådant sätt att bevisvärdet inte förstörs eller kan ifrågasättas.

Detta innebär att man redan vid provtagningen måste vara medveten om att det kan röra sig om ett brott och att det finns rutiner och resurser för en korrekt hantering av provet samt för dokumentation av provtagningen och hela hanteringskedjan. Slutligen behövs ett jämförelsematerial i form av referensorganismer och referensdata, ungefär som det finns databaser med mänskliga fingeravtryck.

Jämfört med normalt kriminaltekniskt arbete på en brottsplats finns ytterligare några faktorer att ta hänsyn till vid en forensisk mikrobiologisk undersökning. Säkerheten för personalen måste garanteras eftersom brottsplatsen kan vara



Provtagning vid misstänkt spridning via ventilationssystemet.

smittsam eller giftig. Det krävs därför att provtagarna har adekvat utbildning och träning och personlig skyddsutrustning som skyddar mot de mikroorganismer eller toxiner som kan vara aktuella. Eftersom de mikrobiologiska analyserna sker parallellt med det vanliga forensiska arbetet som utförs på brottsplatsen kan också annan personal än provtagarna behöva arbeta i skyddsutrustning.



Provtagning av misstänkt material i lokal som misstänks ha använts för produktion av det smittsamma ämnet.

Dessutom varken syns eller luktar biologiska ämnen, vilket gör att det kan vara mycket svårt att avgöra exakt var provet ska tas. En utarbetad grundläggande provtagningsstrategi som är anpassad till frågeställningen underlättar bedömningen, men det krävs också att de personer som tar provet har kunskap och erfarenhet från området.

Även tiden är viktig, inte bara för att snabbt ta reda på vad människor i omgivningen kan ha utsatts för så att de kan få rätt behandling, utan också för att ett mikrobiologiskt ämne på kort tid, om det hanteras fel, kan förändras så att det inte går att analysera. Återigen är kompetens

och utarbetade rutiner för provtagning och hantering av proverna av största vikt. Erfarenheter har visat att flera olika kompetenser behövs för att provtagningen och det fortsatta utredningsarbetet ska fungera och att gärningsmännen ska kunna fällas.

Bioterrorism. Användning eller hot om användning av biologiska agens, mikroorganismer eller toxiner, motiverade av politiska, religiösa, ekologiska eller andra ideologiska syften.

Biologisk brottslighet. Användning eller hot om användning av biologiska agens, motiverande av personliga skäl som hämnd eller finansiell vinning. Bioterrorism är också ett biologiskt brott.

Biologisk olycka. Oavsiktligt utsläpp av biologiska agens från ett laboratorium eller annan verksamhet. Kan vara ett brott vid grov oaktsamhet

Referenser

Kolavic S. A. et al., 1997. An outbreak of *Shigella dysenteriae* type 2 among laboratory workers due to intentional food contamination. JAMA 278:396-398.

Metzker et al., 2002. Molecular evidence of HIV-1 transmission in a criminal case. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 99: 14292-14297.

Vidare läsning

Breeze R.G, Budowle B., Schutzer S. E (eds). 2005. Microbial Forensics. Academic Press. San Diego. 448 s.

Schutzer S. E. Budowle B., Atlas R. M. 2005. Biocrimes, microbial forensics and the physician. PLoS Medicine 2:1242:1245.

Morse S. A. Budowle B. 2006. Application to bioterrorism preparedness and response. Infect. Dis. Clin. N. Am. 20:455-473.

Budowle B. Jonsson M.D. Fraser C. M. et al.2005.Genetic Evidence and attribution of microbial forensics evidence. Crit. Rev. Microbiol. 31:233-254.

BudowleB., Schutzer S.E. Asher M., et al. 2005. Toward a system of microbial forensics from sample collection to interpretation of evidence. Appl Environ Microbiol. 71:2209-2213.

**“Det är bättre att vara förberedd på det osannolika,
än helt oförberedd på det katastrofala.”**

Bruce Budowle

Destruktion av kemiska vapen i Ryssland

Gustav Andersson

Bakgrund

Kemvapenkonventionen¹ trädde i kraft den 29 april 1997. Fram till i dag är det 179 stater, däribland Sverige, som ratificerat konventionen. Ytterligare sju stater har undertecknat konventionen men ännu inte ratificerat. De grundläggande åtagandena i konventionen är att medlemsstaterna aldrig under några omständigheter får utveckla, producera, anskaffa, inneha, lagra eller använda kemiska stridsmedel. Medlemsstaterna förbinder sig dessutom att förstöra sina eventuella lager av kemiska vapen på ett säkert och miljövänligt sätt. Konventionen bestämmer också med vilken hastighet och ordning som destruktionsarbetet ska genomföras och ställer som krav att den ska vara helt slutförd inom tio år efter ikraftträdandet, dvs. senast 29 april 2007. Anstånd med upp till fem år kan i undantagsfall medges, vilket innebär att destruktionsarbetet av alla världens kemiska vapen ska vara avslutat senast den 29 april 2012. Genomförandet och efterlevnaden av konventionen övervakas av OPCW², vars högkvarter ligger i Haag.

