

MIKAEL MEISTER, DANIEL SUNHEDE



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.

Mikael Meister, Daniel Sunhede

Pakistan

Kärnteknik och kärnvapen

Titel	Pakistan – Kärnteknik och kärnvapen
Title	Pakistan – Nuclear technology and nuclear weapons
Rapportnr/Report no	FOI-R--3430--SE
Månad/Month	April
Utgivningsår/Year	2012
Antal sidor/Pages	45 p
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Utrikesdepartementet
FoT område	–
Projektnr/Project no	A29014-1
Godkänd av/Approved by	Torgny Carlsson
Ansvarig avdelning	Avdelningen för Försvars- och säkerhetssystem

Omslagsbild: Testskjutning av kryssningsroboten Babur (Hatf-7) på okänd plats i Pakistan, Reuters/Scanpix.

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk. All form av kopiering, översättning eller bearbetning utan medgivande är förbjuden.

This work is protected under the Act on Copyright in Literary and Artistic Works (SFS 1960:729). Any form of reproduction, translation or modification without permission is prohibited.

Sammanfattning

Denna rapport sammanställer och redogör för kända delar av Pakistans kärntekniska program med fokus på tekniska förhållanden kring kärnbränslecykeln, landets kärnvapen och strategiska förmåga.

Pakistan har inte signerat icke-spridningsavtalet och internationella sanktioner har under lång tid förhindrat landet från att importera uran. Det kan ändå konstateras att landet med nuvarande produktionstakt är självförsörjande både avseende uranråvara och produktion av fissilt material av vapenkvalitet. Den tekniska expansionen, där framför allt plutoniumproducerande reaktorer och kryssningsrobotar utmärker sig, ger tydliga indikationer på att Pakistan utvecklar plutoniumbaserade kärnvapen. Nuvarande kärnvapenarsenal är dock uranbaserad. Förmågan att slå mot Indiska befolkningscentra är fortfarande central som avskräckande medel gentemot Indiens dominerande konventionella styrkor, men Pakistan går också mot en ökad förmåga att slå mot invaderande pansarstyrkor och strategiska militära mål. Det förhållandevis låga antalet bärare begränsar i dagsläget landets förmåga.

Nyckelord: Pakistan, kärnvapen, doktrin, kärnbränslecykeln, uran, plutonium, bärare, robot

Summary

This report compiles and reviews known parts of the nuclear program in Pakistan, with focus on technical conditions related to the nuclear fuel cycle, nuclear weapons and strategic ability.

Pakistan has not signed the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, and international sanctions have long prevented the country from importing uranium. The current domestic production rate nevertheless makes Pakistan self-sufficient, both in terms of raw uranium material and production of weapons-grade fissile material. The technical expansion, where plutonium producing reactors and cruise missiles are particularly noticeable, clearly indicates that Pakistan is developing plutonium-based nuclear weapons. The current nuclear arsenal is however based on uranium. The capability to strike major Indian cities is still crucial as a strategic deterrent against India's dominant conventional forces, but Pakistan is also improving its nuclear capability against invading armour and strategic military targets. The comparatively low number of weapon delivery systems presently limits Pakistan's capability.

Keywords: Pakistan, nuclear weapons, doctrine, nuclear fuel cycle, uranium, plutonium, weapon delivery system, missile

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Bakgrund	3
2.1	Kärnteknisk organisation.....	3
2.2	Avtal och internationell kontroll	4
3	Kärnbränslecykeln och relaterade anläggningar	7
3.1	Urangruvor och urankoncentrering	9
3.1.1	Brytning och prospektering	9
3.1.2	Urankoncentrering	10
3.2	Urankonvertering och bränsletillverkning.....	10
3.3	Anrikning	11
3.4	Elproducerande reaktorer	12
3.5	Forskningsreaktorer	14
3.6	Plutoniumproducerande reaktorer	14
3.6.1	Plutoniumproduktion	14
3.6.2	Tritiumproduktion	15
3.7	Upparbetning.....	16
3.8	Tungvattenproduktion	17
3.9	Uranimport	17
3.10	Kapacitet för produktion av kärnvapenmaterial	17
4	Pakistans kärnvapen	23
4.1	Kärnvapendoktrin	23
4.2	Vapenbärare	24
4.3	Kärnladdningar	27
4.4	Förmåga.....	30
5	Diskussion och sammanfattning	35
	Appendix I	39

