

Lars Wigg
Per Andersson

Nuclear Posture Review - En analys av USA:s kärnvapenstrategi

Underlagsrapport

Lars Wigg
Per Andersson

Nuclear Posture Review - En analys av USA:s kärnvapenstrategi

Utgivare Totalförsvarets forskningsinstitut Avdelningen för Systemteknik 172 90 STOCKHOLM	Rapportnummer, ISRN FOI-R--1317--SE	Klassificering Underlagsrapport
	Forskningsområde Skydd mot massförstörelsevapen	
	Månad, år November 2004	Projektnummer A6123
	Verksamhetsgren NBC-skyddsforskning	
	Delområde N-forskning	
Författare/redaktör Lars Wigg Per Andersson	Projektledare Anders Axelsson	
	Godkänd av Monica Dahlén	
	Uppdragsgivare/kundbeteckning Försvarsdepartementet	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig Nils Olsson	
Rapportens titel Nuclear Posture Review - En analys av USA:s kärnvapenstrategi		
Sammanfattning Denna rapport ger en kort sammanfattning av USA:s kärnvapenstrategi och vilka följder Nuclear Posture Review kan ge på denna. Rapporten presenterar även en genomgång av det amerikanska missilförsvaret och olika rapporter rörande användningen av kärnvapen mot hårda och djupt liggande mål.		
Nyckelord kärnvapen, USA		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor 59	
Distribution Enligt missiv	Pris Enligt prislista Sekretess Öppen	

Issuing organization Swedish Defence Research Agency System Technology Division SE-172 90 STOCKHOLM Sweden	Report number, ISRN	Report type
	FOI-R--1317--SE	Base data report
	Research area code	
	Protection against Weapons of Mass Destruction	
	Month year	Project no.
	November 2004	A6123
Customers code		
NBC Defence Research		
Sub area code		
Nuclear Defence Research		
Author/s (editor/s) Lars Wigg Per Andersson	Project manager	
	Anders Axelsson	
	Approved by	
	Monica Dahlén	
Sponsoring agency		
Department of Defense		
Scientifically and technically responsible		
Nils Olsson		
Report title		
Nuclear Posture Review - An analysis of the nuclear policy of the United States of America		
Abstract		
<p>This report gives a review of the nuclear policy of the United States of America and the implications Nuclear Posture Review might have on it. The report also gives a brief summary of the National Missile Defense and some reports on the the use of nuclear weapons against hard and deeply buried targets.</p>		
Keywords		
nuclear weapons, USA		
Further bibliographic information		Language
		Swedish
ISSN	Pages	
1650-1942	59	
Distribution	Price Acc. to pricelist	
By sendlist	Security classification Unclassified	

Innehåll

1	Förord	1
2	Inledning	3
3	Den säkerhetspolitiska bakgrunden till Nuclear Posture Review	5
4	En ny triad	7
4.1	Det första benet	7
4.2	Det andra benet	7
4.3	Det tredje benet	8
4.4	Övrigt om triaden	8
5	Dimensionering av kärnvapenstyrkorna för olika slags konflikter	11
6	Kärnvapnets roll i USA:s försvarsstrategi	13
6.1	Enligt Nuclear Posture Review	13
6.2	Den ändrade synen på Ryssland	13
6.3	President Bushs tal den 1 juni 2002 vid West Point	13
6.4	The National Security Strategy of the United States of America	14
6.5	USA:s strategi för bekämpning av massförstörelsevapen	14
6.6	Proliferation Security Initiative	14
7	Utveckling av kärnvapenbärare	15
7.1	Interkontinentala ballistiska missiler (ICBM)	15
7.2	Kärnvapenbärande ubåtar och ubåtsbaserade ballistiska missiler . . .	16
7.3	Kärnvapenbärande flygplan och flygplansburna kryssningsmissiler . . .	16
7.4	Bärare för icke-strategiska kärnvapen	17
8	Utvecklingen av kärnvapenarsenalen	19
8.1	Arsenalens numerära utveckling	19
8.2	Utveckling av nya typer av kärnvapen och andra vapen	19
8.2.1	Advanced Concepts Initiative	22
8.2.2	Hårda och djupt liggande mål	23
8.2.3	Rörliga och flyttbara mål	25
8.2.4	Kemiska och biologiska agens	26
8.2.5	Ökad precision och minskad sidoverkan	28
8.3	Ökad beredskap för genomförande av kärnvapenprov	30
	Bilagor	30
A	Missilförsvarets olika komponenter	31
A.1	Land Based Lower Tier	31
A.1.1	PAC-3	31
A.1.2	MEADS	32
A.2	Sea Based Lower Tier	32
A.3	Land Based Upper Tier	33
A.3.1	GMD	33

A.3.2	THAAD	34
A.4	Sea Based Upper Tier	34
A.5	Lösningar som inte baseras på missiler	35
B	Uppgradering av Minuteman III-systemet	37
B.1	Guidance Replacement Program (GRP)	37
B.2	Propulsion Replacement Program (PRP)	37
B.3	Propulsion System Rocket Engine (PSRE) Life Extension Program . .	37
B.4	Rapid Execution and Combat Targeting (REACT)	37
B.5	Safety Enhanced Reentry Vehicle (SERV) Program	38
B.6	Environmental Control System (ECS) Replacement Program	38
C	Några studier beträffande markpenetrerande kärnvapen	39
C.1	F.A.S.-studien	39
C.2	Princeton-studien	40
C.3	Artikel i Jane's Intelligence Review	41
C.4	BASIC-studien	42
C.5	Carnegie-studien	43
C.6	NRDC-studien	45
C.7	CNS-studien	47
C.8	Utredning för Defense Science Board	47
C.9	Intervju med Viktor Mikhailov	48
D	Verkan av kärnvapen på B- och C-agens	49
D.1	Hans Kruger	49
D.2	Michael A Levi (I)	50
D.3	Michael May, Zachary Haldeman	51
D.4	Michael A Levi (II)	52
	Referenser	53

1. Förord

USA är världens starkaste militära makt, och var också den första som utvecklade kärnvapen. Det är därför av stort intresse att följa utvecklingen av landets kärnvapenpolicy och kärnvapenstyrkor, t.ex. som den beskrivs i dokumentet Nuclear Posture Review (NPR), som togs fram under 2001 på order av den amerikanska kongressen.

Arbetet med föreliggande rapport startade våren 2002, när delar av det hemliga amerikanska NPR-dokumentet blivit känt. Insamling av underlag, referenser och liknande drevs till en början helt av Lars Wigg. Så småningom involverades även Per Andersson i arbetet, även om den stora bördan fortfarande låg på Lars.

Genom att Lars blivit belastad också med andra uppgifter, en del av mer brådskande karaktär, drog arbetet med NPR-rapporten ut lite på tiden. Lars hade dock hunnit skriva större delen av rapporten, när han sommaren 2004 drabbades av sjukdom, i vilken han avled i augusti 2004. Bara någon vecka innan han dog uttryckte Lars till mig en stark vilja att någon skulle slutföra arbetet med rapporten. Jag bad då Per Andersson att utföra detta arbete, och med hjälp av IT-enheten vid FOI lyckades vi överföra alla relevanta filer till Per.

Eftersom en del förhållanden hunnit förändras under den tid arbetet med rapporten dittills framskridit uppkom frågan om huruvida en revision och uppdatering skulle göras. Efter diskussion enades vi om att behålla så mycket som möjligt av materialet i det skick Lars lämnat det, och bara införa uppdateringar där det framstår som helt nödvändigt. Detta betyder dock att Per i vissa fall måste lämna ifrån sig material som han själv inte känner att han har full kontroll över. Med kännedom om Lars stora kunnskap och noggrannhet, och för att undvika ytterligare fördröjning i publiceringen av rapporten, tar jag lugnt på mitt ansvar att rapporten publiceras på denna grund.

Stockholm 11 oktober 2004

Nils Olsson
C Kärnvapenfrågor och detektion
FOI

2. Inledning

Den översyn av USA:s kärnvapenpolicy och kärnvapenstyrkor som beskrivs i dokumentet *Nuclear Posture Review* (NPR) beordrades av kongressen i *Fiscal Year 2001 defense authorization act* [1]. Innehållet redovisades för kongressen den 8 januari och för media den 9 januari 2002 [2, 3, 4].

Dokumentet är hemligt, men en stor del av innehållet har ändå blivit känt. Ett 20-sidigt utdrag (av totalt knappt 60 sidor) finns sedan i mars 2002 på internet [5]¹. Ingenting tyder på att denna text inte skulle vara autentisk.

Den nya NPR är en efterföljare till en motsvarande översyn som lades fram 1994 under Clinton-regimen. Mycket översiktligt kan sägas att flera drag hos den nya översikten förbättrades av den tidigare NPR och av beslut som president Clinton senare fattade (t.ex. om kärnvapendoktrinen PDD 60 från november 1997).

Andra drag i 2002 års NPR är dock nya. Många av dessa förbättrades dock i en rapport från januari 2001 utarbetad av ett institut som står den nuvarande Bush-regimen nära [7]. Den försvarspolitiska grunden för översynen lades i den *Quadrennial Defense Review*, som försvarsdepartementet presenterade för kongressen i september 2001 [8]².

Under 2002 publicerades även *The National Security Strategy of the United States of America* [9] som behandlar USA:s säkerhetspolicy i stort men där ett kapitel beskriver hur USA tänker möta hotet från massförstörelsevapen. Denna fråga utvecklas vidare i *National Strategy to Combat Weapons of Mass Destruction* [10].

I februari 2003 fick Defense Science Board, som är ett fristående rådgivande organ till försvarsministern, uppgiften att tillsätta en arbetsgrupp med uppdraget att i ett 30-årigt perspektiv analysera behovet av nya kapaciteter för att genomföra s.k. strategiska attacker. Både nukleära och icke-nukleära lösningar skulle studeras. Utredningen [11] som presenterades i februari 2004 vidareutvecklar många idéer som först redovisades i NPR. Några områden som berörs är genomförande av operationer, C3I, vapenbärare och nya typer av kärnvapen. Förslagen kommer att redovisas i de sammanhang där de hör hemma.

¹Den läckta versionen markerar för varje utdrag på vilka sidor dessa återfinns i originalet. Därför kan det i följande referenser ges med sidhänvisning till den hemliga *Nuclear Posture Review*. Den ursprungliga läckta texten [5] innehåller ett antal stavfel eller skrivfel. De flesta av dessa är rättade i senare versioner [6].

²Detta dokument har på grund av terrorattackerna den 11 september samma år kommit något i skymundan, möjligen även betraktats som delvis överspelat.

3. Den säkerhetspolitiska bakgrunden till Nuclear Posture Review

Vid en presentation av översynen för en senatskommitté [12] rapporterades att en ny era inträtt, som kännetecknas av följande:

- Hoten är radikalt annorlunda jämfört med de hot som förelåg under det kalla kriget. Då planerades nästan bara för en konflikt med den andra supermakten Sovjetunionen. Trots de ideologiska skillnaderna förelåg en relativt hög grad av stabilitet, och kärnvapenavskräckningen baserad på en terrorbalans gjorde planeringen ganska förutsägbar.
- Denna världsbild har ersatts av ett globalt system med ett brett spektrum av tänkbara fiender och hotande utvecklingar. Tänkbara motståndare motiveras av mål och värden som kan vara svåra att förstå. Som händelserna den 11 september 2001 visar måste USA nu förvänta sig det oväntade. Det går inte längre att göra säkra prognoser för de hot som skall kunna mötas.
- Särskilt oroande är framkomsten av fientligt inställda regionala stormakter som skaffat sig missiler och massförstörelsevapen. Dessa disponeras i ökande grad av brutala ledare, som utan större institutionella eller moraliska hinder kan använda dem mot ett USA vars värderingar och frihet de avskyr. USA riskerar i framtiden att möta motståndare som inte drar sig för att åsamka civilbefolkningen massiva förluster utan hänsyn till de egna kostnaderna.

Dessa faktorer talar för att såväl försvarsplaneringen som stridskrafterna transformeras så att de kan möta vitt skilda hot och utvecklingar, inklusive sådana som är helt oväntade. Hittills gällande planering, som utgår från ett begränsat antal hotfall (*threat-based approach*), måste bytas mot en planering som medger ett flexibelt utnyttjande av stridskrafterna (*capabilities-based approach*).

4. En ny triad

För att skapa den bredare förmåga som sålunda är önskvärd avser USA att införa en ny sorts triad¹, som innehåller följande element:

- offensiva stridskrafter, såväl nukleära som icke-nukleära
- aktivt och passivt försvar
- en infrastruktur som väl kan möta uppkommande krav (*a responsive infrastructure*)
- en gemensam bas som inkluderar underrättelsetjänst, ledning och planering.

4.1 Det första benet

Den nuvarande strategiska triaden, bestående av landbaserade och ubåtsbaserade interkontinentala ballistiska missiler samt strategiska bombflygplan, återfinns i det första "benet" i den nya triaden. De offensiva stridskrafterna inkluderar dessutom icke-strategiska kärnvapen, konventionella stridskrafter, förmåga till offensiv informationskrigföring samt styrkor för specialuppgifter (*special operations forces*).

4.2 Det andra benet

Det mest omskrivna inslaget i det andra benet (aktivt och passivt försvar) i den nya triaden är det missilförsvar som är under utveckling. Denna utveckling baseras på tre grundprinciper:

- missilförsvar är mest effektivt om det är uppdelat i olika höjdsikt, dvs. det skall kunna hejda ballistiska missiler av alla räckvidder i alla faser av banan
- USA eftersträvar ett effektivt försvar mot ett litet antal missiler med lång räckvidd liksom försvar mot anfall med ett stort antal missiler med kort och medellång räckvidd
- system för missilförsvar behöver - liksom alla militära system - inte vara 100 % igt effektiva för att ge ett avservärt bidrag till nationens säkerhet om de bidrar till avskräckning och räddar liv ifall avskräckningen misslyckas.

President Bush presenterade i ett tal 17 december 2002 [14] de grundläggande motiven bakom den nya satsningen på ett missilförsvar samt i stora drag hur detta försvar ska utformas. En viktig punkt i talet var att ett framtida missilförsvar ska skydda inte bara USA och dess trupper utan även vänner och allierade. Det framgår av de delar som blivit kända av det hemligstämplade dokument [15] som närmare definerar missilförsvarets mål och uppbyggnad, att målet är att kunna skydda USA och dess allierade mot ett begränsat anfall från ett mindre område. I detta dokument redovisas några typfall för missilförsvarets förmåga. I första etappen ska ett angrepp

¹Framställningen i detta avsnitt bygger till stor del på beskrivningen i kapitel 7 i Pentagons *Annual report to the President and the Congress*, som offentliggjordes 15 augusti 2002 [13].

från en motståndare av Nordkoreas kapacitet kunna stoppas och i senare etapper ett anfall från en motståndare med Irans kapacitet.

På grund av det tidigare ABM-avtalet, vilket begränsade den tillåtna förmågan hos olika delar av ett missilförsvar, delades detta upp i ett nationellt missilförsvar (*National Missile Defense*, NMD) och ett regionalt (*Theater Missile Defense*, TMD). Efter att ABM-avtalet sades upp har avgränsningen mellan dessa delar luckrats upp och man talar nu oftast om land- och sjöbaserade hög- och lågnivåsystem (*land and sea-based upper and lower tier systems*), även om den äldre nomenklaturen fortfarande förekommer i många sammanhang.

Forskning och utveckling rörande missilförsvaret finansieras och administreras genom Missile Defense Agency, MDA, som hör till Department of Defense. Fram till 2001 hette organisationen Ballistic Missile Defense Organisation, BMDO. Dess årliga budget har under den senaste treårsperioden i snitt varit något över \$7 miljarder. För FY 2005 har MDA sökt \$9,2 miljarder.

Stora delar av den strategi som har presenterats och den teknologi som man planerar att använda har sitt ursprung i president Reagans SDI-program vilket presenterades i april 1984. Efter president Clintons genomgång av missilförsvaret 1993 och den *National Intelligence Estimate* från 1994 som tonade ner hotet från missiler minskade efterfrågan på ett nationellt missilförsvar och mycket av forskningen avstannade. Situationen ändrades i och med att den kommission, som leddes av nuvarande försvarsministern Rumsfeld, lade fram sin rapport om missilhotet [16], där man pekar på ett ökat hot och ett behov av ett nationellt missilförsvar.

Närmare beskrivning av de komponenter som avses ingå i missilförsvaret redovisas i bilaga A.

Till aktivt försvar räknas även luftförsvar (luftvärn och jaktflyg). Passivt skydd har tre komponenter: förvarning om anfall; reducering av sårbarhet genom rörlighet, utspridning, hårdgöring, maskering, vilseledning och redundans; samt åtgärder för att lindra konsekvenser av anfall. Försvaret är avsett att skydda inte bara USA:s 50 stater utan även dess styrkor utomlands liksom dess allierade och vänner.

4.3 Det tredje benet

Infrastrukturen omfattar resurser för forskning, utveckling och produktion av existerande och framtida system inom de två andra benen av den nya triaden. Här inbegrips resurserna inom försvarsindustrin. Ett grundkrav är att infrastrukturen är dimensionerad så att den i tid förmår ta fram nya offensiva och defensiva system när så är påkallat av den internationella utvecklingen.

4.4 Övrigt om triaden

Kravet på en infrastruktur som kan svara upp mot utvecklingen i omvärlden leder naturligt över till den gemensamma basen, där bl.a. underrättelsetjänsten ingår. En av dess uppgifter är ju att i tid förvarna om tendenser som kan motivera uppbyggnad av nya stridskrafter. En annan av uppgifterna motiverar förmågan att snabbt anpassa insatsplaneringen vid uppdykande hot. Av ledningssystemet krävs att det ska vara tillförlitligt, robust och stryktåligt.

Den nya triaden skall liksom försvarsmakten i övrigt stödja de fyra strategiska målen² för försvaret:

- att ge försäkringar till allierade och vänner
- att avstyra uppbyggnad av konkurrerande militärmakter

²De fyra målen, som återkommer i många sammanhang där amerikansk försvarspolitik diskuteras och som troligen härrör från *Quadrennial Defense Review*, karaktäriseras med verben *assure*, *dissuade*, *deter* och *defeat*.

- att avskräcka från hot och påtryckningar samt
- om avskräckningen misslyckas, att nedkämpa varje tänkbar motståndare.

Det som är nytt i den nya triaden ligger framför allt på det konceptuella planet, dvs. sättet att resonera kring försvarets förande och att gruppera och bygga upp stridskrafterna [17]. På ett bättre sätt än tidigare knyter man ihop nukleär och konventionell slagkraft; aktivt och passivt försvar; utveckling av system, planering för och användning av stridskrafterna. När man analyserar dagens stridskrafter, infrastruktur och planering har man funnit att vissa sektorer behöver förstärkas eller anpassas till det nya synsättet. Större satsningar behöver göras inom följande områden [18]: a) avancerade konventionella insatser, b) missilförsvar, c) ledning samt d) underrättelsetjänst. Dessa satsningar bedöms öka USA:s förmåga till strategisk avskräckning och verksamt bidra till en förbättring av den militära operativa förmågan.

Även en rad mindre dramatiska förbättringar behöver ske för att den nya triaden skall bli effektiv. Här framhålls särskilt bättre hjälpmedel för att utarbeta och genomföra anfallsplaner så att den högsta ledningen under kriser som snabbt ändrar karaktär kan anpassa tidigare utarbetade planer eller konstruera hela nya. Vidare påpekas behovet av att modernisera den teknologiska basen samt infrastrukturen för att producera nya system. Detta gäller såväl försvarsdepartementet som den militära delen av energidepartementet (National Nuclear Security Administration).

I den s.k. *Future Years Defense Plan* för budgetåren 2003-2007 ingår ett antal utvecklingsprojekt som har direkt bäring på den nya triaden [19]:

- System över försvarsgrensgränserna för bekämpning av kritiska rörliga mål.
- System för att lokalisera, identifiera och bekämpa hårda och djupt liggande mål (se vidare avsnitt 8.2.2).
- System över försvarsgrensgränserna för bekämpning av avlägsna mål³ i all slags terräng, under alla väderförhållanden och i väl försvarade områden ("in denied areas").
- Konvertering av fyra strategiska ubåtar till bärare av kryssningsmissiler (se vidare avsnitt 7.2).
- Precisionsbekämpning och ökning av antalet mål som kan bekämpas under ett uppdrag. Några medel för att uppnå detta är utveckling av
 - ett digitalt sambandssystem som är säkert och svårstört för utbyte av kritisk information
 - en försvarsgrensgemensam attackrobot
 - en bomb med liten diameter
 - ett obemannat attackflygplan, d.v.s. en UAV för attackuppgifter.

³Rubriken på denna punkt är "Long range strike" Det framgår inte om skalan är global, regional eller nationell.

5. Dimensionering av kärnvapenstyrkorna för olika slags konflikter

Vid bestämning av kärnvapenstyrkornas förmåga kan man utgå från vilka slags eventualiteter (*contingencies*) som USA måste förbereda sig för¹. Dessa kan indelas i omedelbara, potentiella och oväntade. Omedelbara eventualiteter handlar om välkända krigsrisker i nuläget. Potentiella eventualiteter utgörs av trovärdiga men inte omedelbara fall. Sådana kan förutses av den amerikanska statsledningen eller upptäckas i tillräckligt god tid för att de skall påverka planeringen. De oväntade eventualiteterna utgör en restgrupp, som kan inträffa såväl i närtid som i en avlägsen framtid.