Sex stater har deklarerat innehav av kemiska vapen: Albanien, Indien, Libyen, Ryssland och USA samt en annan stat, som begärt att få vara anonym. Denna stat anses allmänt vara Sydkorea. Ryssland och USA äger mer än 95 % av de deklarerade lagren av kemiska stridsmedel, totalt ca 70 000 ton.

Endast åtta stater har varken undertecknat eller ratificerat konventionen. Dessa är: Angola, Barbados, Nordkorea, Egypten, Irak, Libanon, Somalia och Syrien. Ett par av dessa stater tros inneha kemiska vapen.

Det ryska destruktionsprogrammet

Ryssland undertecknade kemvapenkonventionen 1993 och ratificerade den 1997. Landets deklarerade innehav av kemiska stridsmedel, totalt ca 40 000 ton, är världens största lager. Att destruera detta lager, som Ryssland har åtagit sig enligt konventionen, har visat sig vara både dyrbart och tidskrävande. Ryssland begärde och fick inledningsvis förlängning från OPCW av sina första interimstidsramar, vilket flyttade tidsramen för 20 % destruktionsarbetet till april 2007. I oktober 2005 antog den ryska regeringen en reviderad destruktionsplan, som beskriver hur Ryssland planerar att uppnå 100 % destruktionsarbetet till 2012.

Rysslands deklarerade lager av kemiska vapen finns vid sju platser: Gorny (Saratov oblast), Kambarka (republiken Udmurtien), Kizner (republiken Udmurtien), Leonidovka (Penza oblast), Maradikovskij (Kirov oblast), Pochep (Bryansk oblast) och Shchuch'ye (Kurgan oblast).

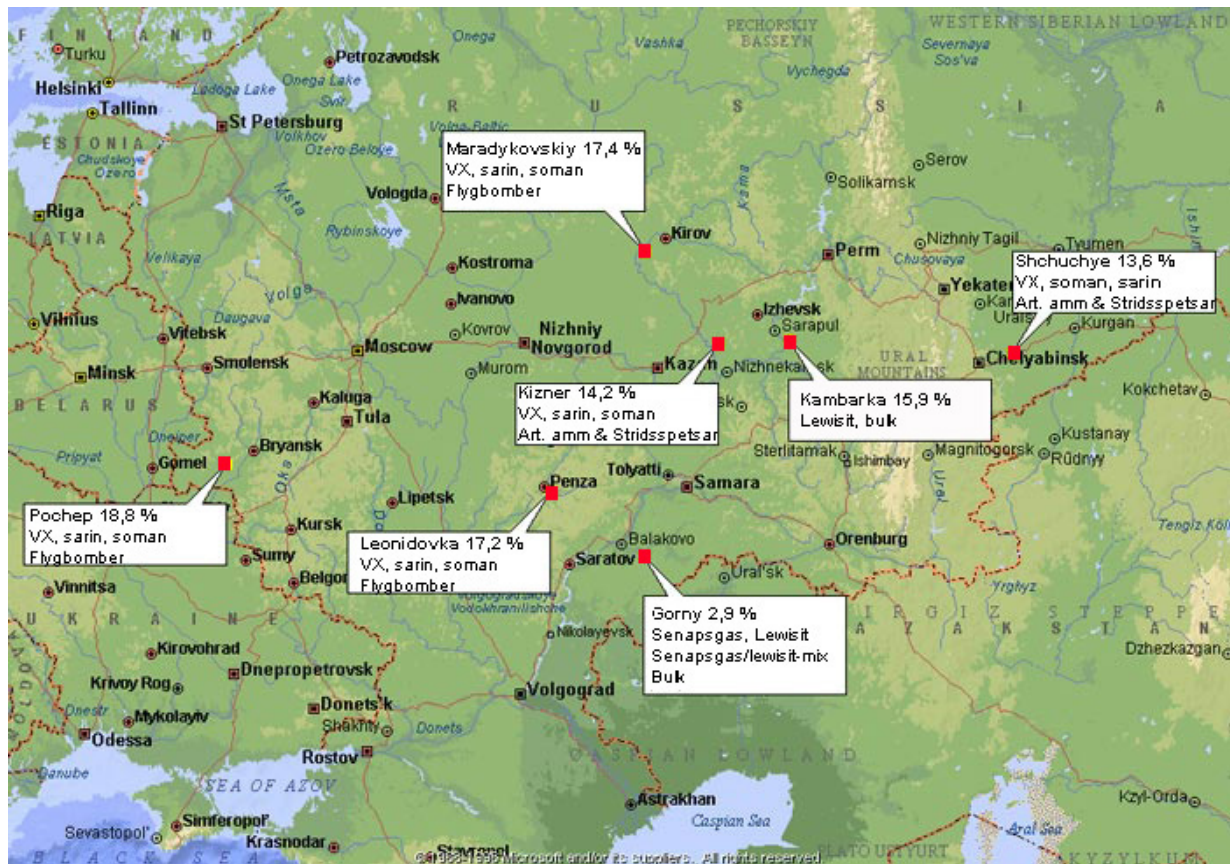
Ungefär 7 500 ton av det deklarerade lagret består av hudskadande ämnen, senapsgas, lewisit och blandningar av senapsgas och lewisit, som förvaras i bulklager vid Gorny och Kambarka. Återstoden av lagren består av de tre nervgaserna sarin, soman och rysk VX, som lagras i olika former av ammunition.