1 Inledning

Pakistans relativt korta historia är starkt präglad av konflikten med Indien och det upplevda hotet från grannlandet har lett till stora militära satsningar, ofta på bekostnad av utbildning, hälsovård och infrastruktur. Efter Pakistans kärnvapenprov 1998 tillhör landet tillsammans med Indien, Israel och Nordkorea de så kallade *de facto* kärnvapenstaterna. Idag är Pakistan sannolikt den stat i världen som relativt sett har den snabbast växande kärnvapenarsenalen och landets kärnvapenprogram omfattar både urananrikning och plutoniumframställning.

Pakistan har inte signerat icke-spridningsavtalet (*Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons*, NPT) och ett stort antal av landets kärntekniska anläggningar står utanför internationell kontroll. Officiella uppgifter rörande produktion och innehav av fissilt material saknas också generellt. Det senaste årtiondet har dock en intensiv utbyggnad av plutoniumproducerande reaktorer skett i landet. Då en plutoniumbaserad kärnladdning kan göras både lättare och mindre än en uranbaserad laddning med samma styrka, innebär den ökade plutoniumproduktionen inte bara en möjlig kvantitativ expansion av kärnvapenarsenalen utan även en utveckling mot mer avancerade laddningar. Den intensiva utvecklingen i Pakistans robotprogram pekar även på ett behov av miniaturiserade kärnladdningar.

Syftet med denna rapport är att sammanställa och redogöra för kända delar av Pakistans kärntekniska program. Rapporten diskuterar tekniska förhållanden i vid bemärkelse men behandlar inte den mycket komplexa politiska situation som idag råder i Pakistan och landets omedelbara närhet. En annan avgränsning som gjorts är att inte diskutera problematiken rörande säkerhet och fysiskt skydd kring kärntekniska och militära anläggningar. Även om denna fråga förblir aktuell¹, så får risken för att Pakistans kärnvapen skall hamna i händerna på extremister ändå bedömas som relativt låg in nuläget. Vi hänvisar till FOI Memo 2399 för en mer ingående diskussion kring denna aspekt².

Rapporten fokuserar på tekniska förhållanden kring kärnbränslecykeln och Pakistans kärnvapen, samt diskuterar en möjlig framtida utveckling med dessa som utgångspunkt. Kapitel 2 ger en kort allmän bakgrund och sammanfattar landets kärntekniska organisation, avtal och internationell kontroll. Kapitel 3 behandlar kärnbränslecykeln och relaterade anläggningar samt uppskattar Pakistans totala innehav av fissilt material. Denna uppskattning ligger till grund för bedömningen av landets kärnvapenarsenal i kapitel 4 som även diskuterar Pakistans kärnvapendoktrin, kärnladdningar, vapenbärare och strategiska förmåga. Kapitel 4 kan dock läsas direkt efter kapitel 2 om så önskas. Rapporten sammanfattas slutligen i kapitel 5 med diskussion och utblick.

¹ Av de länder i världen som innehar fissilt material användbart för kärnvapen, är Pakistan och Nordkorea lägst rankade avseende säkerheten hos det fissila materialet, se "NTI Nuclear Materials Security Index: Building a Framework for Assurance, Accountability, and Action" (2012), <http://www.nti.org/analysis/reports/nti-nuclear-materials-security-index/>.

² J. Wirstam, "Pakistans kärnvapen – säkerhetspolitik och säkerhetsaspekter", FOI Memo 2399 (2008). Se även P.K. Kerr & M.B. Nikitin, "Pakistan's Nuclear Weapons: Proliferation and Security Issues", CRS Report RL34248 (2011), s. 13-17.