Aktuella exempel på *omedelbara* eventualiteter är en irakisk attack på Israel eller något grannland², en nordkoreansk attack på Sydkorea eller en militär konfrontation rörande Taiwans status.

Exempel på *potentiella* eventualiteter är om en mot USA fientlig koalition bildas, där en eller flera medlemmar innehar massförstörelsevapen och bärare för sådana. Ett annat exempel sägs vara att en jämbördig, fientligt inställd aktör åter uppträder. Detta kan inte gärna syfta på något annat än Ryssland. Beträffande Ryssland, se även nästa avsnitt.

Exempel på *oväntade* eventualiteter är om en stat med kärnvapen plötsligt får en ny, mot USA fientlig regim eller om en opponent överraskar med att ha utvecklat massförstörelsevapen.

Nordkorea, Irak, Iran, Syrien och Libyen sägs vara bland de länder som är involverade i samtliga tre slagen av eventualiteter. Kina kan vara involverat i en omedelbar eller potentiell eventualitet.

¹ Detta tema berördes inte vid den ursprungliga presentationen av NPR. De olika konflikttyperna redovisas i *Annual Report to the President and the Congress*, men utpekandet av olika länder som kan vara inblandade i olika slags konflikter återfinns endast i den läckta versionen av NPR.

² Formuleringen "an attack on Israel or its neighbors" är inte helt entydig. Ordet "its" kan syfta på såväl Israels som Iraks grannar. Det verkar dock långsökt att Irak skulle anfälla Israels grannar Libanon, Egypten, Syrien eller Jordanien.

6. Kärnvapnets roll i USA:s försvarsstrategi

6.1 Enligt Nuclear Posture Review

USA har liksom flera övriga etablerade kärnvapenstater utfärdat s.k. negativa säkerhetsgarantier i samband med översynskonferenserna avseende NPT-avtalet 1995 och 2000. Med anledning av att Syrien och Libyen - länder som så vitt känt saknar kärnvapen - hamnat på listan över länder som kan motivera kärnvapenplanläggning har frågan uppstått om dessa garantier inte längre gäller; båda länderna är ju parter till NPT-avtalet. Frågan motiveras även av hur talesmän för administrationen har presenterat NPR. En närliggande fråga är om insatser av B- och/eller C-stridsmedel mot USA eller amerikanska stridskrafter kan tänkas besvaras med kärnvapen. Till följd av denna diskussion förklarade amerikanska UD den 22 februari 2002 att USA står fast vid sina åtaganden från 1995 och 2000.

6.2 Den ändrade synen på Ryssland

I den öppna presentationen av NPR läggs stor vikt vid den nya relationen till Ryssland. Det kalla krigets säkerhetspolitiska miljö med "enduring hostility of Soviet Union" kontrasteras mot dagens "new relationship with Russia" Presidentens inriktning sägs vara att lägga bakom sig en relation till Ryssland som baseras på ömsesidig avskräckning. I den mån denna tanke får fullt genomslag är det fråga om ett verkligt paradigmskifte i USA:s kärnvapenplanering.

I den läckta NPR-rapporten finns dock i ett stycke [20], som är särskilt markerat som Secret: "Inte desto mindre förblir Rysslands kärnvapenstyrkor och kärnvapenprogram ett bekymmer. Ryssland står inför många strategiska problem längs sin periferi och dess framtida kurs kan inte fastställas med säkerhet. USA:s planering måste beakta detta. För den händelse USA:s relationer med Ryssland avsevärt skulle försämrans i framtiden kan USA behöva förändra nivån på sina kärnvapenstridskrafter och sin kärnvapenpolicy." Med tanke på att representanter för den ryska krigsmakten och statsduman fortsätter att betrakta USA med det kalla krigets ögon förefaller dessa garderingar inte orimliga.

6.3 President Bushs tal den 1 juni 2002 vid West Point

President Bush höll den 1 juni 2002 ett tal till dem som utexaminerades från militärakademien vid West Point, som för övrigt detta år firade sitt 200-årsjubileum. Tre kvarts år hade då förflutit sedan terrorangreppen den 11 september 2001, och ett halvt år sedan USA ingrep mot talibanerna och Al Quaida i Afghanistan. Nedanstående är ett sammandrag - mer eller mindre ordagrant - av presidentens tal.

Ni gradueras samtidigt som ett krig pågår, ett krig mot terrorn. Allt lidande och kaos som terroristerna åstadkommit har i ekonomiska termer inte kostat mer än en enda stridsvagn. Faran är inte förbi, och vi är på vår vakt.

Den största risken finns i skärningspunkten mellan radikalism och teknologi. Med tillgång till massförstörelsevapen och ballistiska missiler kan även svaga stater och små grupper få katastrofala möjligheter att slå mot stora nationer. Våra fiender har sökt skaffa sig dessa medel och deklarerat sin avsikt att använda dem.

Under det kalla kriget vilade USA:s försvar på en doktrin som betonade avskräckning och inneslutning (*containment*). Avskräckning är dock meningslös mot terroristnätverk som verkar i det fördolda, och inneslutning är inte möjlig när diktatorer med tillgång till massförstörelsevapen kan sätta in dessa med missiler eller i hemlighet överlämna dem till sina allierade terrorister.

Civilt försvar (*homeland defense*) och missilförsvar är viktiga prioriteringar för USA. Men kriget mot terrorismen kan inte vinnas enbart genom försvar. Vi måste engagera fienden aktivt, riva upp hans planer och möta de värsta hoten innan de uppstår. Bästa möjliga underrättelser behövs, försvarsmakten måste transformeras och bli redo att med mycket kort varsel sätta in anfall var som helst i världen. Vi måste även vara beredda att anfälla i förebyggande syfte (*be ready for action*) när så är nödvändigt för att försvara vår frihet och våra liv. Tillsammans med vänner och allierade måste vi motverka spridning av massförstörelsevapen och konfrontera sådana regeringar som stöder terrorism.

6.4 The National Security Strategy of the United States of America

I den tidigare nämnda *The National Security Strategy of the United States of America* [9] betonas vikten av samarbete och nödvändigheten att stävja regionala konflikter och främja den ekonomiska tillväxten. Ett avsnitt i dokumentet avhandlar hur USA och dess allierade ska möta hotet från ett angrepp med massförstörelsevapen. Denna frågeställning utvecklas senare i ytterligare en rapport enligt nedan.

6.5 USA:s strategi för bekämpning av massförstörelsevapen

Som en utveckling av den ovan nämnda rapporten presenterades i december 2002 *National Strategy to Combat Weapons of Mass Destruction*. Där presenteras de tre ben som kampen mot massförstörelsevapen bygger på. Dels ska USA verka för att kunskap och teknologi rörande massförstörelsevapen inte ska spridas (*nonproliferation*). Det ska ske både genom avtal och genom annan påverkan. Ytterligare ska USA verka genom avskräckning och försvar till att existerande massförstörelsevapen inte används mot landet och dess allierade (*counterproliferation*). Slutligen ska USA:s militär och andra myndigheter kunna begränsa följderna av en eventuell användning av massförstörelsevapen (*consequence management*).

6.6 Proliferation Security Initiative

Under 2003 togs nästa steg i ickespridningsfrågan genom *Proliferation Security Initiative* [21] som är ett internationellt samarbete. Initiativet bygger juridiskt på tidigare avtal och lagar och är tänkt att leda till ett ökat praktiskt samarbete. Ett av målen är att fartyg som misstänks frakta känslig utrustning ska kunna spåras och stoppas.

7. Utveckling av kärnvapenbärare

Den tidigare kärnvapentriaden består som redan nämnts av landbaserade ICBM, ubåtsbaserade SLBM och kärnvapenbärande bombflygplan¹. Denna triad förutses bli kvar för lång tid även om dess omfång minskar när antalet kärnvapenstridsspetsar går ner.

7.1 Interkontinentala ballistiska missiler (ICBM)

För närvarande finns följande typer och antal i arsenalen:

- Minuteman III
 - Re-entry vehicle Mk-12: 200
 - Re-entry vehicle Mk-12A: 300
- Peacekeeper
 - Re-entry vehicle Mk-21: 29.

De 200 Mk-12 hade ursprungligen tre stridsspetsar av typen W62 vardera. För att uppfylla kraven enligt START I-avtalet har två stridsspetsar plockats bort från 150 av dem. Mark-12A har fortfarande tre stridsspetsar. Detta innebär att det totalt finns 1200 stridsspetsar på Minuteman III-missilerna.

Trots att Peacekeepersystemet är det senast byggda, kommer det att avvecklas helt under en 3-årsperiod med början i oktober 2002. Eftersom varje missil bär tio stridsspetsar kommer därmed 500 stridsspetsar att försvinna från den operativa arsenalen. Under 2002 avvecklades fyra missiler, 2003 17 missiler och under 2004 ska ytterligare 17 missiler tas bort.

Minuteman-missilerna moderniseras i ett program som redan löpt något decennium och som kommer att pågå till åtminstone 2008. De totala kostnaderna uppskattas till ca \$5,5 miljarder. Strävan är att systemet skall vara användbart t.o.m. år 2020 och erhålla ökad precision och säkerhet. Det skall också bli mer tillförlitligt samt billigare i underhåll. Detaljer framgår av bilaga B.

Samtidigt har studier påbörjats av en ny generation ICBM, som skall kunna tas i bruk år 2018. Grundläggande krav lades fast i den s.k. *Ballistic Missile Requirements Study*, som genomfördes åren 1998-2000. Bland kraven märks ökad räckvidd, möjligheter att anpassa banan (*trajectory shaping*) samt förmåga att bekämpa rörliga mål (*strategic relocatable targets*) och hårda, djupt liggande mål [23]. Den nya missilen skall även kunna användas för andra uppgifter [24]:

- för insats av konventionella stridsdelar var som helst på jorden
- som bärare av stridsdelar (*kill vehicles*) i försvar mot ballistiska missiler
- för uppskjutning med hårda tidskrav av satelliter i låg bana.

Värdering av olika alternativ för den nya ICBM sker under budgetåren 2004 och 2005. Missilen skall vara operativ år 2018.

¹Om ej annat sägs bygger detta kapitel på NRDC:s sammanställning av USA:s kärnvapenarsenal [22].

7.2 Kärnvapenbärande ubåtar och ubåtsbaserade ballistiska missiler

USA har för närvarande 15 strategiska ubåtar av Ohio-klassen². Tre av de äldsta har under 2003 konverterats till att bära kryssningsmissiler med konventionella stridsdelar och en fjärde är planerad att konverteras. Varje ubåt beräknas kunna bära upp till 156 kryssningsmissiler³. Det talas även om att dessa ubåtar skall kunna medföra var sin miniubåt avsedd för förband med specialuppgifter [25]. Troligen kommer omflyttning bland de återstående 14 strategiska ubåtarna att göras så att sju ubåtar vardera baseras vid Stilla havet och vid Atlanten. Baserna ligger i Bangor i staten Washington respektive King's Bay, Georgia.

Vid varje tidpunkt kommer två strategiska ubåtar att vara intagna för underhåll. US Navy har förlängt livslängden för de strategiska ubåtarnas skrov till 44 år, vilket innebär att de börjar falla för åldersstreckets fr.o.m. år 2029. Detta är även det årtal när man planerar att kunna ta en ny generation strategiska ubåtar i bruk. Studier pågår för närvarande av två optioner för den nya generationen. Den ena är att vidareutveckla den befintliga Virginia-klassen för attackubåtar. För den andra optionen finns i sin tur två varianter: antingen en helt ny design eller en vidareutveckling av Ohio-klassen. Utveckling av det nya ubåtsprojektet inleds år 2016.

De ubåtsbaserade ballistiska missilerna finns i följande varianter och antal:

- Trident I: 72
- Trident II
 - Re-entry vehicle Mk-4: 240
 - Re-entry vehicle Mk-5: 48.

Varje strategisk ubåt av Ohio-klassen bär 24 Trident-missiler. Trident I ersätts successivt av Trident II, vilka fortfarande produceras i en takt av 12 missiler/år. Övergången till Trident II bedöms bli klar omkring 2006. Därefter kommer beståndet att vara 288 missiler fördelade på 12 operativa ubåtar.

Trident II börjar i sin tur fasas ut fr.o.m. 2019, dvs. tio år innan bärarna enligt ovan måste börja tas ut i bruk. För att bibehålla slagkraften i den ubåtsburna delen av kärnvapentriaden kommer därför en modernisering och livstidsförlängning att genomföras. Därvid uppgraderas elektroniken och styrsystemet [26]. Den nya varianten betecknas Trident D5A (den befintliga har beteckningen D5). Produktionen av denna planeras komma igång omkring 2015.

För nästa generations strategiska ubåtar, som beräknas bli operativa med början år 2029, behövs en ny generation SLBM, dvs. en efterföljare till Trident-systemet. Studier pågår inom US Navy för att bedöma krav på storlek, räckvidd och vikt [26].

7.3 Kärnvapenbärande flygplan och flygplansburna kryssningsmissiler

För närvarande är USA:s strategiska bombflyg dimensionerat enligt tabell 7.1.

	Flygdugliga	För krigsbruk
B-52H	94	56
B-2A	21	16

Tabell 7.1: USA:s strategiska bombflyg.

De flygplan som är flygdugliga men ej primärt avsedda för krigsbruk används för utbildning, försök och som reserv. B-2A kan som kärnvapenbärare endast medföra

²Med syftning på de missiler de bär kallas de även Trident-ubåtar.

³De fyra ombyggda ubåtarna kommer fortfarande att räknas som vapenbärare enligt START 1-avtalet. Var och en av de tidigare missiltuberna rymmer sju kryssningsmissiler.

bomber⁴. B-52H kan dessutom medföra kryssningsmissiler av typerna ALCM och ACM.

B-52H har kapacitet att som inre last bära antingen 8 bomber eller 8 ALCM samt som yttre last 12 ALCM. B-2A kan endast ta inre last, och i så fall 16 bomber.

B-52-systemet har varit operativt sedan 1961 och B-2 sedan 1994. Båda plattformarna bedöms kunna användas under ytterligare 35-40 år, men detta kräver omfattande underhåll och moderniseringar. I synnerhet gäller detta samband, flygelektronik, datorer, radar samt presentations- och navigeringsutrustning. Specifikt kommer ett nytt system för satellitkommunikation kallat Advanced Extremely High Frequency (AEHF) att medföra krav på uppgraderingar. Systemet AEHF skall säkerställa sambandet till den högsta ledningen. Man inför också för båda flygplanstyperna ett nytt system för att snabbare och mer flexibelt planera flyguppdrag kopplade till SIOP (*Single Integrated Operational Plan*), som kallas *Air Force Mission Support System*.

Flygplanstypen B-2A har haft flera allvarliga tekniska problem. Bland de besvärligaste har varit svagheter i det radarabsorberande materialet. För att komma till rätta med detta problem införs *Alternate High Frequency Material* för närvarande.

I NPR förutses ett behov av ett nytt kärnvapenbärande bombflygplan senast omkring 2040. Ökade krav på denna del av triaden kan kräva införande vid en tidigare tidpunkt. Preliminära studier av denna generation har påbörjats inom U.S Air Force i projektet *Long Range Strike Aerospace Platform X*.

De operativa kryssningsmissilerna avsedda för bombflygplan presenteras i tabell 7.2.

	Antal	Räckvidd (km)
ALCM	430	2400
ACM	430	3000

Tabell 7.2: USA:s operativa flygplansburna kryssningsmissiler.

Av missiltypen ALCM tillverkades under 1980-talet mer än 1700 exemplar. År 1997 uppgavs 1140 fortfarande vara användbara; det torde därför finnas stora reserver att ta av. Av ACM som är ett modernare system tillverkades fram till 1990-talets början 640 exemplar. Dessa missiler måste livstidsförlängas under perioden 2003-2008. Detta är på gång, och efter ett program som inleddes 2002 beräknas de kunna förbli operativa fram till år 2030. Några direkta planer på en efterföljare finns inte. Däremot noteras i NPR, att det finns planer på utveckling av konventionella kryssningsmissiler, t.ex. *Extended Range Cruise Missile*, som kan modifieras för att få ett modernare nukleärt system.

7.4 Bärare för icke-strategiska kärnvapen

USA:s arsenal av operativa icke-strategiska kärnvapen består av 800 bomber för taktiska flygplan och 320 ubåtsbaserade SLCM (Tomahawk)⁵. De senare förvaras sedan 1990-talets början i förråd i land. Av de flygburna bomberna finns ca 150 i Europa.

Alla flygplan avsedda för icke-strategiska bomber är *dual capable*, d.v.s. de kan bära såväl konventionella vapen som kärnvapen. För USA:s del (här behandlas inte övriga NATO-länders kärnvapenbärande flygplan) gäller detta F-16C/D och F-15E. Enligt Nuclear Posture Review skall ett val göras mellan att livstidsförlänga dessa plattformar eller att uppgradera flygplanet *Joint Strike Fighter* (JSF), som beräknas

⁴Flygburna strategiska bomber med kärnladdningar är B61-7, B61-11 och B83. Endast flygplanet B-2A kan bära den markpenetrerande bomben B61-11.

⁵SLCM kunde tidigare även bäras av olika slags ytattackfartyg. En följd av 1994 års Nuclear Posture Review blev dock att denna kapacitet inte skulle behållas. De ubåtsbesättningar som klarar certifiering för att hantera kärnvapen decertifieras efteråt för att spara resurser fram till nästa gång certifiering är aktuell [27].

bli operativt år 2012. JSF blir initialt inte anpassat för kärnvapen, men optionen att senare göra det finns inbyggd.

Det moderna flygplanet F-117A anses också vara förberett för att bära kärnvapen men ha lägre beredskap att göra detta. Detta kan betyda att flygplanen tekniskt kan bära och avfyra kärnvapen men att personalen som flyger och betjänar dem inte certifieras så ofta som andra nukleära förband.

8. Utvecklingen av kärnvapenarsenalen

8.1 Arsenalens numerära utveckling

Målet är att till år 2012 minska antalet operativa strategiska stridsspetsar till 1700-2200. Detta offentliggjordes redan i november 2001 i samband med president Putins besök i USA. Samma antal nämns också i SORT (*Strategic Offensive Reduction Treaty*), som president Bush och president Putin undertecknade i maj 2002.

I en första fas, som sträcker sig till år 2007, dras antalet ner till 3800 stridsspetsar. Denna nivå uppnås genom att inaktivera de 50 Peacekeeper-missilerna, ta fyra Trident-ubåtar ur bruk samt minska antalet stridsspetsar respektive bomber på Trident- och Minuteman-missilerna samt på bombflygplanen B-52H och B-2A. Formerna för ytterligare nerdragningar av antalet stridsspetsar kommer att bestämmas vid senare översyner som görs från och med 2003.

Enligt START II skulle vardera sidan reducera antalet stridsspetsar till mellan 3000 och 3500. De villkor som den ryska statsduman uppsatte för sin ratificering av START II år 2000 har inte accepterats av USA, vilket gör att START II numera är inaktuellt. Däremot följer båda parter START I-avtalets bestämmelser, vilka numera till större delen är uppfyllda.

Förberedelser för ratificering av SORT-avtalet - eller Moskvaavtalet som det kallas efter platsen för undertecknandet - har inletts i såväl den ryska duman som i den amerikanska senaten. President Bush översände avtalet till senaten i juni 2002 medan president Putin översände det till duman i december 2002 där den ratificerades i maj 2003. Den amerikanska senaten ratificerade avtalet i mars 2003.

De stridsspetsar som görs icke-operativa kommer att placeras i en s.k. "responsive force" Sådana stridsspetsar kan göras användbara inom veckor, månader eller år. Ryssland har uttryckt kraftigt missnöje med denna inriktning.

Kommentar: Varken i START I- eller START II-avtalet har det varit tal om att kontrollera huruvida de stridsspetsar som avlägsnades från vapenbärarna verkligen skrotades. Däremot var inriktningen inför förhandlingarna om START III att skrotning (*dismantlement*) skulle ske. Därför har det funnits en del förväntningar att nerdragningar enligt NPR också skulle innebära skrotning.

8.2 Utveckling av nya typer av kärnvapen och andra vapen

När NPR presenterades i början av januari 2002 nämndes knappast ett ord om utveckling av nya typer av kärnvapen. Först i mitten av februari blev man medveten om sådana planer då John Gordon från Department of Energy framträdde inför en satskommitté [29]. Han beskrev där behovet av ett kärnvapenkomplex, som kunde svara upp mot uppkommande behov. Ett sådant behov kan uppstå p.g.a. förändringar i den internationella miljön i form av nya hot som inte kan mötas med nuvarande arsenal. Detta kräver en vitalisering av förmågan att studera nya koncept till kärnvapen, såväl egna som tänkbara angripares. Skurkstater kan behöva avskräckas om de utvecklar nya massförstörelsevapen. USA:s mål är att upprätthålla tillräcklig FoU- samt produktionskapacitet för att kunna utveckla och inleda produktion av en ny typ av laddning inom en femårsperiod från beslutstillfället. I vissa fall kan det vara lämpligt att utveckla och tillverka ett litet antal prototyper. Detta har fördelarna att storskalig

produktion snabbt kan komma igång samtidigt som nyckelkompetenser upprätthålls.