¹ Chemical Weapons Convention (CWC)

² Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons

Lagringsplatserna kan också indelas i tre typer. Den första, Gorny och Kambarka, är bulk-lagringsplatser med hudskadande ämnen. Den andra, lagren vid Kizner och Shchhuchy'e, består av raket- och artillerigranater. Den tredje, som innehåller luftburna vapen, huvudsakligen bomber men även spraytankar och speciella containrar för användning med spraytankar, är lokaliserad till Leonidovka, Maradikovskiy och Pochep.

Destruktionsanläggningar



Översiktskarta över de sju ryska lagren för kemiska stridsmedel. Som framgår av kartan innehåller tre av lagren senapsgas och lewisit medan de fyra övriga innehåller nervgaser. Totalt utgörs ungefär 80 % av de ryska lagren, på totalt 40 000 ton, av nervgaser. Uppgifterna kommer ursprungligen från ryska försvarsministeriet.

Dåvarande Sovjetunionen byggde tidigt en destruktionsanläggning i staden Chapayevsk men aktivt motstånd från lokalbefolkningen mot att C-stridsmedel skulle transporteras till deras stad gjorde att anläggningen stängdes kort efter öppnandet 1989. De ryska myndigheterna bestämde sedermera 1993 att destruktionsen skulle ske i närheten av respektive lager och att en fullskalig destruktionsanläggning skulle byggas vid varje lagringsplats.

Gorny

Den första destruktionsanläggningen som togs i bruk ligger vid Gorny. Hela det lager som fanns vid Gorny, ca 1 140 ton lewisit och senapsgas, har destruerats sedan anläggningen öppnades i december 2002. Anläggningen stängdes 2005.

Kambarka

Den andra destruktionsanläggningen öppnades i slutet av 2005 och ligger vid Uralbergen intill staden Kambarka i republiken Udmurtien ungefär 110 mil öster om Moskva. Anläggningen ska enligt planerna destruera hela lagret på drygt 6000 ton lewisit (bulk) innan slutet av 2009.

Maradykovsky

Ryssland öppnade sin tredje destruktionsanläggning i början på september 2006. Anläggningen, som ligger 725 km nordost om Moskva vid staden Maradykovsky i Kirov regionen, ska destruera 6 900 ton nervgas lagrad i luftbomber. Lagret i Maradykovsky utgör ca 17 % av den totala ryska volymen och består huvudsakligen av sarin och soman. Anläggningen i Maradykovsky har byggts i rekordfart, på mindre än ett och ett halvt år, och helt och hållet finansierats av den federala ryska budgeten.