2 Bakgrund

Grunden till det moderna Pakistan lades vid delningen av Brittiska Indien i Indiska Unionen och Pakistan i form av Väst- och Östpakistan, 1947. Denna statliga tudelning var en följd av de våldsamma oroligheter som bröt ut mellan hindunationalistiska och muslimska folkgrupper i samband med briterarnas överlämnande av territoriet, en konflikt som än idag dominerar Sydasiens säkerhetspolitik. Den inre friktionen mellan Väst- och Östpakistan blommade 1971 ut i ett fullskaligt inbördeskrig och Indien gav tidigt politiskt stöd åt den bengaliska befolkningen i öst. Detta utgjorde upptakten till det krig som bröt ut när Pakistan attackerade flera flygfält i nordvästra Indien i början på december samma år. Bara två veckor senare led Pakistan ett förkrossande nederlag med avsevärt större förluster än Indien och betydande delar av Västpakistan ockuperades av Indien som även tog över 90000 krigsfångar. Medan de ockuperade delarna i västra Pakistan återgick till landet förlorades hela östra territoriet som bildade staten Bangladesh.

Pakistan och Indien har utkämpat fyra väpnade konflikter, varav tre i regionen kring Kashmir³ som har blivit en symbol för osämjan mellan staterna. Indiens militära överlägsenhet och förlusten av Östpakistan skapade en existentiell nervositet i Pakistan som sannolikt var tongivande vid starten av landets kärnvapenprogram 1972⁴. Under 1974-75 kom den numera ökände ingenjören Abdul Qadeer Khan⁵ över holländska ritningar på centrifuger för isotopseparering och 1976 etablerades organisationen *Engineering Research Laboratories* (ERL) i Pakistan. Med Khan som chef för ERL (sedermera *Khan Research Laboratories*, KRL) inleddes en storskalig satsning på uranbaserade kärnladdningar, vilka också utgör basen i landets nuvarande arsenal. Det är svårt att bestämma den exakta tidpunkten för när Pakistan uppnådde förmågan att konstruera kärnvapen, men den första kärnladdningen färdigställdes sannolikt kring 1989⁶. Klart är att Pakistan förfogade över kärnladdningar betydligt tidigare än tidpunkten för landets första provsprängning 1998. Det finns inga officiella uppgifter angående det totala antalet kärnladdningar i Pakistan idag och uppskattningar av landets kärnvapeninnehav grundas huvudsakligen på beräkningar av den ackumulerade mängden fissilt material.

Trots sina kulturella olikheter har Pakistan ett väl utvecklat samarbete med Kina. Vänskapen mellan länderna har snarast varit av realpolitisk natur där gemensamma hot som Sovjetunionen, men framför allt Indien, utgjort drivkraften för samarbetet. För Pakistans del har detta inneburit ekonomiskt, tekniskt samt militärt stöd och man har erhållit hjälp både inom civil kärnteknik samt inom robot- och kärnvapenprogrammet (se kapitel 3 och 4). Pakistan har under lång tid även fått omfattande ekonomiskt och militärt stöd från USA, en relation som under det senaste årtiondet präglats av USA:s krig mot terrorismen. Pakistans kärnvapenprogram och USA:s nära relation med Indien har dock alltid komplicerat relationen. Ett flertal separata händelser under 2011, som aktionen mot Usama bin Ladin i Abbottabad och Nato-attacken mot pakistanska militärbaser i november 2011, har gjort förhållandet om möjligt ännu mer ansträngt.

2.1 Kärnteknisk organisation

Pakistan deltog tidigt i USA:s program för fredlig användning av kärnenergi, *Atoms for Peace*, och 1956 bildades *Pakistan Atomic Energy Commission* (PAEC)⁷ för att samordna

³ 1947-48, 1965 och 1999.

⁴ "Nuclear Black Markets: Pakistan: A.Q. Khan and the rise of proliferation networks; A net assessment", The International Institute for Strategic Studies, 2007, s. 16.

⁵ För en detaljerad genomgång av historien kring A.Q. Khan, se G. Corera, "Shopping for Bombs: Nuclear Proliferation, Global Insecurity, and the Rise and Fall of the A.Q. Khan Network", Oxford University Press, USA, 2009.

⁶ E.S. Medeiros, "Reluctant Restraint: the evolution of China's nonproliferation policies and practices, 1980-2004", Stanford University Press, 2007, s. 52 (fotnot 71); "Nuclear Black Markets: Pakistan, A.Q. Khan and the Rise of Proliferation Networks", International Institute for Strategic Studies, London 2007, s. 17.