För att möta de beskrivna behoven har DoE tagit initiativ till att återupprätta små team för framtagning av nya laddningskoncept vid såväl de nationella laboratorierna (Lawrence Livermore, Los Alamos och Sandia) som högkvarteret i Washington. DoE skall tillsammans med DoD studera tänkbara krav på nya eller modifierade stridsspetsar samt planera för fortsatta studier. Teamen skall genomföra både teoretiska analyser och laboratorieförsök (*engineering design work*) avseende ett eller flera koncept. I vissa fall kan man komma att prova komponenter eller delsystem samt genomföra simuleringar för att skapa utmaningar för utvecklingsteam. Sådana aktiviteter bedöms som mycket viktiga för att få fram en ny generation kompetenta forskare och ingenjörer.

I mars 2002, när den hemliga versionen av NPR läcktes, blev än fler detaljer om utvecklingsplanerna kända. Vid en beskrivning av nuvarande infrastruktur för kärnvapenframtagning anförs följande: "Det finns ett klart behov av ett förnyat kärnvapenkomplex, om order ges härom, som är ... vara i stånd att utforma, utveckla, tillverka och certifiera nya stridsspetsar för att möta nya nationella krav; ..."

De möjliga nya måltyper och initiativ som nämns är följande:

- Advanced Concepts Initiative (ACI) (läckta versionen av NPR, sid 34-35)
- Hårda och djupt liggande mål (dito, sid 46-47)
- Rörliga och flyttbara (*relocatable*) mål (dito, sid 47-48)
- Kemiska och biologiska agens (dito, sid 48)
- Ökad precision (dito, sid 48).

Som kommer att framgå finns en del överlappning mellan begreppen. Det är värt att lägga märke till att det inte finns någon uttalad målsättning att tillverka vapen med små laddningsstyrkor (*mininukes*) annat än för djupt penetrerande vapen. Frågan om laddningsstyrkor kommer ändå upp i samband med ACI.

Man bör även notera att NPR behandlar kärnvapen och konventionella vapen (samt deras bärare) samtidigt. Båda är ju en del av det första offensiva "benet" i den nya triaden. Det innebär bland annat att förslag till hur de nämnda måltyperna skall bekämpas berör båda typerna av vapen. Den läckta NPR nämner att Joint Chiefs of Staff har påbörjat en långsiktig studie för att beskriva behoven av kärnvapensystem i perspektivet 2020¹. Den planerades vara klar i början av budgetåret 2003, men någon information om resultatet har ej kunnat påträffas.

Som nämnts i kapitel 2 framlade en arbetsgrupp tillsatt av Defense Science Board i februari 2004 en utredning om genomförande i framtiden av strategiska attacker [11]. En undergrupp till arbetsgruppen som analyserade framtida behov av stridsdelar (Payload Panel) bestod av tio mycket kompetenta utredare inom kärnvapenområdet; flera av dem har själva varit ordförande i arbetsgrupper för översyn av kärnvapens säkerhet o.d. Man kan därför utgå från att förslagen är väl underbyggda och förankrade inom administrationen.

Utredningen fastslår att dagens arsenal, som utformades med tanke på massiva insatser under det kalla kriget, inte är helt adekvat för de framtida behoven och att Stockpile Stewardship Program behöver kompletteras med nya satsningar. Man betonar att avskräckning fortfarande är kärnvapenstyrkornas främsta uppgift och att kärnvapentröskeln fortsatt kommer att vara hög, det senare genom att icke-nukleära alternativ också utvecklas och tas i bruk.

Vad gäller icke-nukleära stridsdelar föreslår arbetsgruppen följande:

- Utveckling av vapen för speciella ändamål, att sådana efter utprovning tillverkas i begränsade serier och att försvarsgrenarna utbildas och övas i att använda dem.

¹Studien kallas *Strategic Deterrent Joint Warfighting Capability Assessment*.

Ett flertal förslag av administrativ karaktär, som är förknippade med detta, återges inte här.

- En ny idé är att försä vapenbärare med sensorer, som skjuts mot målet för att skapa en detaljerad bild av målets struktur och hårdhet samt omgivningens (t.ex. berggrundens) egenskaper. En illustration visar en svärm av "utforskningsprojektiler" (*interrogation rounds*) som tränger ner i marken mot eller i närheten av en bunker för att fastställa dess exakta läge. Dessa projektiler förväntas rapportera vad de "iakttagit" och stannar kvar för att rapportera om verkan av den egentliga vapeninsatsen. Förvarkligandet av detta koncept torde ligga långt fram i tiden - utredningen föreslår att DoD nu initierar ett FoU-program för att studera problemet.
- Utvecklingen av en demonstrator för ett massivt penetrerande vapen. Detta skall kunna levereras av bombflygplan och väga inemot 15 ton för att åstadkomma verkan på djupt liggande underjordiska tunnelsystem. Tusentals kilo sprängämne behöver explodera i en tunnel för att spränga dörrar och få önskade effekter
- Utvecklingen av ett explosivämne som har en energitäthet som är upp till tio gånger den som finns i TNT bör tas fram under det närmaste decenniet för att användas i missiler och i flygplansburna vapen.
- Bekämpning av lager av massförstörelsevapen, som kan ligga i tätorter, behöver nya metoder och vapen utvecklas för att reducera sidoverkan. Ett exempel är HPM-stridsdelar, där kraftkällan kan finnas på vapenbäraren eller i själva vapnet. Ett annat exempel är ett hölje av kolfiber - i stället för stål - för sprängämnet i en bomb för att slippa splitter. För att oskadliggöra biologiska agens framförs ett antal idéer.
- Satsningar föreslås på utveckling av integrerade halvautomatiska sensor- och bekämpningssystem riktade mot rörliga eller flyttbara mål. Dagens teknologi sågs medge utveckling av smarta eller t.o.m. "briljanta" system för detta syfte.

Vad gäller kärnvapen föreslår Defense Science Boards utredning följande:

- Den framtida arsenalen bör innehålla dels nuvarande vapentyper (som gardering för ett nytt kallt krig), modifieringar av dagens vapen med lägre laddningsstyrkor samt nya typer som bygger på tidigare testade koncept. De sistnämnda skall skraddarsys för att åstadkomma speciella effekter och medföra avsevärt lägre sidoverkan än dagens vapen.
- Nya vapentyper skall vara lätta att tillverka och lätta att underhålla.
- En avsevärt ökad ansträngning bör göras vid kärnvapenlaboratorierna för att gardera sig mot teknologiska överraskningar genom att se till att forskarna i kärnvapenfysik befinner sig vid forskningsfronten.
- Ett antal åtgärder föreslås för att ge chefen för Strategic Command en viktigare roll i den årliga översynen av kärnvapenarsenalen. Genom att denne årligen avger ett yttrande över behov och risker avseende den framtida arsenalen ges en strategisk ram för det årliga *Nuclear Weapons Stockpile Memorandum*, som utfärdas av Nuclear Weapons Council.
- Defense Threat Reduction Agency (DTRA) bör åläggas att studera koncept för bekämpning av hårda och djupt liggande mål med minsta möjliga sidoverkningar. Beträffande detaljer, se avsnitt C.8.

- DTRA bör tilldelas resurser för att återuppbygga sin kompetens att beräkna effekter av kärnvapen. De olika verkansformernas fördelning i tiden, rummet och spektrum måste beskrivas och relateras till målens egenskaper för att beskriva vapenverkan. Överraskande nog hävdas att detta är delar som saknas hos kärnvapenexpertisen. Den efterlysta kunskapen skall i framtiden även vara vägledande vid utvecklingen av arsenalen.

8.2.1 Advanced Concepts Initiative NPR uttalar att det finns flera vapenoptioner som skulle kunna innebära viktiga fördelar beträffande förbättring av nationens avskräckningsförmåga. Däribland märks större flexibilitet vid val av laddningsstyrka, förbättrad förmåga till markpenetration och vapen med reducerad sidoverkan. För att värdera dessa och andra vapenoptioner avser DoE att inrätta de *advanced warhead concepts teams* som nämnts ovan; detta projekt benämns *Advanced Concepts Initiative* (ACI). I sammanhanget nämns att DoD och DoE tillsammans skall se över möjligheterna att skapa ytterligare nukleära kapaciteter och identifiera behovet av vidare studier samt värdera om kärnvapenprov kommer att behövas. Behovet av att inrätta sådana team hade - sedan de upplöstes vid mitten av 1990-talet - påtalats vid flera tillfällen, bl.a. i den s.k. Chilesrapporten [30] och den första s.k. Fosterrapporten [31] (båda utgivna 1999).

DoE äskade och fick \$6 miljoner för budgetåret 2004². Detta belopp delas lika mellan de tre kärnvapenlaboratorierna Lawrence Livermore, Los Alamos och Sandia. En representant för DoE beskrev i juli 2003 några aktiviteter som planerades inom detta anslag:

- deltagande i en idéstudie inom flygvapnet om modernisering av en existerande stridsspets för att undersöka om militärt intressanta egenskaper är önskvärda och möjliga att införa (samtliga vapenlaboratorier),
- en metodstudie om hur man utformar kärnvapen för att erhålla önskvärda egenskaper (Lawrence Livermore),
- bättre datormodeller och simuleringar samt mekaniska tester (Los Alamos),
- en studie av hur man kan ha kontinuerlig kontroll av var vapnet finns under dess livstid (Sandia)³

För budgetåret 2005 äskar DoE \$9 miljoner för ACI och förutser därefter behov enligt följande [33](tabell 8.1).

Budgetår	Ram (1000-tal \$)
2006	14425
2007	14874
2008	14595
2009	29472

Tabell 8.1: Department of Energys äskande för ACI.

Någon förklaring till språnget år 2009 har inte påträffats, men det är rimligt att anta att man detta år förutser övergång till en mer konkret vapenutveckling. De aktiviteter som redovisas för 2005 liknar i stort dem som nämnts för 2004 ovan.

²Formellt är budgeten för ACU \$21 miljoner, men därav går \$15 miljoner till utvecklingen av djupt penetrerande vapen, som behandlas i särskild ordning.

³Underlaget uppges ha erhållits den 23 juli 2003 av en icke namngiven DoE-tjänsteman [32].

8.2.2 Hårda och djupt liggande mål Den läckta versionen av NPR skriver relativt utförligt om behovet av att bekämpa hårda och djupt liggande mål. Det framhålls att över 70 länder har underjordiska anläggningar för militära ändamål - en utredning som blev klar 1998 fann att det världen över fanns mer än 10000 sådana. Av dessa bedömdes ca 1100 ha strategisk karaktär, dvs. vara avsedda för massförstörelsevapen, basering av ballistiska missiler eller för politisk och militär ledning på hög nivå. Antalet strategiska anläggningar hade 2002 redan vuxit till 1400. De är svåra att bekämpa med hänsyn till såväl det djup de ligger på som osäkerheten om deras exakta position. Ansträngningar för att kunna bekämpa dessa mål uppges vara redovisade i en rapport som kongressen begärt [34]. Denna behandlar även bekämpning av förråd av B- och C-vapen, troligen eftersom sådana i många fall kan förväntas ligga underjordiskt. I sammanfattningen av rapporten sägs att pågående initiativ för anskaffning och strategiutveckling (inklusive operativa program och underrättelseprogram) kommer att förbättra nationens kapacitet att:

- lokalisera hårda och djupt liggande mål och de nätverk i vilka målen kan ingå,
- bestämma dessa måls funktion, konfiguration, hotnivå, utrustning, operativa status och sårbarhet samt risker för sidoverkan,
- planera och öva olika optioner för att agera motmålen i god tid före en kris,
- anfalla för att neutralisera hårda och djupt liggande mål och/eller BC-agens vid lämplig tidpunkt, samt
- utvärdera resultatet av anfall och möjliga konsekvenser som stöd för kommande militära och politiska beslut.

Det som beskrivs är en verksamhet som inte endast handlar om kärnvapen utan även konventionella vapen, och inte bara om vapen utan även sensorer och underrättelsetjänst, taktiskt uppträdande, organisation m.m. Här kommenteras endast kärnvapendimensionen så långt den kan utläsas. Rapporten beskriver historiken kring hårda och djupt liggande mål från det att Office of the Secretary of Defense sammankallade representanter från olika myndigheter till en bred diskussion om erfarenheterna av Gulfkriget mot Irak 1991. Ett decennium senare bedömer man att ett antal specificerade program till budgetåret 2005 kommer att tillgodose några (men inte alla) behov som skapas av hårda och djupt liggande mål. Förutom att uppgradera konventionella vapensystem satsar man därför på ytterligare åtgärder. Bland annat har DoD och DoE avslutat förberedande studier av hur befintliga kärnvapen skulle kunna modifieras för att uppnå önskad verkan. Ännu (dvs. i mitten av 2001) finns inget aktuellt program för att utveckla ett nytt eller modifierat kärnvapen för bekämpning av hårda och djupt liggande mål. DoD och DoE fortsätter dock att värdera koncept som kan ha bäring på de fastställda kraven på bekämpning av aktuella mål⁴. Dessa myndigheter har skapat en Nuclear Planning Group för att definiera ramarna för en studie av tänkbar vapenutformning (*design feasibility*) och kostnader. Det sägs också att utveckling startat av speciella vapen för att förstöra BC-vapen eller omöjliggöra för en motståndare att använda sådana. DoD och DoE utvecklar också gemensamt metoder för prediktion av sidoverkan samt insatsmetoder för att minimera denna.

För att återgå till NPR, så framhålls där i den läckta versionen att USA för närvarande har en mycket begränsad förmåga till markpenetration med sin enda kärnvapentyp avsedd för detta ändamål. Detta är B61-11, som är en strategisk bomb med kärnladdning. Den är en modifiering av den likaledes strategiska B61-7 och avsedd att bäras av bombflygplanet B-2. B61-11 har varit operativ sedan ungefär 1998, väger drygt 500 kg och har en fix laddningsstyrka (till skillnad från B61-7,

⁴Dessa krav finns i ett s.k. *Capstone Requirements Document*, som i januari 2001 antogs av The Joint Requirements Oversight Council. Dokumentet är hemligt men den här refererade rapporten från DoD/DoE till kongressen återger sex s.k. *key performance parameters*.

vars laddningsstyrka är variabel). Vid försök i Alaska lyckades bomben penetrera den frusna tundran till ett djup av mellan två och tre meter [35].

NPR påpekar att med effektivare markpenetration kan många underjordiska mål bekämpas med lägre laddningsstyrka än om explosionen måste ske vid markytan. Ett penetrerande vapen åstadkommer således mycket mindre utspridning av radioaktiv materia, kanske bara en tiondedel eller tjugonedel. För att åstadkomma kollaps hos mycket djupt liggande mål behövs dock både penetration och hög laddningsstyrka. I april 2002 avser DoD och DoE inleda en gemensam studie för att avgöra om en befintlig stridsspets monterad i en kropp i 2-tonsklassen kan åstadkomma avsevärt större penetration än B61-11.

Dessa planer konkretiserades i april 2002, då en högt uppsatt representant för DoE införde ett kongressutskott nämnde [36], att Nuclear Weapons Council⁵ bestämt att ACI (se avsnitt 8.2.1) inledningsvis skall fokusera på den s.k. *Robust Nuclear Earth Penetrator* (RNEP). Under en treårig studie skall man undersöka om det är möjligt att modifiera endera av två vapen i dagens kärnvapenarsenal för att få ökad penetration i hårt berg samt uppskatta kostnaderna för att producera ett sådant vapen förutsatt att Nuclear Weapons Council beslutar om detta. DoE äskade \$15 miljoner för budgetåret 2003 och förutsätter samma behov budgetåren 2004 och 2005. Denna studie sågs stå i samklang med existerande lagstiftning inklusive Spratt-Furse-lagen, som förbjuder utveckling av vapen med laddningsstyrkor under 5 kt. Vid ett senatsförhör i juni 2002 [37] framkom att de vapen som skulle bli föremål för studien var B61 och B83. Det betonades återigen att RNEP inte är ett nytt vapen och inte ett minikärnvapen.

De redovisade förslagen väckte en hel del opposition i kongressen, och det blev många turer i olika utskott och i de båda kamrarna innan budgeten för 2003 och villkoren för medlens användning kunde fastställas. Senaten och representanthuset enades om att anslå begärda \$15 miljoner. Medlen fick dock tas i anspråk först 30 dagar efter det att DoD och DoE lämnat en rapport om RNEP beträffande militära krav, tänkt användning, målval och möjligheter att med konventionella vapen bekämpa avsedda mål. Den hemliga rapporten lämnades den 19 mars 2003 [32]. Det visade sig senare att DoE endast hann förbruka \$6 miljoner under 2003.

I samband med behandlingen av budgeten för 2003 begärde kongressen även att National Academy of Sciences skulle genomföra en studie av effekter på militära förband och civila på kort och lång sikt

- av ett markpenetrerande kärnvapen
- av en kärnvapenexplosion på markytan för att förstöra underjordiska mål
- av konventionella vapen för att förstöra lager eller produktionsanläggningar för B- och C-vapen.

Denna studie beräknas bli klar under 2004.

Även för budgetåret 2004 äskades DoE \$15 miljoner för RNEP-studien. Liksom året innan fanns motstridiga viljor inom kongressen. Utfallet blev att DoE fick hälften av de begärda medlen. För budgetåret 2005 har DoE äskat \$27,6 miljoner. För 2006, då studien beräknas bli klar ett år senare än från början förutsett, uppger man ett behov av \$30 miljoner. Detta skulle innebära att RNEP-studien totalt skulle kosta ca \$71 miljoner jämfört med initialt uppskattade \$45 miljoner. Skillnaden sägs bero på ett antal uppräknade orsaker; en av dessa är att man avser att öka det blivande vapnets säkerhet⁶.

Det har väckt ett visst uppseende, att DoE i samband med äskandet av studiemedel för 2005 presenterade uppskattningar av kostnader för senare faser i utvecklingen av

⁵Nuclear Weapons Council är ett gemensamt organ för DoD och DoE, som fattar de avgörande besluten om utveckling, skrotning, säkerhet o.d. beträffande USA:s kärnladdningar.

⁶Det använda säkerhetsbegreppet kallas *surety*, vilket inkluderar säkerhet mot olyckor, mot åverkan och mot stöld samt icke auktoriserad användning.

RNEP. Inklusivt behov för studier enligt ovan skulle t.o.m. budgetåret 2009 krävas \$485 miljoner. Målet är att under budgetåret 2007 få godkännande från Nuclear Weapons Council för att påbörja den egentliga utvecklingen [32]. Denna hantering antyder att DoE inte bara betraktar RNEP-projektet som en studie utan även planerar för en kommande utveckling av ett modifierat kärnvapen. En projektansvarig försvarar intagningen av siffrorna i den långsiktiga budgeten med att detta minskar risken för att man förlorar tempo eller tvingas ta utvecklingspengar ur andra anslag det är projektet godkänns för utveckling.

I februari 2003 kom tidningsuppgifter, som uppgavs bygga på icke offentliggjorda dokument från Defense Threat Reduction Agency, om en intensiv utveckling av datorer som hjälpmedel för att avgöra när kärnvapen är lämpliga att sätta in mot underjordiska bunkrar [38]. Systemet, som uppskattas kosta \$1,26 miljarder, skulle bestå av ett kluster av mycket snabba datorer, som utifrån data om det underjordiska målets struktur m.m. beräknar vilka krafter som krävs för att förstöra målet och om ett penetrerande kärnvapen i så fall måste användas. Systemet skall också beräkna sidoverkan från kärnvapeninsatsen och från eventuella C-agens som kan ha förvarats i bunkern.

Ett flertal organisationer och fristående forskare som motsätter sig nyutveckling av amerikanska kärnvapen har haft invändningar mot RNEP på tekniska grunder. Framför allt anser man det vara mycket osannolikt att det går att konstruera ett kärnvapen som kan penetrera så djupt att man kan undvika att stora mängder radioaktivt nedfall uppstår omkring målen. Några av dessa analyser refereras i bilaga C. Vad gäller möjligheterna att penetrera till större djup pekar somliga forskare på de erfarenheter USA skaffade sig vid utvecklingen av nukleära artillerigranater. Sålunda har den förre biträdande chefen för Sandia National Laboratories Robert Peurifoy pekat på laddningstyperna W33, W79 och W82 [39]. Dessa är betydligt mer robusta än B61 och B83, som utgör kandidaterna till RNEP. En konstruktion med laddningsstyrkan 40 kt användes i provet Aardvark 1962 och visade sig tåla en belastning om 10000 g. Om så är önskvärt kan Aardvark-laddningen ges en lägre laddningsstyrka och ändå tillverkas idag utan föregående nya kärnvapenprov, enligt Peurifoy. Denna uppfattning delas inte av Fred Celec, som fram till sin pensionering sommaren 2003 tjänstgjorde som vice biträdande försvarsminister med ansvar för nukleära frågor. En forskare vid Center for Nonproliferation Studies pekar ut flera utvecklingsvägar som skulle göra penetrerande kärnvapen möjliga: rena kärnvapen som knappast genererar någon radioaktivitet, ultrahårda legeringar och nya geometrier som skulle öka penetrationen samt nanoteknologi som skulle göra laddningskonstruktionerna nästan oförstörbara⁷.