Shchuch'ye

Destruktionsanläggningen som håller på att byggas vid Shchuch'ye har USA som huvudsaklig bidragsgivare. Andra viktiga donatorer är Kanada och England. Två destruktionslinjer planeras vid anläggningen, och USA har lovat att finansiera den första, medan Ryssland ska finansiera den andra. Anläggningen vid Shchuch'ye var tänkt att bli Rysslands första operativa destruktionsanläggning för nervgas men flera faktorer, t.ex. byråkratiska förseningar i de bilaterala avtalsprocesserna och konflikter om underleverantörer och visum för utländska byggnadsarbetare har försenat arbetet med åtminstone 3–4 år. Enligt den nu gällande tidsplanen ska anläggningen vara klar att tas i bruk 2009.

Övriga destruktionsanläggningar

Läget vid de återstående lagerplatserna är följande. Ryssland planerar att färdigställa destruktionsanläggningarna för nervgaser i Pochep och Leonidovka under slutet av 2007 och destruktionsarbetet beräknas komma igång under 2008. Destruktionsanläggningen för nervgas i Kizner beräknas vara klar under 2009.

Finansiering

Ryssland planerar att spendera ungefär 5,7 miljarder dollar på sitt program för destruktionsprogram av kemiska vapen, vilket beräknas komma att kosta 8 miljarder dollar. Hoppet är att internationellt stöd kommer att täcka mellanskillnaden, ca 30 % av den totala kostnaden.

Den övervägande delen av det internationella stödet kommer från USA och EU:s medlemsstater genom olika mekanismer. De länder och sammanslutningar som bidragit eller planerar att bidra med stöd är Kanada, England, EU, Finland, Frankrike, Irland, Italien, Nederländerna, Nya Zeeland, Norge, Polen, Sverige, Schweiz, Tjeckien, Tyskland och USA.

USA, som hittills stått för huvuddelen av det internationella stödet har fokuserat sina insatser på nervgaslagret i Shchuch'ye. Den främsta orsaken till detta är att lagret i Shchuch'ye har den största och mest moderna arsenalen med sina miljontals nervgasfyllda och portabla artillerigranater. Lagret anses också utgöra en speciell risk eftersom granaterna är tillräckligt små för att kunna bäras för hand och därför skulle vara speciellt attraktiva för terrorister. Fram till idag har USA bidragit med ca 1 miljard dollar inom sitt s.k. Cooperative Threat Reduction (CTR) Program.

G8: s Globala Partnerskap mot spridning av massförstörelsevapen etablerades vid dess toppmöte 2002 i Kananaskis, Kanada. Elimineringen av Rysslands kemiska vapen är ett av Globala Partnerskapets fyra prioriterade satsningsområden. I juli 2006 meddelade G8 att det

Globala Partnerskapet kommer att anslå upp till 20 miljarder dollar för skrotning av kärnvapenubåtar och destruktion av kemiska vapen fram till 2012. Globala Partnerskapet (inklusive USA) har hittills bidragit med ungefär 1,8 miljarder dollar.

Teknik för destruktion

Både Ryssland och USA har försökt att utveckla metoder för destruktion av kemiska vapen som är kostnadseffektiva och säkra och som kan användas till ländernas samtliga lagerplatser. Ryssland har också försökt använda processer som ger användbara produkter för civil industri. Denna policy är klart skild från USA: s policy där nedrustning och civil industri hålls strikt åtskilda och det inte finns några planer på att överföra kemiska vapen till användbara produkter.

Två grundläggande metoder

Kemisk nedbrytning och förbränning är två grundläggande metoder som båda är godkända av kemvapenkonventionen för destruktion av kemiska stridsmedel. Ryssland har för destruktion av nervgaser följt en nedbrytningsprocess i två steg. Destruktion av sarin och soman sker först genom neutralisation av ämnena med monoetanolamin i närvaro av vatten vid en temperatur av ca 110°C. I det andra steget blandas reaktionsblandningen med bitumen³ och kalciumhydroxid, som upphettats till ca 135°C. Vid destruktion av VX används först en rysk saneringslösning, RD-4⁴, därefter behandlas nervgasen med bitumen och kalciumhydroxid vid ca 135°C. Försök har visat att den ryska tvåstegsprocessen förstör nervgaser effektivt och irreversibelt. För närvarande pågår tester för att undersöka bitumenblandningens stabilitet på lång sikt och hur lämpligt det är att använda den som fyllnadsmaterial i mark, t.ex. vid vägbyggen.

Lewisit destrueras med hjälp av en 20 % natriumhydroxidblandning. De bildade hydrolysisprodukterna indunstas till en saltmassa för långtidslagring. Ryssland säger sig vara intresserat av att rena fram arsenik ur hydrolysisprodukterna från lewisit för användning på den civila marknaden.