⁷ Pakistan Atomic Energy Commission: <http://www.paec.gov.pk/>.

utvecklingen i landet. Under ledning av Munir Ahmad Khan blev PAEC dock kraftigt involverat i utvecklingen av kärnvapen och det har historiskt sett inte funnits någon tydlig gräns mellan civil och militär verksamhet inom kärnteknik i Pakistan. I samband med den kärntekniska omorganisation som inleddes i slutet på 90-talet har PAEC enligt officiella uppgifter återgått till att helt inrikta sig på civil verksamhet. Huruvida detta verkligen är fallet kan dock ifrågasättas, då PAEC troligen medverkat vid utvecklingen av reaktorerna i Khushab, vilka högst sannolikt används för plutoniumproduktion.

Omstruktureringen av Pakistans kärntekniska program har också inneburit en mer formaliserad organisation kring landets taktiska stridsledning (*command and control*). Några månader efter general Musharraf:s statskupp hösten 1999 inrättades *National Command Authority* (NCA), som är ett beslutsfattande organ för stridsledning av landets kärnvapen, men även för de konventionella styrkorna. NCA består av *Employment Control Committee* (ECC) som ansvarar för strategi och gruppering⁸ samt beslutar om eventuella kärnvapeninsatser, *Development Control Committee* (DCC) som styr forsknings- och utvecklingsarbete, samt *Services Strategic Forces* (SSF) som ansvarar för operativ kontroll inom respektive vapenslag. NCA är Pakistans högsta beslutsfattande organ vad gäller insatser med kärnvapen och består av både militärer och ministrar med premiärministern som ordförande. Utöver den övergripande strukturen är ingenting känt beträffande stridsledning, men tydligt är att Pakistans militär har ett stort inflytande i NCA.

Både kärnvapenutveckling och utveckling av civil kärnteknik är samlat under *Strategic Plans Division* (SPD), som leds av en armégeneral. SPD ansvarar för policy- och säkerhetsfrågor, agerar som sekretariat för NCA och har en rad tekniska underorgan⁹. Dessa innefattar både PAEC och KRL, samt *National Development Complex* (NDC) som ansvarar för samtliga vapeniseringsfrågor.

Fristående från NCA är *Pakistan Nuclear Regulatory Authority* (PNRA)¹⁰, som bildades 1999 och är en tillsynsmyndighet med samlat ansvar inom områdena strålskydd och kärnsäkerhet¹¹. Myndigheten ansvarar även för landets kontakter med IAEA (*International Atomic Energy Agency*) och har enligt officiella uppgifter inga kopplingar till PAEC utan ägnar sig endast åt tillsyn och licensiering.

2.2 Avtal och internationell kontroll

Pakistan är sedan 1957 medlem i IAEA och har flera kärntekniska anläggningar under IAEA:s *safeguards*-kontroll. Man har dock inte skrivit under något tilläggsprotokoll. Landet är ej signatär till NPT (*Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons*) eller CTBT (*Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty*)¹² och är heller inte medlem i någon av de internationella icke-spridnings- och exportkontrollregimerna, *Zangger Committee* (ZC), *Nuclear Suppliers Group* (NSG), *Missile Technology Control Regime* (MTCR), *Australia Group* (AG) eller *Wassenaar Arrangement* (WA). Pakistan har icke desto mindre ratificerat *Partial Test Ban Treaty* (PTBT) och är vidare även signatär till *Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism* (GICNT) och *Convention on Physical Protection of Nuclear Material* (CPPNM).

Pakistan tillämpar sedan 2004 en ny lagstiftning för exportkontroll där produkter kontrollerade inom AG, NSG och MTCR ingår¹³. Vidare har man vid tre tillfällen (2004, 2005 och 2007) lagt fram rapporter till FN för uppfyllandet av resolution 1540 rörande

⁸ Engelskans *deployment*.

⁹ Se "Nuclear Black Markets: Pakistan: A.Q. Khan and the rise of proliferation networks; A net assessment", The International Institute for Strategic Studies, 2007, s. 110.

¹⁰ Pakistan Nuclear Regulatory Authority: <http://www.pnra.org/>.

¹¹ PNRA svarar således mot Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) i Sverige.

¹² Pakistan är dock observatör i CTBTO:s *preparatory commission*.