8.2.3 Rörliga och flyttbara mål NPR lyfter fram osäkerheten i lägesbestämningen av rörliga och flyttbara mål som en av de största utmaningarna. Att öka möjligheterna att bekämpa dessa mål handlar inte i första hand om att utveckla nya versioner av kärnvapen och endast i begränsad omfattning om nya konventionella vapen. I stället behöver hela insatscykeln från upptäckt till bekämpning snabbas upp och nya kapaciteter tillföras upptäcktsfasen liksom den efterföljande utvärderingen av anfallens resultat (*battle damage assessment*). Man behöver även utveckla tekniker som slår ut motståndarens förmåga att flytta målen. Något exempel på sådana tekniker ges inte, men man kan tänka sig att stänga inne målen där de är eller göra vägar oframkomliga på olika sätt. Flera förbättringar behöver göras av nuvarande system för informationsinhämtning för att i intervallet från upptäckt till anfall kontinuerligt kunna följa målets rörelser; detta gäller t.ex. satellitburna system. Sensorerna behöver kunna återkomma till målet ofta eller om möjligt kontinuerligt finnas i målens närhet.

Som redan nämnts i introduktionen till avsnitt 8.2 berörs frågan om rörliga och flyttbara mål av den arbetsgrupp som analyserat *Future Strategic Strike Forces* för Defense Science Board. Utredningen föreslår utveckling av integrerade sensor- och at-

⁷Se närmare detaljer i avsnitt C.7.

tacksystem, en teknik som prövades i Afghanistan hösten 2001 där UAV:n Predator försågs med pansarvärnsmissilen Hellfire. Bättre lösningar inkluderande konventionella vapen kan tas fram om bara investeringar görs.

Utredningen för DSB föreslår vidare införande av system för kontinuerlig kontroll över det insatta vapnet fram till dess målet nås. Detta kan idag ske för vissa vapen men inte alla vapen som är avsedda för strategiska insatser. Huvudmotivet tycks vara att operatören vid behov skall kunna ominrikta vapnet om målet flyttat på sig. Andra motiv är att reducera sidoverkan eller - om vapnet inte fungerar som avsett - att hindra oavsedda konsekvenser.

Ett tredje förslag är införande av metoder för utvärdering av anfallsresultat nästan i realtid. Sålunda kan man avgöra om det bekämpade målet behöver anfallas på nytt och - för rörliga eller flyttbara mål - snabbt upprepa anfallet innan målet hunnit försvinna. Ett antal teknologier som kan realisera detta mål skissas i rapporten [11].

8.2.4 Kemiska och biologiska agens Vapen för att eliminera kemiska och biologiska agens kallas för *Agent Defeat Weapons* (ADW). Dessa kan vara konventionella vapen eller kärnvapen. Enligt NPR pågår studier av ett antal koncept för ADW som bygger på termisk, kemisk eller "radiologisk"⁸ neutralisering av B- och C-agens, som befinner sig i förråd eller i produktionsanläggningar. Andra vapen mot dessa mål utnyttjar kinetisk energi för att åstadkomma sådana effekter att agens inte kan förflyttas eller användas. Som speciellt svåra problem nämner NPR uppgiften att bestämma var lagring och produktion sker samt hur anläggningarnas layout ser ut.

Som nämnt i avsnitt 8.2.2 tar DoD/DoE upp frågan om bekämpning av BC-agens i sin gemensamma rapport till kongressen om bekämpning av hårda och djupt liggande mål [34] från juli 2001, dvs. innan NPR var färdig. Rapporten som behandlar både konventionella vapen och kärnvapen pekar på att fysisk förstörelse av en underjordisk anläggning är otillräcklig om t.ex. B-agens som lagras där behåller sin smittsamhet eller sprids ut i omgivningen. Detta kan medföra såväl förluster bland civilbefolkning och egna förband som hinder för egna förbands operationer. Vapentechnologier som utvecklats för bekämpning av BC-agens ovan mark i vanliga byggnader utgör en grund för att lösa det svårare problemet med hårdgjorda eller djupt liggande förråd och anläggningar. Redan 1994 formulerades inom flygvapnet ett s.k. *Mission Need Statement* avseende utveckling av ett ADW. Dett ledde till en studiefas (*Analysis of Alternatives*), som ännu pågick då rapporten skrevs. Bland annat utvecklas en rad datormodeller, vilka samlas under ett skal med namnet SERPENT (*Simulated Environment and Response Program Execution Nesting Tool*).⁹

Flygvapnet utvecklar konventionell vapentechnologi inom ramen för ett program kallat *Agent Defeat Warhead Demonstration* [40, 41]. Dessa vapen skall kunna sättas in mot mål innehållande B- eller C-vapen med krav på att samtidigt minimera sidoverkan från agens som kan läcka ut vid anfallet. Dessa mål kan vara hårda eller djupt nersprängda. Tänkbara verkansformer är ämnen som brinner med hög temperatur, stridsdelar som splittras under lågt tryck eller kemikalier som neutraliserar/oskadliggör agens. Om möjligt skall arbetat avslutas med ett begränsat antal

⁸Med detta uttryck menar NPR uppenbarligen att B- och C-agens utsätts för joniserande strålning, något som främst är aktuellt för B-agens.

⁹Fyra av dessa modeller är

- ARM (Agent Release Model) för prediktion av den tidiga fasen av agens spridning p.g.a. splitter
- VIPER (Venting of Internal Pressure from Energetic Reaction) som beskriver spridning och transport av agens i en byggnadsstruktur
- HER (Hot Effluent Rise) som förutsäger hur det heta molnet med agens stabiliseras efter utsläpp
- ELM (Empirical Lethality Model) som anger graden av neutralisering av B- och C-agens p.g.a värme, joniserande strålning och andra verkansformer.

provskjutningar¹⁰.

Ett annat program avseende konventionella vapen kallas *Counterproliferation II Advanced Concepts Technology Demonstrator* [41, 42]. Detta leds av *Defense Threat Reduction Agency* (DTRA) och har en mer ambitiös målsättning. Förutom att bekämpa BC-mål med minimal sidoverkan skall det framtagna systemet eftersträva att målet tidigt upptäcks och identifieras samt innehålla hjälpmedel för effektiv insatsplanering och för utvärdering av anfallsresultatet.

Ytterligare ett utvecklingsprojekt drivs av DTRA och den amerikanska flottans Office of Naval Research under rubriken *Thermobaric Weapons Advanced Concepts Technology Demonstrator* [43]. Detta vapen tänks penetrera skalet till ett förråd för BC-agens. Därefter sprids ett ämne ut i rummet som antänds. När temperaturen nått 230° C skjuts ett antal splitter ut som åstadkommer hål i behållarna föragens. Ämnet fortsätter att brinna under tämligen lång tid vid drygt 500° C temperatur¹¹. Värmen frigör dessutom flera desinficerande ämnen, som är avsedda att neutralisera B-agens. Avsikten är att ha åtta vapen färdiga budgetåret 2004 för flygprov och därefter tillverka 20 vapen för operativt bruk.

En annan verkansform, som studerats av DTRA, är utspridning av skum [44]. Två varianter är aktuella: ett hårt skum som skulle försvåra tillträde till målet eller ett klistrigt skum som tillfälligt skulle göra anläggningen oåtkomlig tills markstyrkor kan anfälla den¹². Andra källor antyder andra roller för skum: neutralisering av kemikalier, dödande av B-agens samt inneslutning avagens. Defense Science Boards arbetsgrupp, som tidigare citerats, anför vad gäller ADW (utan att gå in på detaljer) att "några lovande teknologier innefattar vapen med intelligenta zonrör och skumbaserade medel" [11].

Det bör även nämnas att bekämpning av B- och C-agens nämns i samband med utvecklingen av nya bärare för snabb insats över långa avstånd. Ett exempel är *Common Aero Vehicle* (CAV), som är en hypersonisk manövrerbar glidfarkost som skall kunna ta ca 450 kg nyttolast utvecklad av USAF och DARPA [46]. En källa hävdar också att DoD överväger att modifiera Trident-missiler till att bära konventionella stridsspetsar, som skulle kunna bekämpa underjordiska lager för massförstörelsevapen [44].

Enligt den gemensamma DoD/DoE-rapporten till kongressen om hårda och djupt liggande mål har DoD ännu inte formulerat ett krav på utveckling av nya kärnvapen för bekämpning av massförstörelsevapen¹³. Det påpekas att kärnvapen har en unik förmåga att förstöra såväl behållare föragens somagens själva, speciellt om de hamnar inuti eldklotet. Detta kräver dock en höggradig precision vid målbestämning och vapeninnsats. Genom att använda penetrerande vapen skulle avsevärt lägre laddningsstyrkor kunna användas och sidoverkan från kärnexplosionen reduceras. Den nuvarande arsenalen har endast begränsad förmåga till markpenetration och har inte framtagits för att förstöra B- och C-agens. Arsenalen har optioner för låg laddningsstyrka men dessa är "ännu inte" certifierade. Härmed avses med stor sannolikhet B61-11.

DSB:s utredning om *Future Strategic Strike Forces* nämner att s.k. neutronvapen (egentligen kärnvapen med förhöjd joniserande strålning, *Enhanced Radiation Weapons*) numera skulle kunna vara värdefulla för att bekämpaagens. En sådan stridsspets bedöms kunna konstrueras och certifieras utan att kärnvapenprov behöver

¹⁰ Den stridsdel som utvecklas skall kunna ersätta stridsspetsen BLU-109 och kunna ingå i vapnen GBU-24, GBU-27, AGM-130 och GBU-31 JDAM (*Joint Direct Attack Munition*) Om möjligt skall stridsdelen även kunna "skalas om" och ersätta stridsdelarna BLU-116 (*Advanced Unitary Penetrator*) och BLU-113 och ingå i vapnet AGM-158 JASSM (*Joint Air-to-surface Standoff Missile*) [40].

¹¹ Avsikten är att stridsdelen skall kunna ersätta nuvarande stridsdel BLU-116 i den laserstyrda bomben GBU-24 och stridsdelen BLU-109 i det GPS-styrda vapnet GBU-31 JDAM (*Joint Direct Attack Munition*).

¹² Denna idé sägs ha förkastats redan i slutet av 1990-talet av ett team inom flygvapnet som arbetat med *Analysis of Alternatives*. Effekten bedömdes vara alltför kortvarig [45].

¹³ För ytterligare diskussion av denna fråga hänvisar rapporten till en hemlig bilaga som inte är tillgänglig.

genomföras. I ett annat sammanhang säger denna utredning att kärnvapen med små laddningsstyrkor skulle kunna förstöra lager av kemiska och biologiska agens med hög tillförlitlighet genom värmestrålning och initialstrålning [11].

Det bör nämnas att doktrinmässigt så har USA under lång tid inkluderat motståndarens massförstörelsevapen bland tänkbara mål. Sålunda beskriver *Doctrine for Joint Nuclear Operations* från 1995 de två övergripande strategierna insats mot värde mål (*countervalue targeting*) och insats mot styrkemål (*counterforce targeting*) och nämner därvid förråd för massförstörelsevapen i den senare kategorin.

Några rapporter som diskuterar kärnvapens möjliga effekter på lager av B- och C-agens refereras översiktligt i bilaga D. Dessa lager kan befinna sig såväl ovan mark som i underjordiska förråd. Härav framgår att:

- kärnvapen kan oskadliggöra C-agens genom värmestrålning och B-agens genom både värmestrålning och joniserande strålning
- betydligt högre temperaturer behövs för att förstöra C-agens jämfört med B-agens
- oavsett verkansform har kärnvapen mycket begränsad verkansradie mot B- och C-agens, speciellt om agens lagras i tunnor eller containrar
- riskerna är stora för att lager bara delvis oskadliggörs och att en del läcker ut i omgivningen (tillsammans med radioaktivt nedfall från kärnvapen)
- konventionella vapen kan oskadliggöra B- och C-agens genom värmestrålning och kemiska reaktioner
- utspridning av skum kan ske med olika syften (se avsnitt 8.2.2 ovan).

8.2.5 Ökad precision och minskad sidoverkan Den läckta NPR framlägger under rubriken "Ökad precision för effektivitet och minskad sidoverkan" önskemål om möjligheter till val av laddningsstyrka, val av lägre laddningsstyrkor än dagens, hög precision samt insats vid rätt tidpunkt. Sådana egenskaper hos kärnvapenarsenalen skulle bidra till att avskräcka en motståndare från att använda massförstörelsevapen eller begränsa sidoverkan i de fall USA tvingas bekämpa dennes massförstörelsevapen. I detta ligger bland annat en dragning till minikärnvapen. Hög precision torde åstadkommas genom utveckling av effektiva sensorer för att få ett gott underlag för insatserna samt vapenbärare som har förmågan att föra vapnen exakt till sina mål, kanske med hjälp av specialförband som kan peka ut målen.

Hösten 2003 publicerades en artikel där författarna analyserar värdet av vapen med reducerad sidoverkan [47]. Bland författarna finns John Immele, som i sin egenkap av biträdande chef för Los Alamos National Laboratory har ansvar för nationella säkerhetsfrågor. Detta antyder att de framförda idéerna har en god förankring bland forskare inom kärnvapenkomplexet. Liksom föreliggande rapport utgår artikelförfattarna från de krav som ställs i NPR, bl.a. att den framtida kärnvapenarsenalen på ett effektivt sätt skall komplettera konventionell militär förmåga för att avstyra och avskräcka stater och subnationella aktörer - inklusive sådana som skaffat sig massförstörelsevapen - från att skada amerikanska intressen. Dagens arsenal inklusive konventionella lösningar analyseras utifrån dessa krav. Några nackdelar med dagens kärnvapen är att de har relativt låg precision (åtminstone jämfört med vissa konventionella GPS-stödda system), har tämligen höga laddningsstyrkor (vilket ger onödigt stor sidoverkan) och har begränsad effekt mot hårda, underjordiska mål. Sådana skäl talar för utveckling av nya laddningstyper med begränsad sidoverkan och hög precision. Det spektrum av vapentyper som kan övervägas är följande:

- vapen med låg laddningsstyrka placerade på mycket träffsäkra ballistiska eller hypersoniska missiler

- vapen med låg laddningsstyrka placerade på kryssningsmissiler och attackrobotar med förbättrad precision
- markpenetrerande kärnvapen med låg laddningsstyrka
- neutronvapen¹⁴
- kärnvapen med reducerad fissionsandel.

Efter att ha givit några exempel på hur vapen med reducerad sidoverkan kan användas i olika situationer kommer författarna in på hur sådana vapen kan tillföras den nuvarande arsenalen. Här betonas *Advanced Concepts Initiative*, som bland annat har till syfte att bevara kärnvapenlaboratoriernas kompetens för utveckling av nya vapen. Detta har beskrivits ingående i avsnitt 8.2.1. Härutöver behövs en förnyelse av infrastrukturen för tillverkning och underhåll av arsenalen, något som också initierats av NPR¹⁵.

I rapporten från den av Defense Science Board tillsatta arbetsgruppen för *Future Strategic Strike Forces* finns ett avsnitt som mycket påminner om de krav som NPR framställer [11]. Under rubriken "Att skapa önskad effekt samtidigt som oönskade effekter minimeras" presenteras en lång rad förslag. Dessa indelas efter de grundläggande fyra strategiska målen för försvarsmakten¹⁶. Det är främst med koppling till det första målet (*assure/deter*) som förslag angående kärnvapen dyker upp och då nämns följande punkter:

- bekämpning av hårda och djupt liggande mål
- användning av vapen med låg laddningsstyrka och hög precision
- användning av neutronvapen
- användning av vapen med liten eller ingen fissionsandel.

Under punkten "bekämpning av hårda och djupt liggande mål" nämns det pågående projektet *Robust Nuclear Earth Penetrator*, som avser att öka penetrationsförmågan för ett par existerande vapentyper med relativt höga laddningsstyrkor (se avsnitt 8.2.2) men även markpenetrerande vapen med låg laddningsstyrka för bekämpning av mål på inte alltför stora djup. De sistnämnda vapnen bedöms inte kräva prov för att tas fram. (Ytterligare en variant av kärnvapen mot denna målkategori nämns i den fjärde punkten - se nedan.)

Beträffande den andra punkten sägs beträffande laddningsstyrkan att den nuvarande arsenalen skulle kunna ges lägre styrkor med hög konfidens, exempelvis genom att bara använda det första steget av de två som ingår i en fusionsladdning. Ytterligare reduktioner av laddningsstyrkan är också möjliga utan att genomföra prov.

Neutronvapen vilka tidigare ingick i USA:s arsenal sägs idag kunna vara värdefulla för bekämpning av B- och C-agens men även militära mål i allmänhet. Deras fördelar jämfört med andra kärnvapen sägs vara den reducerade värmestrålningen och luftstötvägen. Mot bakgrund av vad som framkommit i avsnitt 8.2.4 och bilaga D är det troligast att B-agens skulle vara målet; C-agens måste ju utsättas för betydligt högre temperaturer för att oskadliggöras. Utredarna bedömer att vapnen kan tas fram utan att prov genomförs.

Vapen där energin endast till liten del kommer från fission har tidigare utvecklats och testats i USA men inte införts i den operativa arsenalen. Meningarna är delade i

¹⁴Det som här kallas neutronvapen heter i originalet *enhanced radiation weapons*. Av kommentarer i artikeln framgår det att den förstärkta strålningen inte bara behöver avse neutronstrålningen utan också värmestrålningen. Detta skulle göra dem speciellt lämpliga att bekämpa såväl B- som C-agens.

¹⁵Eventuella risker för sänkning av kärnvapentröskeln och för att fler länder skaffar sig egna kärnvapen är andra teman som behandlas kopplade till framtagningen av vapen med reducerad sidoverkan.

¹⁶Dessa redovisades i avsnitt 4.4 som *assure*, *dissuade*, *deter* och *defeat*. I utredningen för Defense Science Board används följande indelning: *assure/deter*, *disable*, *dissuade* och *defeat*.

frågan om det skulle behövas provsprängningar för att göra detta. Deras stora fördel skulle vara att hårda och djupt liggande mål skulle kunna bekämpas utan nämnvärd sidoverkan ifall vapnen kunde ges förmågan till markpenetration.

8.3 Ökad beredskap för genomförande av kärnvapenprov

Tills vidare respekteras moratoriet mot kärnvapenprov, även om beredskapen för att genomföra prov kommer att ökas.

A. Missilförsvarets olika komponenter

I talet av president Bush den 17 december 2002 fastslogs det att missilförsvaret skulle skydda inte bara det amerikanska fastlandet utan även amerikansk trupp och vitala intressen samt vänner och allierade. För att kunna lösa denna uppgift har missilförsvaret delats upp i flera delar. Även om dessa delar har olika mål har de vissa gemensamma tekniska lösningar. Det som tidigare kallades för det nationella missilförsvaret (*National Missile Defense*, NMD) skall i huvudsak ansvara för skyddet av det amerikanska fastlandet. För det regionala försvaret utvecklas det som tidigare kallades TMD (*Theater Missile Defense*).

Den behovsställda förmågan hos NMD och dess efterföljare definieras i ett s.k. *Capstone Requirements Document* [48], där vissa delar har blivit kända. Systemet planeras bli funktionellt under 2005 för att sedan byggas ut i flera etapper, se nedan. För att maximera möjligheten att bekämpa ett angrepp med missiler utvecklas, eller kommer senare att utvecklas, system som ska kunna bekämpa dessa missiler under samtliga tre faser av deras bana, start- eller boost-fasen, mittfasen och slutfasen. De engelska termerna för dessa faser är *boost phase*, *midcourse phase* respektive *terminal phase*. Bekämpning under de olika faserna har olika för- och nackdelar vilka diskuteras nedan.

A.1 Land Based Lower Tier

De landbaserade system som verkar mot mål på lägre höjder, där lägre höjder oftast tolkas som endoatmosfäriska, kan användas mot mål under startfasen och i flera fall även under slutfasen. Här ingår även system som tidigare ingick i TMD. Verkansformen är oftast ren kinetisk energi, det vill säga att den relativa hastigheten mellan målet och verkansdelen är så hög att en direkt träff av den inerta verkansdelen är tillräcklig för att slå ut målet. Detta kallas även *hit-to-kill*. Den tillgängliga kinetiska energin vid en fullständig elastisk frontalkollision mellan en godtycklig men typisk ICBM-stridsspets ($v = 7000$ m/s, $m = 500$ kg) och en verkansdel till en THAAD ($v=2700$ m/s, $m = 100$ kg, se nedan) är 13 GJ vilket motsvarar ca 300 kg TNT. Nackdelen med denna typ av verkansform är att det krävs en direkt målträff vilket ställer mycket höga krav på verkansdelen och dess riktmedel. Anledningen till att denna verkansform ändå har valts är att stridsspetsar är mycket robust konstruerade för att klara ett återinträde i atmosfären. En typisk luftvärnsmissil med en fragmenterande högexplosiv verkansdel är optimerad för att slå ut stridsflygplan som är ett betydligt ömtåligare mål.

Man kan anta att en kärnvapenbestyckad stridsspets har någon form av utlösningmekanism, vilken detonerar kärnladdningen då stridsspetsen utsätts för yttre påverkan, varför en snabb och fullständig förstörelse av målet är av högsta vikt. Det ovan förda resonemanget gäller naturligtvis även för bekämpning under mittfasen.