Senapsgas och blandningar av senapsgas och lewisit neutraliserar/destrueras med hjälp monoetanolamin.

Sammanfattning av den globala bilden

Ryssland och USA, som tillsammans äger mer än 95 % av världens kemiska vapen, har båda begärt fem års förlängning till 2012 av kemvapenkonventionens deadline för 100 % destruktion. Trots detta tros ingendera av länderna klara av den förlängda tidsgränsen. USA har officiellt deklarerat att man inte förväntar sig kunna destruera hela sitt lager av kemiska vapen innan den förlängda tidsgränsen löper ut i april 2012. Ryssland däremot hävdar fortfarande att man klarar destruktionen inom den förlängda tidsgränsen. Mot bakgrund av att framstegstakten i Ryssland hittills varit betydligt lägre än i USA verkar detta dock högst osannolikt.

Albanien, Libyen, Syd Korea och Indien har deklarerat mycket mindre lager av kemiska vapen än Ryssland och USA och har gjort utfästelser att destruera sina kemvapen inom

³ Bitumen är ett tjärliknande ämne med bindande förmåga och består i huvudsak av en blandning av kolväten. Bitumen erhålls som restprodukt vid raffinering av råolja men förekommer också i naturen. Bitumen används bland annat för tillverkning av asfalt.

⁴ N-metyl pyrrolidinone, potassium isobutylate, isobutyl alcohol

konventionens tidsram. Trots detta ser det i dagsläget ut som om det endast är Albanien som har en rimlig chans att eliminera sitt, i sammanhanget relativt ringa, innehav – ca 18 ton bulkblandning av senapsgas och lewisit - inom tidsgränsen 2007.

Fram till juni 2006 har ungefär 20 % av världens deklarerade lager av kemiska vapen destruerats. USA står för ungefär 11 000 ton, vilket motsvarar 39 % av landets deklarerade innehav. Ryssland har destruerat ungefär 1 800 ton, vilket är drygt 4 % av det deklarerade innehavet.

Sammanfattningsvis kan sägas att processen för nedrustning av kemiska vapen både i Ryssland och USA har visat sig vara tekniskt utmanande, politiskt komplicerad och oförutsägbar vad gäller både kostnad och tidsåtgång. Kemiska vapen kommer, trots konventionen, fortfarande att finnas kvar under många år som en påminnelse av det kalla kriget.

Källor

Artiklar och rapporter

Hart, J; Assistance for the destruction of chemical weapons in the Russian Federation: political and technical aspects. Conference *Strengthening European Action on Non Proliferation and Disarmament: How can Community Instruments contribute?* 7-8 December 2005, Brussels. Tillgänglig på URL <http://www.sipri.org/contents/expcon/euppconfmaterials.html>

Hart, J; Russia's Chemical Weapon Destruction Program: an Update, ASA 05-6, Issue No. 111, December 09, 2005. Tillgänglig på URL <<http://www.asanltr.com/newsletter/05-6/newsletter.htm>>

Woolf, A. F., Nonproliferation and Threat Reduction Assistance: US Programs in the Former Soviet Union (Library of Congress, Congressional Research Service: Washington, DC, 19 Apr. 2005), report no. RL31957. Tillgänglig på URL <<http://www.fas.org/sgp/crs/nuke/RL31957>>

OPCW; Information on the process of destruction of stockpiles of chemical weapons in the Russian Federation and on the construction of facilities to destroy them, EC-44/NAT.2, 15 March 2006

OPCW; Information on the process of destruction of stockpiles of chemical weapons in the Russian Federation and on the construction of facilities to destroy them, EC-46/NAT.1, 28 July 2006

Internetsidor

Canada, Department of Foreign Affairs and International Trade (DFAIT) G8 Global Partnership, URL <http://www.dfait-maeci.gc.ca/foreign_policy/global_partnership/menu-en.asp>

FOI, URL <http://www.faktasamlingnbc.foi.se/filer/a_sidor/5/4.html>

Global Green USA, URL <<http://www.globalgreen.org/>>

Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW), URL<<http://www.opcw.org>>

Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), Chemical and Biological Warfare Project, URL <<http://www.sipri.org>>

Strengthening the Global Partnership, Implementing Chemical Weapons Destruction in Russia: An Investigation of Best Practices in WMD Demilitarization, URL <<http://www.sgpproject.org/>>

Strengthening the Global Partnership, G8 Scraps Chemical Weapons; Expenditures on Global Partnership will amount to \$20 billion, URL <<http://www.sgpproject.org/>>