Under åren sedan SDI-projektet lades ner har flera olika system inom *Land Based Lower Tier* studerats men idag återstår två kandidater: PAC-3 och MEADS.

A.1.1 PAC-3 PAC-3 (Patriot Advanced Capability 3) [49] är en vidareutveckling av det amerikanska Patriot-systemet. Utvecklingsprogrammet inleddes 1986. De

tidigaste versionerna av systemet PAC-3 byggde på samma missil som används i MIM-104, även känd som Patriot-2. Den idag aktuella versionen (PAC-3/Configuration 3) använder en variant av Lockheed Martin ERINT (Extended Range Interceptor) och en uppgraderad radar av typ AN/MPQ-65. Verkansdelen använder en kombination av kinetisk energi och en fragmenterande explosivämnesdel. PAC-3-missilen är avsevärt mindre än Patriot-2-missilen, så den gemensamma missilbäraren kan hantera 16 missiler för PAC-3 istället för Patriot-2-systemets fyra. Missilbäraren kan flygtransporteras med flygplan av typ C-130 eller större och kan verka med mycket kort varsel.

Motorn är av fastbränsletyp och missilen styrs med fenor. För ökad rörlighet i slutfasen är missilen även utrustad med nosmonterade styrraketer. Längden är 5,2 m och missilkroppens diameter 25 cm (med fenor 51 cm). Vikten är 320 kg. Den öppna litteraturen antyder en toppfart på över Mach 5, maxhöjd 15000 m och en räckvidd på 20 km. Systemet använder samma styrsystem som MIM-104 utom i slutfasen, då PAC-3 utnyttjar en missilmonterad radar i Ka-bandet för att öka träffsannolikheten. Ett framtida Patriot-batteri kommer antagligen att vara utrustat med både PAC-3/ERINT och PAC-3/MIM-104.

De första testerna av PAC-3-missilen skedde i september 1997 och det första försöket att skjuta ner en TBM (missil med kort räckvidd) genomfördes i september 1999 [50]. Totalt har det fram till september 2004 genomförts 17 tester av varierande svårighetsgrad, varav fem under operativa förhållanden. Totalt har 24 missiler avfyrats där avsikten har varit att skjuta ner olika typer av mål, både ballistiska missiler, kryssningsmissiler och flygplan. Av dessa har 19 missiler med framgång bekämpat sina mål. Två har inte avfyrats, en fick felaktig styrinformation av den markbaserade styrdatoren, en blev störd av elektroniska motåtgärder, en självdestruerade efter det att målet planerligt bekämpades av en annan PAC-3 i samma test och två träffade målet men bekämpade det inte. De senare testerna har genomförts med personal från stridande förband där det integrerade vapensystemet testats.

PAC-3-systemet förklarades stridsdugligt i augusti 2002 och användes i strid första gången i mars 2003 då irakiska kortdistansmissiler bekämpades. Totalt har 160 missiler beställts. Antalet kompletta system är okänt.

A.1.2 MEADS I ett internationellt samarbete mellan USA (55%), Tyskland (28%) och Italien (17%) har missilen från PAC-3 kombinerats med en övervakningsradar från Lockheed Martin och en multifunktionell eldledningsradar från Alenia Marconi Systems och EADS till MEADS (*Medium Extended Air Defense System*). Utvecklingsprogrammet planeras ta sin början 2004 och beräknas löpa under sju år. Systemet kommer att ha i princip samma förmåga och mobilitet som PAC-3.

A.2 Sea Based Lower Tier

För att skydda egen trupp och allierade i områden där inget lämpligt landområde finns tillgängligt, eller där man önskar komma närmare en uppskjutningsplats, har ett sjöbaserat låghöjdssystem utvecklats. Detta system kallades tidigare även *Navy Area Theater Missile Defense*. Ur ekonomisk synvinkel är detta ett mindre system med en budget på ca 300 miljoner dollar årligen [51]. Systemet bygger på Aegis-systemet och en förbättrad version av luftvärnsmissilen Standard (SM-2 Block IV A). I Aegis-systemet ingår förutom Standard-missilen även olika versioner av spanings- och målföljningsradarn AN/SPY samt ett mycket komplext eldledningssystem. Aegis förknippas ofta med de klasser av fartyg där systemet har installerats, till exempel CG-47-klassen, typfartyg USS Ticonderoga, och DDG-51-klassen, typfartyg USS Arleigh Burke, men systemet kan placeras på ett stort antal olika fartyg.

Införandet av detta system kräver en omfattande modifiering av de datoriserade styrsystem som idag används av Aegis-systemet och dess kombinerade sök- och eldledningsradar, AN/SPY-1B/D, vilka idag är optimerade för att bekämpa flyg och

sjömålsrobotar. Missilen är en tvåstegs fastbränslemissil, 6,55 m lång, 34,3 cm i diameter och vikten 1466 kg. Amerikanska flottan anger räckvidden till mellan 100 och 200 nautiska mil. Stridsdelen är utrustad med radar och verkar genom fragmentation. Det första lyckade försöket genomfördes den 24 januari 1997, men programmet har sedan dess präglats av mjukvarurelaterade problem. Systemet skulle enligt de ursprungliga planerna tas i bruk under 2003 men introduktionen har flyttats fram utan att något nytt officiellt datum har presenterats.

A.3 Land Based Upper Tier

Den landbaserade lösningen för att nå högre flygande mål har varit under ständig utveckling sedan 50-talet. I dagsläget är framför allt två tekniska system aktuella. För att skydda det amerikanska fastlandet utvecklas det fast installerade systemet *Ground-Based Midcourse Defense*, GMD (förväxlas ofta med den i systemet ingående missilen GBI, *Ground-Based Interceptor*) och för regionalt skydd det mobila *Theater High Altitude Area Defense*, THAAD. Dessa system ska kunna verka mot mål under alla tre faserna, även om de är optimerade för att verka under mellanfasen. Den stationära placeringen av GMD hindrar systemet från att verka under startfasen för mål från de flesta områden.

Valet att verka mot mål i de olika faserna leder till att systemen ställs inför olika problem. Om målet kan bekämpas tidigt ökar möjligheten till upprepade försök om det första misslyckas. Dessutom kommer en framgångsrik bekämpning att leda till att stora mängder fissilt material sprids. En tidig bekämpning leder till att kontamineringen sker över angriparens område. Därför har USA lagt stor vikt vid bekämpning under startfasen. Under startfasen ger motorn hos den missil som ska bekämpas dessutom en mycket tydlig IR-signal vilken är relativt lätt att spåra. Boosterns kropp är oftast mycket tunn, 1-2 mm aluminiumplåt, varför en träff oftast innebär att boostern totalförstörs. Detta innebär dock inte att den betydligt robustare stridsspetsen förstörs. Denna kommer att fortsätta längs en parabelbana. Om en missil som accelererar med en konstant acceleration på 100 m/s^2 , vilken i normala fall skulle ha en brinntid på 70 s (maximal räckvidd 5300 km), träffas efter 65 s så kommer stridsspetsen att träffa ca 700 km hitom målet.

Startfasen varar ca 60-80 s för en fastbränslemotor och upp till 240 s för en motor med flytande bränsle. Detta ger mycket korta reaktionstider och kräver att spanings- och elledningssystemen är mycket effektiva och att eventuella order om eld kan ges ögonblickligen. Den korta brinntiden ställer även höga krav på acceleration och maxfart hos den försvarande missilen för att den ska kunna genskjuta den anfallande missilen.

Ett försök att bekämpa målet under mittfasen ställer höga krav på verkandsdelen. Sökaren i verkandsdelen är ofta IR-baserad och måste därför kylas, både sensordelen och optiken. Sökaren måste ha tillräckligt god upplösning för att kunna skilja på skenmål och riktiga stridsspetsar och för att kunna träffa rätt del av målet. Verkandsdelen måste kunna manövreras för att korrigera eventuella fel i banan och parera för rörelser hos målet.

I slutfasen är det största problemet de extremt korta reaktionstider som en inkommande stridsspets ger. Hastigheten hos en sådan kan vara upp till 25 gånger ljudhastigheten. Till detta kommer problemet med att verkandsdelens sökare kan förblindas av friktionsvärmerna när den färdas genom atmosfären.

A.3.1 GMD Det markbaserade mittfasset systemet GMD består av flera olika delar vilka tillsammans utgör ett mycket komplext system som ska kunna skydda USA:s fastland. Systemet beräknas bli utbyggt i flera etapper varav den första ska aktiveras 2004-2005 (enligt det tidigare nämnda *Capstone Requirements Document*). Denna etapp som kallas C1 (Capability 1) innehåller 20 missiler av typ GBI samt uppgraderade radaranläggningar för tidig varning (UEWR) på Aleuterna, Grönland,

amerikanska öst- och västkusten och i England. Radarsystemet kompletteras med en eldledningsradar på ön Shemya på Aleuterna samt kommandocentraler i Alaska, Shemya och Colorado. Slutligen kommer befintliga IR-baserade varningssatelliter (SBIRS-high) att ingå i systemet. Denna första etapp ska kunna skydda mot fem ICBM med enkla skenmål men utan MIRV-ade stridsspetsar. De första missilerna har under sommaren 2004 placerats ut i Alaska.

Nästa etapp, C2, innebär 100 GBI placerade i Alaska samt ytterligare eldledningsradaranläggningar på öst- och västkusten av kontinentala USA samt på Grönland och i England. Dessutom kommer SBIRS-low att integreras i systemet. Detta system ska kunna verka mot 25 enkla ICBM eller 5 avancerade ICBM. Etapp C2 planeras att fullbordas 2007.

Den tredje och sista etappen (C3) som planeras att genomföras 2010-2015 tillför 25 missiler i Alaska och 125 i Grand Forks samt ytterligare eldledningsradaranläggningar på Hawaii, USA:s kuster och i Sydkorea. Skyddsnivån i denna etapp är 50 enkla eller 20 avancerade ICBM.

Det har genomförts elva tester av GBI-missilen och i vissa fall även eldledningssystemet. Ytterligare fem tester av boosterdelens av GBI-missilen har genomförts. Av de elva testerna har försök till bekämpning genomförts åtta gånger varav sex gånger med framgång. Det bör dock tilläggas att i en del av testerna har måldata genererade via GPS skickats direkt till verkansdelen, då eldledningssystemet inte har varit helt i drift.

Fram till september 2004 har fyra missiler utplacerats vid Fort Greely, Alaska.

A.3.2 THAAD För att erhålla ett mer mobilt system som kan komma närmare ett eventuellt uppskjutningsområde, eller för att kunna skydda en allierad utan eget fast missilförsvar, har Theater High Altitude Area Defense (THAAD) utvecklats. THAAD skulle ursprungligen tillföras förbanden under 2004 men upprepade misslyckade tester har förskjutit introduktionen till 2006 [52]. Systemet består av en missil med en *hit-to-kill*-verkansdel och en eldledningscentral med X-bandsradar. Missilen väger 600 kg och verkansdelen har en kyld IR-sensor som ska kunna verka både i och utanför atmosfären [53]. Systemet är mobilt och ska kunna verka mot alla tre faserna av en missils bana.

Det har fram till september 2004 genomförts elva tester varav åtta mot mål. Av dessa åtta har sex misslyckats, de flesta på grund av olika elektriska och elektroniska fel [54]. Den X-bandsradar som ska användas i THAAD-systemet har under de senaste testerna av andra system med framgång målföljt alla inblandade missiler.

A.4 Sea Based Upper Tier

Den sista delen i det missilbaserade amerikanska missilförsvaret är det sjöbaserade systemet för den övre nivån. Systemet har mycket gemensamt med det sjöbaserade systemet för de lägre nivåerna. Dock använder man en annan typ av missil, SM-3. Denna missil är en vidareutveckling av SM-2ER Block IV [55] men SM-3 är utrustad med ett tredje steg, kallat ASAS, och en ny verkansdel, LEAP (*Lightweight Exo-Atmospheric Projectile*), som bygger på *hit-to-kill* och är utrustad med en IR-sensor. Den totala längden är 6,55 m, bredden med vingar 1,57 m och utan vingar 0,34 m. Den maximala täckningen i höjd är mer än 160 km och räckvidden över 500 km. Den uppgivna maximala hastigheten är över 2,6 km/s.

Det har hittills genomförts sju tester, och de tre som har riktats mot mål har alla varit framgångsrika [54]. Den senaste testen genomfördes juli 2004 och testade ett nytt styrsystem. Flera tester beräknas genomföras under 2004. Programmet har ansetts vara framgångsrikt men det har framförts önskemål om ett system med längre räckvidd. Därför har det även genomförts studier angående möjligheten att placera missiler av typ GBI på fartyg, men svårigheterna med detta har befunnits vara avsevärda.

A.5 Lösningar som inte baseras på missiler

För att ge ytterligare rörlighet hos missilförsvaret testas ett flygburet lasersystem, ABL (*AirBorne Laser*). Systemet består av en kraftig kemisk laser monterad på en Boeing 747-400. För att hitta målet och elleda är planet även utrustat med IR-sensorer samt avståndsmätninglasern. För att kompensera för atmosfäriska optiska störningar är systemet dessutom utrustat med en laser som ger kontinuerlig information om optiska förhållanden och en adaptiv spegel som korrigerar strålen från verkanslasern. ABL ska slå mot missiler i startfasen då den känsligare missilkroppen kan slås ut av laserpulsens. Nackdelarna med det flygburna systemet är att det är känsligt för en attack mot flygplanet och att det är en mycket komplicerad teknisk lösning. Flygplanet måste komma relativt nära uppskjutningsplatsen och utsätter sig därmed för hotet från jaktflyg och luftvärn. Verkanslasern har testats på marken och är nu monterad i ett flygplan men inga tester har genomförts av det integrerade systemet [56].

Under SDI-programmet diskuterades även möjligheten att placera laservapen i rymden men dessa planer har idag skrinlagts.

B. Uppgradering av Minuteman III-systemet

Med början i mitten av 1990-talet pågår en omfattande renovering och uppgradering av Minuteman III-missilerna, som varit operativa sedan 1970. Arbetet omfattar sex större program enligt följande [57]. Ett genomgående mål är att de olika programmen skall bidra till att Minuteman III förblir operativ fram till minst år 2020.

B.1 Guidance Replacement Program (GRP)

Detta program beräknas kosta \$1,9 miljarder. Programmet, som varit i gång sedan 1993, syftar till att byta ut missilernas styrsystem kallat NS-20 mot ett nytt system som betecknas NS-50. Det gamla systemet bygger på 1960-talets teknologi och börjar bli otillförlitligt och besvärligt att underhålla. Bytet förväntas innebära en reduktion av CEP för Minuteman III ner mot vad som gäller Peacekeeper-systemet, nämligen 100 meter. Ett krav är att styrsystemet skall förberedas så att Minuteman III kan överta stridsspetsen Mk-21 från Peacekeeper när denna bärare tas ur bruk. (Se avsnitt B.5 nedan.) Det nya styrsystemet blev operativt år 2000 vid Malmstrom Air Force Base. En del rapporter antyder att man inte kommer att helt lyckas uppnå önskad precision, men installation av NS-50 fortsätter ändå. Programmet beräknas vara genomfört 2008.

B.2 Propulsion Replacement Program (PRP)

Detta program beräknas kosta ca \$2,1 miljarder, fördelade på \$0,33 miljarder för FoU och \$1,8 miljarder för anskaffning [58]. Framför allt vill man förnya missilernas tre steg med fast bränsle innan dessa börjar åldras. Genomförande sker i två faser [59]. I den första, som kallas *technology insertion*, utprovas nya material och tillverkningsprocesser, korrigeras kända svagheter i konstruktionen samt bekräftas användbarheten hos modern teknologi för raketmotorer. I denna fas förvissas man sig också om att den industriella infrastrukturen har kapacitet för kommande tillverkning av motorer.

Den andra fasen (*remanufacture*) omfattar nytillverkning av raketmotorer. Detta inleddes år 2001 då nio missilers motorer förnyades. Programmet beräknas bli klart år 2008. Totalt skall 607 set av motorer (där varje set omfattar de tre stegen i en missil) levereras [60].

B.3 Propulsion System Rocket Engine (PSRE) Life Extension Program

Totalkostnaden för detta program är inte känd. Den fas som betecknas "*engineering and manufacturing development*" (EMD) beräknas kosta \$59 miljoner [61]. Det syftar till att förnya det fjärde raketsteget i Minuteman-missilen, som driver stridsdelen sedan uppskjutningsfasen avslutats. Ett flertal åldersrelaterade problem har lett till att man kan befara felfunktion vid användning liksom att tillgängligheten hos systemet sjunkit.

B.4 Rapid Execution and Combat Targeting (REACT)

Kostnaderna för detta program beräknas till \$55 miljoner. Minuteman-systemets ledningscentraler försågs med REACT-konsoler år 1996, vilket halverade tiden för att

inrikta missilerna. Konsolerna skall nu livstidsförlängas och få en del brister korrigerade under perioden 2002-2005.

B.5 Safety Enhanced Reentry Vehicle (SERV) Program

När Peacekeeper-systemet avvecklas från och med oktober 2002 kommer stridsspetsarna W87 att användas för att ersätta samtliga stridsspetsar på Minuteman av typ W62. Även ett antal stridsspetsar av typ W78 kommer att bytas ut. Detta innebär anpassning av den s.k. *re-entry vehicle* av typen Mk-21 till den nya bäraren. Kostnaderna för att utveckla och prova de modifieringar som detta innebär beräknas överstiga \$250 miljoner [57]. Det är inte känt om detta belopp inkluderar själva arbetet med utbytet.

B.6 Environmental Control System (ECS) Replacement Program

Kostnader och tidsschema för detta program är inte kända. ECS-systemet förser vitala komponenter i Minuteman-systemet med kylluft. Systemet togs i bruk på 1960-talet och renoverades i mitten av 1980-talet men viktiga delar behöver nu åter bytas ut. Arbetet berör 506 silor (*launch facilities*) och 54 ledningscentraler (*missile alert facilities*) [62].

C. Några studier beträffande markpenetrerande kärnvapen

Pågående och planerade studier av markpenetrerande kärnvapen i USA har rönt stort intresse bland fysiker och andra med intresse för kärnvapenfrågor. I denna bilaga refereras några inlägg (i kronologisk ordning) som gjorts de senaste åren inklusive ett inlägg från ryskt officiellt håll. Inläggen handlar mest om möjligheterna att penetrera till sådant djup att stora radioaktiva utsläpp blir följden men även om verkansradier för underjordiska explosioner och konsekvenser av radioaktiva utsläpp.

Som en hjälp för orienteringen inom bilagan förtecknas i tabell C.1 de olika studierna med sina författare.

C.1 F.A.S.-studien

Författaren Robert Nelson [63] är teoretisk fysiker och var då rapporten skrevs forskare vid Princeton University. Han beskriver inledningsvis utvecklingen i USA av konventionella vapen för bekämpning av hårda underjordiska mål. Behovet uppstod under Gulfkriget 1991. För att komma åt en bunker norr om Bagdad skapades en styrd bomb genom att fylla ett mycket tungt eldrör med sprängämne och förse vapnet med en lasermålsökare. Denna bomb kallas GBU-28. Vapnet förstörde den aktuella bunkern, som skyddades av mer än 10 meter jord, betong och härdat stål. En (konventionell) efterföljare till GBU-28, betecknad GBU-37, anses kunna oskadliggöra en ICBM i sin silo, en uppgift som tidigare bara kunnat lösas genom insats av kärnvapen. Nelson beskriver också utvecklingen av den markpenetrerande versionen av den nukleära bomben B61 (se avsnitt 8.2.2).

Nelson återger de regler som gällt för underjordiska prov vid Nevada Test Site. Enligt dessa måste en 5 kt laddning placeras 200 meter under markytan och en 100 kt laddning 400 meter under markytan för att inget läckage av radioaktivitet skall äga rum¹. Även om ett markpenetrerande kärnvapen skulle lyckas nå ner till sådana djup tillkommer för dessa komplikationen att de lämnar en "kanal" efter sig där de penetrerat, och genom denna kan radioaktivt material läcka ut.

Effekterna av s.k. grunda underjordsexplosioner antyds. Vid sådana bildas dels en relativt smal stam, dels en marknära "svallvåg" (*base surge*) av höggradigt radioaktivt material, som successivt utbreder sig uppåt respektive utåt. Svallvågen efter en 5 kt explosion når ut till ett avstånd om cirka 2 km².

Enligt Nelson är det inte ens teoretiskt möjligt att tillverka laddningar som med hjälp av sin kinetiska energi kan penetrera till sådana djup som krävs för att undvika utspridning av radioaktivitet. Detta motiveras med hänvisning till teorin för penetration av långa stavar (*long rod penetration*). Här återges inte aktuella parametrar och formler, men Nelson sammanfattar med att säga följande: "För typiska värden avseende stål och betong kan vi förvänta oss en övre gräns för penetrationsdjupet som grovt räknat är 10 gånger längden av den penetrerande missilen, dvs. 30 meter för en 3 meter lång missil." Eftersom författaren talar om "typiska värden för ... betong" avses här

¹I en fotnot till artikeln ges en formel för att beräkna det minsta djupet, men denna formel tycks ha drabbats av ett tryckfel.

²Radien (räknat i fot) erhålls ur uttrycket $4000 \times W^{1/3}$, där W är laddningsstyrkan i kt.

<i>Benämning</i>	<i>Institution</i>	<i>Författare</i>	<i>Utg.-tidpunkt</i>
1. F.A.S.-studien	Federation of the American Scientists	Robert Nelson	jan-feb 2001
2. Princeton-studien	Princeton University	Robert Nelson	2002
3. Artikel i Jane's Intelligence Review	Förf. arbetar vid MIT	Geoffrey Forden	jan 2002
4. BASIC-studien	British American Security Information Council	Mark Bromley et al.	juli 2002
5. Carnegie-studien	Carnegie Endowment for International Peace	Michael Levi	nov 2002
6. NRDC-studien	Natural Resources Defense Council	Christopher E Paine et al.	maj 2003
7. CNS-studien	Center for Nonproliferation Studies	Jeremy Tamsett	1 dec 2003
8. Utredning för Defense Science Board	Defense Science Board	John Foster et al.	feb 2004
9. Intervju med Viktor Mikhailov	Strategic Stability Institute, Minatom, Ryssland	Okänd	11 feb 2004

Tabell C.1: Sammanställning av rapporter behandlade i bilaga C.

uppenbarligen penetration i detta material; något uttalande om möjlig penetration i mark/berggrund görs inte.

F.A.S.-studien fokuserar helt på problemet att undvika sidoverkan på människor och material i närheten av platsen för markpenetrationen. Den berör inte alls frågan om till vilket djup ett kärnvapen måste penetrera för att åstadkomma verkan på de underjordiska målen.

C.2 Princeton-studien

Författaren till denna studie [64] är densamme som till F.A.S.-studien som beskrivits i avsnitt C.1. Budskapet är också detsamma: dels att fysikens lagar inte medger penetration till sådana djup att flertalet underjordiska anläggningar kan bekämpas med kärnvapen, dels att radioaktivt material kommer att läcka ut även från explosioner med mycket låg laddningsstyrka.

Nelson återger vad som hände vid det underjordiska provet Pascal-A, som genomfördes i juli 1957. Det var avsett att kontrollera att en kärnladdning av implosionstyp inte ger någon nämnvärd sprängverkan om det konventionella sprängämnet runt laddningen av misstag skulle initieras i en enstaka punkt³. Konstruktionen av laddningen var dock felaktig, och i stället erhöles en laddningsstyrka om 55 ton (0,055 kt). Explosionen skedde på 150 meters djup i ett hål som endast var förslutet med en betongplugg och ett 12 cm tjockt stållock, vilket ledde till att ett kraftigt radioaktivt moln bildades och provpersonalen hamnade i fara. Det bedöms att det radioaktiva nedfallet blev en tiondel av vad man skulle fått från en ytexplosion med samma laddningsstyrka.

I rapporten presenteras ett diagram som visar hur ekvivalent laddningsstyrka dramatiskt ökar så snart ett kärnvapen fås att explodera under marken jämfört med på eller ovanför marken. Detta beror förstas på att en betydligt större andel av energin uppträder i form av en markstöt våg. Den ekvivalenta laddningsstyrkan blir en

³Definitionsmässigt får den nukleära effekten motsvara högst 2 kg TNT. Det amerikanska begreppet för denna säkerhetsaspekt hos kärnvapen är *one point safety*.

hel ordning större redan vid penetrationsdjupet 1 meter. Diagrammet visar men författaren påpekar inte särskilt, att tillväxten av ekvivalent laddningsstyrka är ganska måttlig sedan man passerat ett visst penetrationsdjup. Som konkret exempel påpekas att en bomb B61-11 med laddningsstyrkan 300 kt, som penetrerar 2-3 meter, har motsvarande verkan som den föräldrade bomben B53, som hade laddningsstyrkan 9 Mt och som var tänkt att insättas som ytexplosion mot sovjetiska ledningscentraler o.d.

För att analysera möjliga penetrationsdjup presenteras en empirisk formel, som visar hur kvoten mellan en missils längd och penetrationsdjup (i betong) beror av parametrar som beskriver missilen och betongen. En av parametrarna är missilens anslagshastighet, för vilken ett maximalt värde kan beräknas ur kravet på att den inte får splittras upp vid anslaget. Genom egna ansatser om parametervärden och genom att hänvisa till experimentella data från andra håll gör Nelson troligt att det är mycket svårt att åstadkomma penetration till ett djup som är mer än fyra gånger missilens längd. Detta kan jämföras med Nelsons slutsats i F.A.S.-studien, som var att den maximala penetrationen är tio gånger missilens längd. Båda uttalandena kan förstås vara korrekta. Princeton-studiens resultat kan uppfattas som en skärpning av det förra resultatet. Här anförs också en rad skäl för att det t.o.m. är svårt att nå ett penetrationsdjup som är fyra gånger missilens längd, bl.a. att anslaget mot markytan eller betongen inte sker vertikalt.

För att påvisa omöjligheten att innesluta explosioner från penetrerande kärnvapen redovisas de djup på vilka man utfört kärnvapenprov vid Nevada Test Site. Detta har varit $122 \times W^{1/3}$ meter, där W är laddningsstyrkan, dock minst 185 meter. En tidigare version av kravet på explosionsdjup var $92 \times W^{1/3}$ meter; om man använder denna formel skulle ett vapen med laddningsstyrkan 0,1 kt behöva penetrera till 43 meters djup (vi bortser här från problemet med den kanal som skapas vid själva penetrationen genom vilken radioaktivt material kan läcka ut).

Det troliga resultatet av att sätta in ett penetrerande kärnvapen blir således en större eller mindre krater. För att belysa detta presenterar Princeton-studien två typer av underlag. För det första sammanfattas erfarenheterna av USA:s Plowshareprogram, som bestod av ett antal kärnvapenexplosioner som gjordes i syfte att undersöka möjligheterna att använda kärnladdningar för fredliga ändamål. Där handlade det ofta om att stora mängder markmaterial behövde flyttas, t.ex. vid kanalbyggen. Tio prov genomfördes, och för vart och ett av dessa redovisas laddningsstyrka, explosionsdjup, kraterdiameter samt den andel av den totalt bildade gammaaktiviteten som hamnar i det lokala nedfallet. Det enda prov som inte ledde till kraterbildning var en 19 kt laddning, som sprängdes på 257 meters djup. Provet ledde dock till ett litet utsläpp av radioaktivitet, vilket är rimligt eftersom djupet är mindre än vad som skulle vara kravet enligt ovannämnda formel. Det andra underlaget som presenteras beträffande kratrar är diagram med vars hjälp man kan beräkna volymerna hos kratrar som funktion av markmaterial och explosionsdjup.

Studien redovisar slutligen uppskattningar av antalet förväntade dödsfall p.g.a. utsläppen av radioaktivt material. Dessa beräkningar utgör en relativt stor andel av innehållet i artikeln men redovisas inte närmare här.

C.3 Artikel i Jane's Intelligence Review

Författaren Forden [65] inleder med några påpekanden om svårigheten att bestämma de exakta mållägena - även om man upptäcker ingången till en anläggning och lyckas följa hur stora mängder material som forslas ut under utbyggnadsskedet, så vet man fortfarande inte riktningar på gångar, gångarnas tvärsnitt och hur den utsprängda volymen fördelas på utrymmen av olika slag. Därtill kan läggas svårigheten att få information om förstärkningsåtgärder, åtgärder för att dämpa stötvågor etc.

Utan närmare analys hävdas att praktiska skäl begränsar längden av en bomb till ca 3 meter och penetrationsdjupet till ca 30 meter. Jämfört med en explosion på

ytan ökar dock ett sådant penetrationsdjup skadeverkan högst väsentligt alternativt minskar kraven på mållägesbestämning. Detta beror på att inneslutningen av explosionen gör att en mycket högre andel av den frigjorda energin (som initialt till stor del består av röntgenstrålning) omvandlas till sådan mekanisk energi som kan skada de underjordiska målen. Allra närmast explosionspunkten förgasas marken/berggrunden under det att eldklotet bildas. I ett område utanför eldklotet (den s.k. krosszonen) sprängs marken eller berggrunden sönder, och ännu längre bort åstadkoms verkan genom en markstöt våg, som skadar målen genom skakning.

Två diagram visar horisontella respektive vertikala skaderadier förknippade med krosszonen i sedimentära bergarter (*alluvium*). Detta kan ses som de avstånd på vilka underjordiska utrymmen skulle bli förstörda. Skaderadierna kan avläsas för givna värden på penetrationsdjup och laddningsstyrka. Exempelvis blir för en 5 kt laddning som penetrerar till 40 meters djup⁴ den horisontella skaderadien 110 meter och den vertikala skaderadien 50 meter⁵. I texten sägs att om markmaterialet vore granit i stället för sedimentära bergarter, så skulle skaderadierna reduceras med högst 20 %.

Utanför krosszonen fås verkan främst genom markstöt vågens utbredning. Artikeln innehåller ett diagram för bestämning av de djup på vilka tunnlar och "tung utrustning" (*heavy equipment*) förstörs och svåra skador (*severe injury*) uppstår på människor. De sistnämnda förutsätts vara sittande med säkerhetsbälten, ett något realistiskt antagande. Detta diagram gäller för ett penetrationsdjup av 30 meter. Värden på skadedjup kan avläsas för laddningsstyrkor i intervallet 0 - 10 kt⁶. Exempelvis skulle en 5 kt laddning förstöra en tunnel på djupet 130 meter, ge svåra skador på människor på djupet 210 meter och skada tung utrustning på djupet 220 meter.

Författaren säger att tung utrustning är särskilt känslig för vibration med en frekvens omkring 10 Hz, en frekvens som ligger nära den som dominerar vibrationerna från en underjordisk explosion. Lättare utrustning är känsligare för högre frekvenser och klarar sig således i allmänhet bättre för markstöt vågen.

Problematiken med utsläpp av radioaktivitet i omgivningen tas också upp. För att hålla nere utsläppen kommer den anfallande parten troligen att göra vad som är möjligt för att hålla nere laddningsstyrkan och maximera penetrationsdjupet. En annan metod att reducera utsläppen skulle vara att omge själva laddningen (*the physics package*) med ett material som absorberar den först utsända neutronstrålningen. Den strålning som då blir kvar är den som härrör från fissionsprodukterna efter explosionen. Ett par exempel ges på storleken av de områden som skulle drabbas av lokalt nedfall vid ett anfall mot Libyens underjordiska fabrik för tillverkning av kemiska stridsmedel; eftersom det antagna penetrationsdjupet inte framgår återges siffrorna inte här.

Slutligen påpekas att beräkningarna i artikeln förutsätter att ett kärnvapen skulle överleva de enorma g-krafter som är förknippade med markpenetrationen. Det kan röra sig om 10000 gånger gravitationen. Så vitt man vet har USA endast testat sina nukleära artillerigranater under sådana extrema förhållanden. Att ta fram andra typer av kärnvapen som klarar dessa påfrestningar skulle kräva ett stort antal provsprängningar.

C.4 BASIC-studien

Denna studie [66] innehåller trots sin titel (*Bunker Busters: Washington's drive for new nuclear weapons*) och sitt omfång (83 sidor) endast en mycket begränsad analys

⁴Antagandet om ett penetrationsdjup om 40 meter motsäger det tidigare påståendet att penetration till mer än 30 meters djup är osannolik. Det senare anger inte specifikt vilket slags berg som avses; det ord som används är *rock*. Å andra sidan kan man ifrågasätta den övre gränsen (100 meter) för penetrationsdjup i de diagram som ger skaderadier för sedimentära bergarter.

⁵Den exakta formuleringen för det som här kallas vertikal skaderadie är *maximum depth of destruction*. I det givna exemplet är sistnämnda värdet 90 meter. Om denna minskas med penetrationsdjupet 40 meter, fås en vertikal skaderadie (räknat från explosionspunkten) om 50 meter.

⁶Egendomligt nog visar diagrammet skadedjup som är större än 0 för laddningsstyrkan 0 kt.

av möjligheterna att med kärnvapen slå ut hårda och djupt liggande mål och av problemen med sidoverkan. Vad gäller det sistnämnda ges några hänvisningar till F.A.S.-studien, som refererats ovan. I ett förord av ambassadör Jonathan Dean, som inte tillhör författarna av BASIC-studien, sägs mycket riktigt att rapportens titel är i viss mån vilseledande. Egentligen är den en "omfattande analys av Bush-administrationens kärnvapenstrategi som den presenteras i dess Nuclear Posture Review ..." Vad gäller hårda och djupt liggande mål refererar BASIC-studien en del av innehållet i den gemensamma rapporten från DoD/DoE till kongressen daterad juli 2001.

C.5 Carnegie-studien

Denna studie [67] behandlar såväl hårda och djupt liggande mål som mål innehållande BC-vapen. Förutom att analysera problem med insatser av kärnvapen diskuteras värdet av att utveckla nya metoder för målupptäckt och -identifiering, konventionella vapenalternativ samt okonventionella metoder att oskadliggöra målen.

Underjordiska mål kan upptäckas och identifieras dels i uppbyggnadsskedet, dels när de tagits i bruk. Problemet med det förra är att i tid bli varse att byggnadsaktivitet pågår. Indikationer kan vara transporter eller anhopning av utsprängt material, sättningar i marken eller - för anläggningar nära markytan - direkta byggnadskonstruktioner som successivt täcks över. För att upptäcka och identifiera anläggningar i drift beskriver författaren fem teknologier:

- Hyperspektral registrering: Strålning från objektet registreras i en stor del av det elektromagnetiska spektrum (100-250 olika band nämns).
- Seismiska metoder: Seismiska vågor registreras av s.k. geofoner, som kan uppfatta vibrationer från maskiner som arbetar inne i anläggningen. En färsk studie sägs visa att man på så sätt kan uppfatta aktivitet på 40 - 120 meters avstånd i berg (halva avstånden gäller i jord). Genom aktiva metoder, dvs. genom att analysera hur utsända seismiska vågor påverkas av berggrunden, kan håligheter och tunnlar kartläggas till större djup än 100 meter.
- Registrering av magnetfält: Med hjälp av denna metod kan underjordiska kraftledningar upptäckas ner till 100 meters djup.
- Syntetisk aperturradar: Detta uppges vara en särskilt effektiv metod att upptäcka ingångar och tunnelmynningar. Metoden förutsätter dock att radarplattformen kan flyga så att den utsända strålningen kan tränga in i de håligheter som skall upptäckas.
- Gravimetri: Här registreras tyngdkraften i ett stort antal punkter över markytan. Eftersom tyngdkraften påverkas av håligheter under markytan kan man genom bearbetning av sådana mätdata få en bild av massfördelningen under marken. Nuvarande sensorer uppges kunna upptäcka tunnlar med en radie av 5 meter, som ligger 45 meter under marken, om mätningarna görs 100 meter ovanför markytan. Nästa generation sensorer beräknas medge upptäckt av samma tunnlar på 350 meters djup.

Vad beträffar verkan av kärnvapen redovisas - för explosionsdjupet 5 meter - de radier inom vilka flertalet mål antas bli förstörda (*destruction radius*). Förstörelse antas äga rum i själva kratern och i krossningszonen (*rupture zone*). I en fotnot påpekas att mål kan skadas även längre bort från explosionspunkten p.g.a. vibrationer. Eftersom man i allmänhet inte vet om målet skyddats mot vibration, varnar man för att räkna med denna verkansform. Radier för förstörelse ges för fem olika markmaterial. Ett diagram avser laddningsstyrkor i intervallet 1 - 10 kt, ett annat diagram 10 - 1000 kt. Exempelvis bedöms förstörelse ske inom radien 50 meter om explosionen sker i granit (*hard rock*).

I ett annat diagram visas vilken laddningsstyrka som krävs för att förstöra en anläggning på givet avstånd, om anläggningen ligger på 20 meters djup i granit och explosionen sker på 10 meters djup. Exempel: Om avståndet till explosionen är 40 meter krävs 1 kt laddningsstyrka; om avståndet är 100 meter krävs ca 100 kt.

Sidoverkan p.g.a. radioaktivt nedfall på civilbefolkning redovisas för laddningsstyrkor mellan 0 och 1000 kt. Två diagram visar storleken på de områden där samtliga individer bedöms få dödliga skador (ett diagram gäller för laddningsstyrkor 0 - 10 kt och ett annat 10 - 1000 kt). Värdena gäller under följande antaganden⁷:

- vapnet detonerar nära markytan
- nedfallet inträffar inom en halvtimme efter explosionen
- evakuering sker inom 3 timmar
- 30 % av det bildade radioaktiva materialet ingår i det tidiga nedfallet.

Exempelvis uppstår ett dödligt område om 15 km² för laddningsstyrkan 5 kt. I stadsmiljö kan detta innebära 10000-tals döda.

Några exempel ges även på risker med vinddrivet nedfall. Sälunda skulle vid en 1 kt explosion på 5 meters djup samtliga människor på 3 kilometers avstånd i vindriktningen erhålla dödliga doser. På 5 kilometers avstånd skulle hälften få dödliga doser. I båda fallen förutsätts att evakuering inte äger rum. Det framhålls vidare att stora områden skulle betraktas som oboeliga under lång tid efter en explosion (nägra exempel ges angående detta).

Om militära förband måste gå in i belagt område, kan detta ske vid olika tidpunkter beroende på vilka risker för strålskador man är beredd att utsätta truppen för. I en tabell visas det avstånd i vindriktningen som måste undvikas (för tre olika risktagningsnivåer⁸) förutsatt att man går in 1 timme, 1 dygn respektive 4 dagar efter explosionen. Denna tabell gäller för en 1 kt explosion på 5 meters djup och vid en vindstyrka om 4,5 m/s. En motsvarande tabell finns för en 1000 kt explosion på 10 meters djup.

Författaren hävdar att kärnvapnets lämplighet för bekämpning av hårda och djupt liggande mål - på grund av de tabun som finns kring deras användning - inte blir lika väl prövad i krigsspel och operativa studier som konventionella alternativ. Detta medför risken att nya typer av kärnvapen tillförs arsenalen, som vid närmare påseende aldrig skulle väljas i en konkret situation.

Författaren till Carnegiestudien, Michael A Levi, har i ett annat sammanhang [68] pekat på att kongressen, och där speciellt de båda kamrarnas Armed Services Committees, har ett ansvar för att genomföra utfrågningar. Dessa skulle avse både /Robust Nuclear Earth Penetrator i synnerhet och taktiska kärnvapen i allmänhet. Underlag behövs såväl från pensionerade officerare som fristående forskare, som har fördjupat sig i jämförelser mellan nukleära och konventionella vapenalternativ. Därmed skulle man kunna påverka de myndigheter som utformar kärnvapenpolicy så att mer realistiska alternativ väljs för utveckling.

Ett avsnitt i Carnegie-studien beskriver icke-nukleära alternativ för att bekämpa underjordiska mål. Den mest kvalificerade stridsdelen idag i USA:s arsenal är BLU-113, som genom sin rörelseenergi förmår penetrera 7 meter betong eller drygt 30 meter jordtäckning. Stridsdelen ingår i de styrda bomberna GBU-28 och GBU-37. Om bomben kunde försees med en drivraket bedöms penetrationsförmågan i betong kunna öka med ca 50 %. En metod att ytterligare öka anslagshastigheten mot markytan - och därmed penetrationsdjupet - vore att förse en ICBM eller SLBM med en eller flera konventionella stridspetsar. Problemet med sådana lösningar skulle dock vara

⁷ Ingenting sägs om antagen vindstyrka. Möjligen avses sådant nedfall som har sådan partikelstorlek att vindstyrkan är av underordnad betydelse.

⁸ Nivåerna definieras som måttlig risk: 50 - 70 rem (0,5 - 0,7 Sv); stor risk: 70 - 150 rem (0,7 - 1,5 Sv); risk för att dödsfall kan inträffa i närtid: över 150 rem (över 1,5 Sv).

att andra länder inte kunde avgöra om de vore utsatta för ett kärnvapenanschlag eller ett konventionellt anfall, vilket skulle kunna utlösa ett kärnvapenkrig.

Teoretiskt sett skulle flygplansburna vapen kunna ges högre penetration genom förlängning av vapnet. Eftersom redan BLU-113 är lång nog för att inte kunna bäras på många flygplanstyper, skulle lösningen bestå i att "dra ut" vapnet efter fällning men före kontakten med marken. Detta problem är långtifrån löst ännu.

En annan väg att öka verkan mot underjordiska mål består i att minska diametern för en vapentyp så att ett flygplan kan bära flera enheter. US Air Force studerar ett koncept där en vapenlast om 6 GBU-32 (på ett flygplan av typ F-22) skulle bytas mot 22 SDB (*small diameter bombs*). SDB är lika lång som en GBU-32 och har därmed samma penetrationsförmåga. På så sätt skulle sannolikheten öka att åstadkomma en explosion tillräckligt nära målet för att slå ut detta. Frågan är dock om den bättre "yttäckningen" hos SDB kompenseras för den mindre stridsdel som följer med den minskade diametern.

Ett mer exotiskt projekt är *Deep Digger*, som är en anordning som borrar sig ner i berggrunden ungefär som när man borrar efter olja eller gas. Den beräknas väga mellan 50 och 100 kg. Hittills har man lyckats få en prototyp att borra ett regelbundet hål i berg, som är 1 meter djupt och 20 cm i diameter. Det pulveriserade materialet blåses ut ur hålet med tryckluft. Ett Deep Digger-vapen skulle kunna sättas med specialstyrkor eller med flygplan.

En annan utveckling av intresse är det nyligen operativa *Hard Target Smart Fuse* (HTSF; intelligent tändrör för hårda mål)⁹. Det känner av hur många hårda lager och tomrum det har passerat innan stridsdelen utlöses. Tillförligheten är dock ännu begränsad, något som ligger i problemets natur.

Själva stridsdelen behöver inte bestå av konventionellt sprängämne. Utveckling pågår av s.k. termobariska stridsdelar, där sprängämnet modifierats så att det maximala övertrycket blir lägre än för konventionella vapen men kvarstår under längre tid. Sådana stridsdelar bedöms vara särskilt effektiva mot ledningscentraler. En liknande verkan har FAE-vapen (*Fuel Air Explosives*), som funnits i flera decennier, och som genererar mer än tio gånger så mycket energi per kg stridsdel som TNT. Detta möjliggörs främst genom att ett FAE-vapen inte behöver bära med sig syre för explosionen utan använder det som finns vid målet.

I stället för att fysiskt förstöra en underjordisk anläggning kan man försöka förhindra dess funktion på annat sätt. Några tänkbara metoder är följande:

- förstöra eller eljest omöjliggöra användning av ingångarna
- oskadliggöra kommunikationslänkar med omvärlden
- slå ut strömförsörjningen
- hålla ingångar under uppsikt och bekämpa in- och utpasserande fordon/personal
- förstöra eller skada elektronisk utrustning inne i anläggningen med HPM-vapen (*high power microwave*).

Flertalet av dessa metoder har provats tidigare och metoder har i sin tur utvecklats för att neutralisera dem.

C.6 NRDC-studien

Studien [70] ger en kort historik över USA:s utveckling av markpenetrerande kärnvapen allt sedan 1950-talet, då två typer togs i operativt bruk. Den mer avancerade av dessa kunde tränga igenom 6-7 meter armerad betong. På 1970-talet provades stridsspetsen W86, dock utan själva kärnladdningen, på White Sands Missile Range.

⁹HTSF skall kunna användas på bland annat de laserstyrda bomberna GBU-10, GBU-15, GBU-24, GBU-27, GBU-28 och attackroboten AGM-130 [69].

Den lyckades tränga igenom 57 meter markmaterial och hamnade på ett djup av 33 meter. Detta projekt lades emellertid ner. Från 1985 pågick utveckling av två laddningstyper, dels en s.k. *Strategic Earth Penetrator*, dels den som ett drygt decennium senare resulterade i bomben B61-11¹⁰. Åren 1988 - 1992 genomförde USA dessutom tre underjordiska sprängningar för att få underlag för beräkning av markstöt vågors effekter på hårda underjordiska konstruktioner¹¹. Eftersom USA inledde ett provstoppsmoratorium 1992 hann man inte bli klar med *Strategic Earth Penetrator*. Författarna gör gällande att RNEP-projektet (*Robust Nuclear Earth Penetrator*) är ett återupptagande av denna utveckling. Målen för ett sådant vapen är i första hand djupt liggande ledningscentraler i Ryssland, Kina och möjligen Nordkorea.

För att göra bilden mer komplex pågår även studier av ett kärnvapen med låg laddningsstyrka mot underjordiska mål, främst förråd och tillverkningsanläggningar för B- och C-agens. Dessa kärnvapen kan bli en komponent i USA:s strategi för att motverka spridning av massförstörelsevapen. Dessa studier sker inom ramen för Advanced Concepts Initiative (se avsnitt 8.2.1).

Författarna har konstruerat ett antal diagram beträffande markpenetration och spridning av radioaktivitet från underjordiska explosioner. Det första visar för olika laddningsstyrkor det djup till vilket vapnet måste penetrera för att markytan inte skall brytas igenom och större spridning ske av radioaktivitet. Värden ges för laddningsstyrkor i hela intervallet från 0,01 kt (dvs. 10 ton) till 1000 kt. Redan för 0,01 kt måste penetration ske till 18 meters djup för att undvika större utsläpp. För 0,1 kt gäller 36 meter, för 1 kt 70 meter, för 10 kt 138 meter, för 100 kt 271 meter och för 1000 kt 534 meter. Oavsett laddningsstyrka bedöms penetration till större djup än 10 - 15 meter vara nästan omöjlig att åstadkomma¹². Sammanfattningen av denna information är att om man vill undvika sidoverkan p.g.a. radioaktiva utsläpp måste laddningsstyrkan hållas så låg att någon större verkan på underjordiska mål inte kan påräknas. Om målen består av förråd av B- och C-agens riskerar man att sprida ut dessa snarare än att oskadliggöra dem.

Diagram ges som nämnts ovan även för spridning av radioaktivitet. Ur dessa kan för given laddningsstyrka och givet penetationsdjup utläsas inom hur stort område man kommer att erhålla en stråldos om minst 150 rem (1,5 Sv) om man kvarstannar 48 timmar¹³. I dessa beräkningar behandlas alltså penetrationsdjup som är mindre än dem som innebär inneslutning av radioaktiviteten¹⁴. Ett par exempel: Vid penetration till 15 meters djup fås för laddningsstyrkan 1 kt en yta om 25 km², från 10 kt ytan 110 km² och från 300 kt ytan 1900 km².

Man har även räknat på konsekvenserna av en insats mot en hypotetisk underjordisk anläggning i västra Pyongyang i Nordkorea. En 300 kt bomb B61-11 som penetrerar till 9 meters djup skulle drabba mellan 430000 och 550000 människor¹⁵. Området för dosen 150 rem under de två första dyggen sträcker sig nästan ner till gränsen mot Sydkorea med den antagna vindriktningen mot SO, som uppges vara vanlig i maj månad i området.

I ett annat avsnitt bedöms värdet av att kunna öka penetrationsdjupet i termer av verkan på hårda och djupt liggande mål. Ett diagram har konstruerats, där man kan utläsa på vilket djup man kan åstadkomma svår skada på hårda mål som en

¹⁰På sidan *v* i rapporten bedömer författarna att B61-11 har laddningsstyrkan 300 kt. Pentagon har endast meddelat att bomben har en fix laddningsstyrka. För den bomb som utgör grunden för B61-11, B61-7, kan man välja mellan två, möjligen tre, laddningsstyrkor.

¹¹Dessa prov kostade, räknat i dagens penningvärde, \$150 miljoner.

¹²Det är oklart vilket markmaterial som författarna har förutsatt när de uppställer krav på minimidjup för penetration. En antydning ges när man i diagrammet markerat 15 meters djup som det maximalt möjliga i torr, stenig mark (*dry rock soil*).

¹³Beräkningarna är gjorda med koden HPAC (*Hazard Prediction Assessment Capability*) som tagits fram av Defense Threat Reduction Agency. Dosen 150 rem bedöms innebära att 25 % av den exponerade populationen dör inom några månader.

¹⁴Så snart dessa djup överstiger 10 - 15 meter är de egentligen fiktiva, eftersom författarna inte anser att något vapen kan tränga ner längre än så i marken.

¹⁵Det är oklart vad ordet "drabba" betyder i sammanhanget. Studien använder ordet *casualties*.

funktion av laddningsstyrka och penetrationsdjup. Av detta framgår att en 100 kt laddning som penetrerar till 3,6 meters djup skadar ett mål på samma djup (120 meter) som en 1000 kt laddning vilken exploderar vid markytan, dvs. genom att penetrera 3,6 meter räcker det med en tiondel av laddningsstyrkan¹⁶. Likaså förmår en 10 kt laddning, som penetrerar 2,4 meter, orsaka skador på samma djup (60 meter) som en 100 kt laddning vid ytexlosion. Kurvorna som visar hur skadedjupet ökar med penetrationsdjupet (för varje given laddningsstyrka) tycks dock ha ett knä i närheten av djupet 3 meter. Vid ökande penetrationsdjup ökar inte skadedjupet lika snabbt. Av detta skäl ifrågasätts det meningsfulla i att göra stora satsningar på att kunna öka penetrationen. Som redan nämnts tror man inte det går att nå penetrationsdjup som innebär att radioaktivitet inte tränger ut i omgivningen.

C.7 CNS-studien

Denna rapport [71] behandlar flera aspekter på kärnvapen med låg laddningsstyrka (*mini-nukes*), i synnerhet sådana som kan tänkas vara rena fusionsvapen. Några av dessa aspekter är inverkan på kärnvapenspridningen globalt, möjligheten att USA:s kärnvapenträskel sänks och eventuella svårigheter att fortsätta nedrustningen av kärnvapen. En annan viktig aspekt är de ökade möjligheterna att med acceptabel sidoverkan bekämpa hårda underjordiska mål. Vad gäller principerna för rena fusionssladdningar, även kallade fjärde generationens kärnvapen, hänvisas i stor utsträckning till en artikel av Andre Gsponer [72]¹⁷.

C.8 Utredning för Defense Science Board

Arbetsgruppen behandlar hårda och djupt liggande mål [11] både i samband med konventionella stridsdelar och i samband med kärnvapen. I ett avsnitt om s.k. massiva penetratorer (med vikter uppemot 15 ton) med konventionella stridsdelar framförs idén om att sätta in två penetrerande vapen strax efter varandra - förmodligen i samma hål. Om vapnen dessutom förses med en raketmotor för att öka anslagshastigheten bedöms penetration till 40 meters djup i medelhårt berg vara möjlig. En sådan penetrator skulle även kunna förses med kärnladdning.

I avsnittet om kärnvapen mot hårda och djupt liggande mål sägs att stridsdelar på 10-20 ton skulle kunna penetrera till mer än 30 meters djup genom att utlösa en optimalt utformad serie av kemiska explosioner eller genom en massiv RSV-stridsdel (RSV = riktad sprängverkan). Även en projektil (rod) med hög densitet och hög hastighet skulle kunna penetrera tiotals meter. En 0,1 kt kärnladdning som trängt ner till 30 - 50 meters djup skulle inte sprida radioaktivitet och skulle kunna slå ut mål på och nära markytan på åtminstone 50 meters avstånd.

En kärnladdning om 0,4 kt som tränger ner till 50 - 55 meters djup skulle inte läcka radioaktivitet och torde slå ut hårdgjorda anläggningar (t.ex. silor för missiler) ner till 100 meters djup¹⁸.

Utän att ange detaljer sägs att nydanande metoder har föreslagits för att kunna penetrera till 100 meters djup för att kunna bekämpa mål på 200 meters djup i hårt berg. Djupet 100 meter sägs vara tillräckligt för att innesluta den 3 kt laddning som är nödvändig för att få verkan på det dubbla djupet. För att kunna påverka mål som ligger mer än dubbelt så djupt som explosionspunkten föreslås att man utvärderar insats av ett flertal vapen samtidigt. Detta kunde kombineras med att sensorer medföljer stridsdelarna. Dessa sänder efter penetration ut signaler (t.ex. seismiska) som

¹⁶De djup som nämns i detta stycke avser hårt berg, till exempel granit. Ett diagram finns även för våt mark, som är den andra ytterligheten vad gäller penetration.

¹⁷Gsponers arbete anses av många bedömare vara mycket spekulativt.

¹⁸Formuleringen är inte helt entydig beträffande inneslutningen: *Penetration to a depth of 50 to 55 meters would enable disablement of 100-meter deep underground facilities by contained 400 ton explosions.*

utvärderas och får styra utlösningstidpunkterna för de enskilda laddningarna. Denna teknologi torde vara tämligen avlägsen.

DSB-utredningen har kritiserats av Michael A Levi, författaren till Carnegie-studien (se avsnitt C.5 ovan) [73]. Levi anser att det finns en motsägelse i resonemangen. DSB-studien säger att kärnvapen är nödvändiga på grund av att konventionella stridsdelar inte räcker för att förstöra målen. Å andra sidan diskuteras kärnvapen i termer av oskadliggörande av målen (snarare än förstörelse) för att hålla nere laddningsstyrkorna. Levi anför att det behövs en ökning av laddningsstyrkan med 5 till 15 gånger för att förstöra mål på det avstånd där målen skulle oskadliggöras. Anorlunda uttryckt: För att kunna presentera ett koncept som inte innebär radioaktiva utsläpp tvingas DSB-utredningen acceptera en halvering av radien för förstörelse.

Levi är även kritisk till antagandena om frånvaro av radioaktiva utsläpp vid given penetration. Han anser att DSB accepterar samma djup som krävts vid kärnvapenprov i Nevada men bortser från det hål som bildas vid penetrationen; vid Nevadaproven skedde däremot en noggrann förslutning. För det tredje anser Levi DSB-utredningen ge ett överdrivet intryck av allmängiltighet genom att inte specificera i vilken typ av berggrund eller mark aktuella mål befinner sig utan generellt anta att samma förhållanden råder som i Nevada.

C.9 Intervju med Viktor Mikhailov

Nyhetsbyrån Interfax-AVN har refererat en intervju som dagstidningen Rossiyskaya Gazeta gjort med tidigare chefen för Minatom, Viktor Mikhailov¹⁹. Denne var när intervjun gjordes chef för Strategic Stability Institute, som tillhörde Minatom²⁰. Det framgår inte på vilket grundlag (beräkningar eller utredningar) som han uttalar sig, men hans åsikter kan ändå ha ett visst intresse.

Mikhailov tror att det kommer att ta minst 10 - 15 år att utveckla markpenetrerande kärnvapen. Att penetrera flera tiotal meter är mycket svårt men i princip möjligt. Han beskriver den amerikanska utvecklingen av markpenetrerande vapen med laddningsstyrkor från några 100-tal ton till några 10-tal kt. Ryska kärnvapenexperter följer noga denna utveckling. Endast Ryssland och USA kan utveckla sådana vapen, anser Mikhailov.

¹⁹Intervjun publicerad i Rossiyskaya Gazeta 11 februari 2004. Materialet i detta avsnitt bygger på ett referat gjort av Interfax-AVN samma dag.

²⁰Genom en departementsreform i mars 2004 förvandlades Minatom till Federal Agency for Atomic Energy (FAAE) under ett nytt ministerium för industri och energi. I maj 2004 ändrades detta så att FAAE ställdes direkt under den nye premiärministern Mikhail Fradkov.

D. Verkan av kärnvapen på B- och C-agens

Bedömning av kärnvapens verkan på B- och C-agens är en komplex process bl.a. av följande skäl:

- lagren av agens kan finnas ovan mark eller i underjordiska utrymmen
- geometrin hos lagren av t.ex. tunnor har stor betydelse eftersom skärmningseffekter uppstår som är av betydelse då verkan på lagren skall beräknas
- B- och C-agens finns av ett flertal typer som har mycket olika känslighet för kärnvapnens olika verkansformer (värmestrålning, joniserande strålning)
- de olika verkansformerna interfererar på komplexa sätt (t.ex. värmestrålning och luftstöt våg)
- B-agens kan lagras i torkad eller fuktig form, vilket kraftigt påverkar känsligheten för värmestrålning
- de olika verkansformerna hos kärnvapen har olika räckvidd, vilket innebär att verkan på agens har ett komplext avståndsberoende.

Det ovan sagda innebär att det knappast existerar några uppslagsverk för att värdera kärnvapenverkan mot B- och C-agens. Nedan återges huvuddragen i ett antal utredningar som genomförts i USA under senare år.

D.1 Hans Kruger: Radiation-neutralization of stored biological warfare agents with low-yield nuclear warheads

Som framgår av titeln behandlar denna utredning [74] endast B-agens. Dessa agens antas förvaras i tunnor eller containrar i förråd ovan jord. Typ av agens preciseras inte. Kriteriet för neutralisering av agens ansätts till 1 miljon rad (10000 Sv), som uppges oskadliggöra antrax. Den enda verkansform som beaktas är prompta neutroner, d.v.s. de neutroner som ingår i initialstrålningen från en explosion. Den mottagna dosen består dock av såväl neutroner som gammastrålning. Två vapentyper beaktas: ett fusionsvapen och ett fissionsvapen. Beräkningarna avser laddningsstyrkan 10 kt, men resultaten uppges kunna skalas om linjärt till andra laddningsstyrkor. För beräkningarna används programmet MCNP.

Följande fem geometrier hos lagret behandlas:

- A) Ett stort område med agensfyllda ståltunnor i det fria. Det anges inte om tunnorna ligger eller står; beräkningarna utgår från en 2 meter djup "mix" av stål och agens.
- B) En pyramid av tio liggande ståltunnor, vardera innehållande 200 liter agens. I pyramiden ligger 4 tunnor underst, i nästa lager 3 tunnor o.s.v. Två underfall behandlas: Tunnorna ligger i det fria eller i en cylindrisk byggnad med 10 meters diameter, 20 cm tjocka betongväggar och 10 cm tjockt betongtak.

- C) Sex runda containrar av stål, vardera innehållande 1 ton, som ligger intill varandra. Två underfall behandlas: Containrarna ligger i det fria eller i en betongbyggnad med samma mått som i geometri B).
- D) Som geometri C) men med två lager: i det undre lagret sex containrar och i det övre fem containrar. Samma två underfall.
- E) Ett förråd med 20 cm tjocka betongväggar och ett 3 mm tjockt plåttak. Förrådets diameter kan variera mellan 30 och 170 meter. I förrådet förvaras två lager av 200 liters tunnor över hela golvytan utom i en zon 3,5 meter närmast väggen.

Det skulle bli för omfattande att här redovisa resultaten i detalj av beräkningarna. Endast några huvudresultat återges, som alla avser laddningsstyrkan 10 kt. Mest anmärkningsvärt är de små verkansradierna. För explosionshöjden 10 meter, som är optimal åtminstone för korta nollpunktsavstånd, neutraliseras agens inom en radie av 50 meter för fusionsvapen och 10 meter för fissionsvapen. För att en insats skall vara meningsfull krävs uppenbarligen en mycket hög precision i anfallet liksom att förrådet inte får vara för utbrett. I annat fall riskerar man att få en massa utsläpp från skadade tunnor, vars innehåll inte blivit steriliserat. Det bör påpekas att endast effekten av strålning har beaktats i dessa beräkningar. Även ett mindre fissions- eller fusionsvapen kommer att orsaka ett avsevärt eldklot som kan förbränna friliggande agens inom en stor radie. Detta gäller dock ej agens förvarade i djupt liggande förråd.

Det tycks inte spela någon större roll om tunnor/containrar ligger i det fria eller om de skyddas av en betongbyggnad enligt de beskrivna geometrierna om man endast tar hänsyn till neutronstrålningen.

Det använda programmet redovisar hur mycket av dosen på olika djup i travarna av tunnor som kommer från neutron- respektive gammastrålning. Ur dessa resultat dras följande slutsats: För att man vid golvet/marken skall få samma dos från ett fissionsvapen, som man får från ett fusionsvapen, måste laddningsstyrkan ökas med faktorn 10.

D.2 Michael A Levi: Fire in the hole

Denna utredning [67] har vad beträffar bekämpning av hårda och djupt liggande mål även refererats i bilaga C. Levi fokuserar alltså på underjordiska anläggningar, och för dessa diskuteras biologiska och kemiska agens utan åtskillnad. Med hänvisning till ovan refererade rapport av Kruger och en annan rapport av samme författare, som behandlar effekten av radioaktivt nedfall på biologiska och kemiska vapen [75], anser Levi att joniserande strålning är otillräcklig för att oskaliggöra agens. Han diskuterar därför enbart effekter av värmestrålningen och eldklotet.

Om ett kärnvapen kan fås att tränga in i det underjordiska förrådet räcker en liten laddningsstyrka. Om denna t.ex. är 0,01 kt (10 ton) bildas ett eldklot med 20 meters diameter i vilket temperaturen skulle överstiga 3000° C. Levi tror att både behållare och agens liksom "barriärer som är mindre än några meter tjocka" kommer att förstöras inuti eldklotet. Utanför detta kan man inte vara säker på att agens oskadliggörs.

Ett annat fall som berörs är då ett kärnvapen exploderar under marken och skapar en krater. Under kratern bildas en krossningszon (*rupture zone*), där de flesta strukturer förstörs. Denna zon är ungefär densamma som omfattas av eldklotet. Här uppnås en temperatur av åtminstone 1000° C, som är mer än tillräckligt för att förstöra alla biologiska och kemiska agens.

I mjukt berg eller jord kan förråd av svagare konstruktion skadas svårt även utanför krossningszonen. I sådana fall riskerar man att drabbas av läckage av t.ex. B-agens.

Levi för ett resonemang kring möjligheten att undvika att bunkerns tak blir förstört av explosionen, detta för att slippa sidoverkan. Han bedömer att ett vapen med laddningsstyrkan 0,01 kt (10 ton), som exploderar i centrum av en bunker lika

stor som eldklotet, inte skulle rasera ett tak inifrån bestående av 15 meter armerad betong. Resonemanget förefaller vara rent principiellt eftersom ingenting sägs om läckage av radioaktivitet p.g.a. det hål som bildas genom penetrationen.

D.3 Michael May, Zachary Haldeman: Effectiveness of nuclear weapons against buried biological agents

Denna utredning [76] handlar om B-agens som förvaras i underjordiska förråd. Såväl värmestrålning som joniserande strålning beaktas som verkansformer för att oskadliggöra B-agens. Resultat ges för laddningsstyrkorna 1 och 10 kt. Explosionerna sker inte djupare än att kratrar uppstår vid markytan. Explosionsdjupet i granit antas vara 10 meter, i sedimentära bergarter (*alluvium*) 10 respektive 30 meter. Vissa resultat extrapoleras till konstruktioner av betong.

Rapporten innehåller en pedagogisk beskrivning av explosionsförloppet och påverkan på omgivningen för underjordiska explosioner. Denna återges inte här utöver den indelning i fyra perioder som beräkningarna utgår ifrån:

- Period 1: Under den första mikrosekunden utsänds (det mesta av) den prompta neutron- och gammastrålningen. Värmestrålningen utsänds och förångar materia i den närmaste omgivningen.
- Period 2: Mellan några och hundra millisekunder skapas ett hålrum av trycket från explosionen. De radioaktiva fissionsprodukterna blandas med det förångade materialet. Stötvågen komprimerar marken och når markytan, varpå en förtunningsvåg (*rarefaction wave*) reflekteras till hålrummet vars tak börjar lyfta sig.
- Period 3: Fram till några sekunder efter explosionen uppstår en öppning mot markytan och en krater bildas. Radioaktivt material, utkastat material och eventuella rester av B-agens blandas och hamnar i kratern. Stötvågor utbreder sig i mark och luft, och en krossningzon bildas utanför och under kratern.
- Period 4: Inom några timmar sprids ett radioaktivt moln i vindriktningen och ger nedfall eller skapar radioaktivitet på marken om regn faller genom molnet.

Kriterier för att åstadkomma inaktivering av agens är endast ungefärliga. Vad gäller joniserande strålning noteras att kriteriet för sterilisering av B-agens är en mottagen totaldos om 2,5 megarad (25000 Sv) medan vissa forskare menar att 1 megarad är tillräckligt. Exakt typ av B-agens och dess lagringsmedium sägs också vara av betydelse. Vad gäller värmestrålning sägs att exponering för temperaturer omkring eller över 1000 K (ca 730° C) under minst 10 millisekunder torde inaktivera de flesta B-agens (och även C-agens, som dock inte diskuteras vidare). För andra kombinationer av temperatur och exponeringstid är resultaten mer osäkra.

Konsekvenserna för "miljön" av explosioner av olika laddningsstyrkor på olika djup sammanfattas i tabell D.1.

Med "öppningstid" i tabellen menas den tid som åtgår innan hålrummet omkring eldklotet expanderar till att penetrera markytan.

Vid analysen av kärnvapnens inverkan på agens studeras två fall. Fall 1 innebär att explosionen sker i ett stort hårdgjort utrymme, som är tomt så när som på 1000 tunnor, som vardera rymmer 200 liter agens i flytande form. I fall 2 sker explosionen under marken utanför ett hårdgjort utrymme; i detta fall kan tunnorna också förvaras nergrävda separat i begrunden.

Vad gäller deaktivering av agens drar författarna följande slutsatser:

- Ett penetrerande kärnvapen i styrkeklassen 1 - 10 kt genererar tillräckligt med joniserande strålning och värmestrålning för att förstöra alla eller nästan alla B-agens inom en radie om 10 - 30 meter. Denna korta räckvidd betyder att explosionen bör ske i det utrymme där agens förvaras.

Laddningsstyrka (kt)	Explosionsdjup (m)	Hålrumsradie (m)	“Öppnings-tid” (msek)	Stråldos (Megarad)	Temperatur i hålrum (K)
I granit					
1	10	6	< 10	< 1	10000 - 40000
10	10	8	< 10	< 1	1000 - 10000
I sedimentära bergarter (<i>alluvium</i>)					
1	10	6	30	< 1	ca 1000
1	30	13	> 200	> 1	1000 - 10000
10	10	8	< 10	< 1	1000 - 10000
10	30	18	> 100	> 1	> 10000

Tabell D.1: Effekten av olika laddningsstyrkor och detonationsdjup.

- Huruvida hela mängden B-agens förstörs i ett givet förråd beror kraftigt på detaljer i byggnadskonstruktionen, speciellt bunkerns storlek och det fysiska skyddet av agens. I de fall agens är direkt nergrävda i marken, beror mängden förstört agens på hur tätt behållarna ligger lagrade.
- Den garanterade verkansradien är troligen inte större än vapnets penetrationsdjup, som för granit begränsas till 5 - 10 meter och för vanlig mark (*soil*) 30 - 50 meter.
- För explosioner på de nämnda djupen uppstår stora konsekvenser på markytan, t.ex. en intensivt radioaktiv krater, dödligt lokalt radioaktivt nedfall samt en kraftig luftstötväg med verkan inom en till några kilometers radie.
- De B-agens som överlever explosionen kan tränga ut i omgivningen och orsaka skador på människor av samma storleksordning som övriga effekter på markytan (föregående punkt; kvantifiering görs ej).

D.4 Michael A Levi: Study on the effects of nuclear earth-penetrator weapon and other weapons

Levi [77] framför två principiella invändningar mot utredningar som gjorts av möjligheterna att med kärnvapen eller konventionella vapen slå ut förråd av B- och C-agens:

- När man utgått från värmestrålning som medel att neutralisera agens har man inte skilt tillräckligt mellan B- och C-agens och inte heller mellan olika slags B-organismer.
- När man studerat konventionella vapen har man nöjt sig med att analysera verkan av konventionellt sprängämne som värmekälla.

Konsekvenserna av dessa förenklingar anser Levi vara att kärnvapen framstår som mer lämpliga för agensbekämpning än de verkligen är.

Kemiska stridsmedel är generellt mycket svårare att oskadliggöra än biologiska stridsmedel. Samtidigt är de förra betydligt mindre farliga. Defense Threat Reduction Agency har publicerat nedanstående sammanställning över krav på exponeringstider för att oskadliggöra några viktiga C-agens till 99,999 %¹.

Av dessa tre agens är VX det klart dödligaste. VX och senapsgas är båda kvarliggande ämnen medan sarin är flyktigt och snabbt försvinner med vinden och späds ut. Om man genom underrättelsetjänst kan utsluta att sarin ingår i ett C-lager får man fler optioner vid val av vapen att sätta in mot lagret.

¹Någon exakt referens anges inte.

Agens	Temperatur		
	800 K	1000 K	1500 K
<i>Sarin</i>	20 s	1 s	0,02 s
<i>VX</i>	0,7 s	0,01 s	0,001 s
<i>Senapsgas</i>	0,03 s	0,002 s	0,00005 s

Tabell D.2: Nödvändiga exponeringstider.

För att oskadliggöra B-agens är kraven som sagt lägre, speciellt för sådana som inte är sporbildande. Några exempel anförs:

- Organismen *Coxiella burnetti*, som ger upphov till Q-feber, dödas till 90 % om den exponeras 1 msek för 84° C. Under fem gånger så lång tid, 5 msek, borde således 99,999 % dödas vid samma temperatur.
- Exponering under 50 msek vid 66° C bedöms inaktivera 99,999 % av den organism som ger upphov till undulantfeber. Kravet på exponeringstid minskar med faktorn 10 för varje ökning av temperaturen med 4,3° C.
- Den organism som ger upphov till smittkoppor bedöms till 99,999 % inaktiveras om den utsätts för 112° C under 1 sekund².
- Data om tåligheten hos den organism som ger upphov till antrax, som är sporbildande, är svåråtkomliga. Genom att analysera data för tre andra organismer, som antingen påminner om antrax eller uppges vara minst lika resistent, kommer Levi fram till att antrax i pulverform kommer att oskadliggöras till 99,999 % om det exponeras under 10 msek för en temperatur om 200 - 250° C.

Levi varnar för risken att man förbiser möjligheten att det ökade trycket medför att kokpunkten för en vattenlösning, som innehåller en suspenderat B-agens, ökar till en nivå som innebär att agens oskadliggörs. Om detta glöms bort, kanske man förutsätter att hela lösningen måste förångas innan värmen kan "angripa" B-agens.

Vad gäller icke-nukleära vapen för bekämpning av B- och C-agens bör andra alternativ än konventionellt sprängämne (TNT) övervägas. Det mest närliggande alternativet anser Levi vara luft-bränsle-blandningar (*fuel air explosives*, FAE). FAE-vapen innehåller minst tio gånger mer energi per viktsenhet. De skapar en förhållandevis stor volym med högt tryck. Om B-agens suspenderade i vatten skall bekämpas kan detta betyda att den förhöjda kokpunkten, som följer av det höga trycket, ligger tillräckligt högt för att agens skall oskadliggöras. FAE-vapen ger vidare en större volym där höga temperaturer uppnås jämfört med vapen innehållande konventionella sprängämnen. En begränsning för FAE-vapen kan finnas om agens befinner sig i små utrymmen; där kan tillgången till syre för förbränningen vara gränssättande. Om man kan anta att ett förråd inte innehåller C-agens och därmed sänker kravet på temperatur och exponeringstid, finner man att varje kg stridsdel hos ett FAE-vapen neutraliserar 60 kg B-agens medan varje kg stridsdel med konventionellt sprängämne endast neutraliserar 1 kg agens.

Ett annat sätt att oskadliggöra B-agens är att utsätta dem för lämpliga kemikalier, t.ex. natriumhypoklorit (*bleach*). Åtgången är dock tämligen stor: för varje kg antrax behövs ett kg hypoklorit. En stridsdel med kemikalier kan behöva kompletteras med en initialt verkande del som åstadkommer splitter för att göra agens åtkomligt för nedbrytning.

² Bedömningen är en extrapolering av resultat som erhållits vid temperaturerna 40, 45, 50 och 55° C.

Litteraturförteckning

- [1] Floyd D. Spencer. Public law 106-398, Section 1041.
National defense authorization act for fiscal year 2001.
- [2] J D Crouch. Special briefing on the nuclear posture review, 9 januari 2002.
http://www.defenselink.mil/news/Jan2002/t01092002_t0109npr.html.
- [3] Briefing slides: DoD news briefing, 9 januari 2002.
<http://www.defenselink.mil/news/Jan2002/g020109-D-6570C.html>.
- [4] State Department har sammanställt de båda dokumenten.
<http://usinfo.state.gov/topical/pol/arms/stories/review.htm>.
- [5] <http://GlobalSecurity.org/wmd/library/policy/dod/npr.htm>.
- [6] http://imi-online.de/download/Nuclear_Posture_Review.pdf.
- [7] National Institute for Public Policy. Rationale and requirements
for U.S. nuclear forces and arms control. volume I: Executive report.
<http://www.nipp.org/Adobe/volume%201%20complete.pdf>, januari 2001.
- [8] Department of Defense. Quadrennial defense review report.
<http://www.defenselink.mil/pubs/qdr2001.pdf>.
- [9] National Security Council. The national security strategy of the United States
of America, september 2002.
<http://www.whitehouse.gov/nsc/nss.html>
- [10] National Security Council. National strategy to combat weapons of mass destruc-
tion, december 2002.
<http://www.whitehouse.gov/news/releases/2002/12/WMDStrategy.pdf>
- [11] Defense Science Board. Final report of the defense science board sum-
mer study 2003 task force on future strategic strike forces, februari 2004.
<http://www.fas.org/irp/agency/dod/dsb/fssf.pdf>
- [12] Douglas J. Feith, Undersecretary of Defense for Policy. Senate armed services
hearing of the nuclear posture review, februari 2002.
<http://www.wslfweb.org/docs/npr/feith.pdf>
- [13] <http://www.defenselink.mil/execsec/adr2002/toc2002.htm>
- [14] <http://withhouse.gov/news/releases/2002/12/20021217.html>. Talet refereras i
Missile Defense Briefing Report No. 84, 2002, och återges i sin helhet av president
Bushs pressservice.
- [15] U.S. Space Command. National ballistic missile defense capstone requirements
document, augusti 1996. *Secret*.
- [16] House of congress report, public law 104-201, 1996.
<http://www.fas.org/irp/threat/bm-threat.htm>

-
- [17] Kurt Guthe. The Nuclear Posture Review: How is the "new triad" new? Center for Strategic and Budgetary Assessments, augusti 2002.
- [18] Annual report to the President and the Congress. p 87.
- [19] Nuclear Posture Review. pp 24-25.
- [20] Nuclear Posture Review. p 17.
- [21] Department of State, Bureau of Nonproliferation, september 2003.
<http://www.state.gov/t/np/rls/other/34726.htm>
- [22] NRDC. NRDC nuclear notebook, U.S. nuclear forces 2004. Bulletin of the Atomic Scientists, maj-juni 2004.
- [23] Nuclear Posture Review. p 41.
- [24] Office of the National Security Space Architect. Ballistic missile replacement, juli 1999.
- [25] United States: Navy plans Trident conversion tests. Global Security Newswire, november 2002.
- [26] Nuclear Posture Review. p 42.
- [27] Sipri Yearbook 2002. Appendix 10A.
- [28] Bryan Bender. U.S.-Russia: Moscow treaty tops U.S. senate agenda, but delays expected. Global Security Newswire, december 2002.
- [29] John A Gordon, Undersecretary for Nuclear Security, Department of Energy. Statement before the committee on armed services, U.S. senate, februari 2002.
http://www.senate.gov/armed_services/statement/2002/Gordon.pdf
- [30] U.S. commission on maintaining United States nuclear weapons expertise: Report to congress and the secretary of energy, mars 1999.
- [31] John Foster (Chairman) et al. FY 1999 report to the panel to assess the reability, safety and security of the united states nuclear stockpile, november 1999.
- [32] Jonathan Medalia. Nuclear weapon initiatives: Low-yield r&d, advanced concepts, earth penetrators, test readiness. Congressional reserach service report RL32130, december 2003.
- [33] Directed stockpile work, DoE congressional budget FY 2005, p 61, 2004.
<http://www.mbe.doe.gov/budget/05budget/content/weapons/dsw.pdf>
- [34] Report to congress on the defeat of hard and deeply buried targets, submitted by the secretary of defense in conjunction with the secretary of energy, juli 2001. Rapporten berör frågor som till stor del är sekretessbelagda och mycket av informationen ligger i hemliga bilagor. Detta gör att den tillgängliga öppna versionen blir vag eller svårbegriplig.
http://nukewatch.org/facts/nwd/HiRes_Report_to_Congress_on_the_Defeat.pdf
- [35] Bulletin of the Atomic Scientists, The NRDC Nuclear Notebook: The B61 family of bombs, januari-februari 2003.
- [36] Dr. Everet H. Beckner, Deputy Administrator for Defense Programs. Statement before the Senate Armed Services, april 2002.
<http://armed-services.senate.gov/statement/2002/April/Beckner.pdf>

- [37] John A. Gordon, National Security Administration. Statement before the House Armed Services Committee, Procurement Subcommittee, juni 2002.
<http://www.house.gov/hasc/openingstatementsandpressreleases/107thcongress/02-06-12gordon.pdf>
- [38] Richard T. Cooper. Making nuclear bombs 'usable'. Los Angeles Times, februari 2003.
- [39] David Ruppe. U.S. nuclear weapons programs could require testing, officials says. Global Security Newswire, september 2003.
- [40] Global Security. Agent defeat weapon, december 2003.
<http://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/adw.htm>
- [41] Joint warfighting science & technology plan, p XII-35, februari 2002.
<http://www.acq.osd.mil/cp/jwstpchap12-counterwmd.pdf>
- [42] Department of Defense. Proliferation: Threat and response, januari 2001.
<http://www.defenselink.mil/pubs/ptr20010110.pdf>
- [43] Andrew Koch. USA expedites chem-bio bunkerbuster project. Jane's Defence Weekly, september 2002.
- [44] Global Security Newswire. U.S. response: Pentagon eyes assortment of anti-wmd weapons, juli 2002.
http://nti.org/d_newswire/issues/2002/7/24/2p.html
- [45] Thomas E. Ricks. U.S. military considers weapons that disable bunkers, spare people. Wall Street Journal, juli 1999.
- [46] Western States Legal Foundation Information Bulletin. Missiles of empires: Americas's 21st century global legions, pp 3-5, hösten 2003.
<http://wslfweb.org/docs/missiles03.pdf>
- [47] Bryan L. Fearey, Paul C. White, John St Ledger och John D. Immele. An analysis of reduced collateral damage nuclear weapons. Comparative Strategy, Vol 22, No4, pp 305-324, oktober 2003.
- [48] U.S. Space Command. National ballistic missile defense capstone requirements document, augusti 1996. *Secret*.
- [49] Hajime Ozu. Missile 2000 - reference guide to world missile systems. Shinkigensha Co. Ltd., 2000.
- [50] DoT&E FY 00 report. Defense Daily, oktober 2002.
- [51] RDT&E Defensewide / BA 04/05 (Dem/Val/EMD) PE:0603867c / 0604867c (Proj:2263).
- [52] Lieutenant General Lester Lyles. DoD news briefing, 1998-07-09.
Detta tidiga uttalande stöds av senare budgetförslag, BMD O RD&T Budget Item Justification (R-2 Exhibit), februari 2002.
- [53] BMD O Fact sheet 97-21.
- [54] DoT&E FY 00 Report.
- [55] Norman Friedman. World naval weapons systems, 1997/98. Naval Institute Press, 1997.
- [56] ABL focus newsletter, februari 2003.

- [57] Bulletin of the Atomic Scientists, U.S. nuclear forces, maj 2002.
Denna referens nämner fem av programmen. Det sjätte programmet nämns i förbigående i den läckta versionen av Nuclear Posture Review.
- [58] Department of Defense. Acquisition of the Minuteman III propulsion replacement program, mars 2000.
<http://www.dodig.osd.mil/Audit/reports/fy00/00092sum.htm>
- [59] Office of the National Security Space Architect. Minuteman propulsion replacement program (PRP), juli 1999.
<http://www.fas.org/spp/military/program/nssrm/initatives/mmprp.htm>
- [60] Air force awards trw \$215 million contract for ICBM motors. Space Daily, oktober 2001.
Rubrikens belopp avser bara en första fas av tillverkningen.
- [61] Defense Technical Information Center. ICBM EMD: RDT&E budget item justification sheet, p 938, februari 1999.
<http://www.dtic.mil/descriptivesum/Y2000/AorForce/0604851f.pdf>
- [62] Notice from ICBM systems program office, mars 2002.
<http://www.fbodaily.com/archive/2002/03-March/28-Mar-2002/FBO-00048603.htm>,
- [63] Robert W. Nelson. Low-yield earth-penetrating nuclear weapons. F.A.S. Public Interest Report: Volume 54, pp 1-5, april 2001.
<http://www.fas.org/faspir/2001/v54n1/v54n1.pdf>
- [64] Robert W. Nelson. Low-yield earth-penetrating nuclear weapons, Science and Global Security: Volume 10, pp 1-20, 2002.
- [65] Geoffrey Forden. USA looks at nuclear role in bunker busting. Jane's Intelligence Review, pp 36-38, januari 2002. Författaren är forskare vid MIT:s Security Studies Program.
- [66] Mark Bromley, David Grahame och Christine Kucia, British American Security Information Council (BASIC)
Bunker busters: Washington's drive for new nuclear weapons, juli 2002.
<http://www.basicint.org/Research/2002BB.pdf>
- [67] Michael A. Levi. Fire in the hole. nuclear and non-nuclear options for counter-proliferation, Carnegie Endowment for International Peace: Working Paper No. 31, november 2002.
<http://www.ceip.org/files/pdf/wp31.pdf>
- [68] Michael A. Levi. The case against new nuclear weapons, Issues in Science and Technology, 2003.
<http://www.nap.edu/issues/19.3/levi.htm>
- [69] <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/smart/hdbtdc.htm>.
- [70] Christopher E Paine, Thomas B Cochran, Matthew G McKinzie och Robert S Norris. Countering proliferation, or compounding it? The Bush administration's quest for earth-penetrating and low-yield nuclear weapons, Natural Resources Defense Council, maj 2003.
<http://www.nrdc.org/nuclearbush/abb.pdf>
- [71] Jeremy Tamsett. The evolving U.S. strategic landscape: A fresh look at low-yield nuclear weapons, Center for Nonproliferation Studies, december 2003.
<http://www.gyre.org/r.php?id=3599>

-
- [72] Andre Gsponer. From the lab to the battlefield? Nanotechnology and fourth-generation nuclear weapons, Disarmament Diplomacy: No 67, oktober 2002.
<http://www.acronym.org.uk/dd/dd67/67op1.htm>
- [73] Michael A. Levi. Dreaming of clean nukes (commentary), Nature: Vol 428, p 892, april 2004.
- [74] Hans Kruger. Radiation-neutralization of stored biological warfare agents with low-yield nuclear warheads, Lawrence Livermore National Laboratory, augusti 2000.
<http://www.llnl.gov/tid/lof/documents/pdf/238391.pdf>
- [75] Hans Kruger. Delayed fission debris radiation effects on chemical and biological agents stored in a bunker, Lawrence Livermore National Laboratory, 1998.
- [76] Michael May och Zachary Haldeman. Effectiveness of nuclear weapons against buried biological weapons, CISAC Report, januari 2004.
<http://iis-db.stanford.edu/pubs/20216/MayHaldeman0104.pdf>
- [77] Michael A. Levi. Study on the effects of nuclear earth-penetrator weapon and other weapons, Written statement before The National Academy of Sciences, april 2004.
<http://www.brookings.edu/dybdocroot/views/testimony/fellows/levi20040427.pdf>