¹³ Se t.ex. INFCIRC/636 och INFCIRC/832 (INFCIRC: IAEA Information Circular).

icke-spridning och exportkontroll¹⁴. Nämnvärt är också att Pakistan varit en idog motståndare till ett framtida FMCT (*Fissile Material Cutoff Treaty*)¹⁵. Landets permanenta representant vid FN:s nedrustningskonferenser (*Conference on Disarmament*) proklamerade så sent som 2011 att Pakistan omöjligen kan samtycka till ett avtal så länge landet diskrimineras av NSG¹⁶.

Även om relation mellan Indien och Pakistan är minst sagt ansträngd, har länderna tecknat ett bilateralt avtal för att minimera risken för olyckor relaterade till kärnvapen. Avtalet trädde i kraft i februari 2007 och innefattar förvarning om ballistiska robottester för att förhindra att ett test misstolkas som en förestående kärnvapenattack. Man har även tecknat en överenskommelse om förbud mot attacker på kärntekniska anläggningar, vilket innebär att man årligen utbyter information angående anläggningarnas geografiska position i respektive land. Samtalen kring dessa överenskommelser avbröts efter terroristattacken i Mumbai 2008, men återupptogs i slutet av 2011 och det beslutades att förlänga avtalet rörande robottester i fem år med start i februari 2012. Avtalet verkar dock inte ha utökats för att även innefatta kryssningsrobotar¹⁷.

¹⁴ Resolution 1540 antogs i säkerhetsrådet 2004 och är bindande för alla medlemsländer i FN. Kort sammanfattat fastslår resolutionen att varje medlemsstat skall ha lagar som förhindrar både vertikal och horisontell spridning av massförstörelsevapen till icke-statliga aktörer. Alla stater skall även vidta effektiva kontrollåtgärder för relaterat material, både inrikes och vid landets gränser, samt upprätthålla internationellt samarbete mot smuggling och försäljning.

¹⁵ *Fissile Material Cutoff Treaty* (FMCT) är ett avtal tänkt att stoppa eller begränsa tillverkning och lagerhållning av fissilt material. Ett fungerande FMCT skulle kunna fungera som ett lock för dagens arsenaler och vara ett första steg mot nedrustning. Förhandlingar har ännu inte påbörjats. Att just Pakistan utmärkt sig som bromsklossen för FMCT betyder dock inte att landet är den enda stat som för närvarande finner ett FMCT otänkbart.

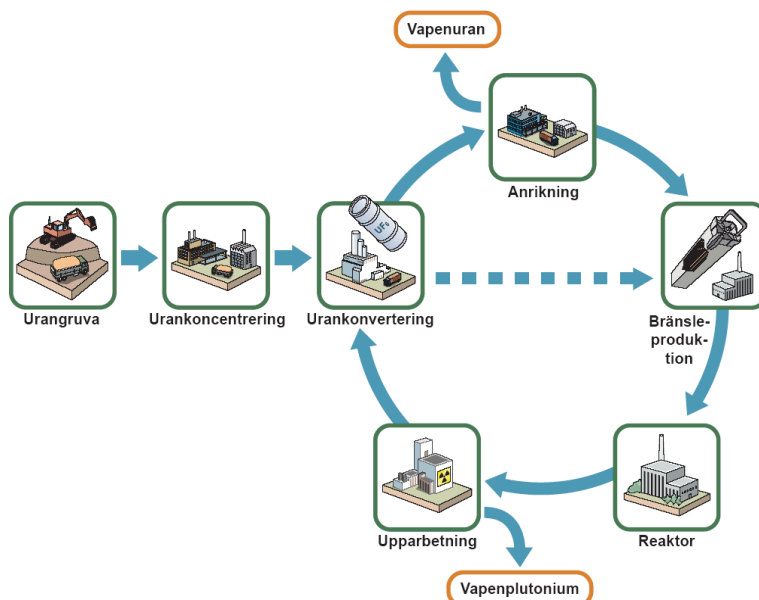
¹⁶ Uttalande av ambassadör Zamir Akram den 25:e januari 2011 vid Conference on Disarmament (CD) i Genève: "Over the last two years, Pakistan has clearly stated that it cannot agree to negotiations on a FMCT in the CD owing to the discriminatory waiver provided by the NSG to our neighbour for nuclear cooperation by several major powers, as this arrangement will further accentuate the asymmetry in fissile materials stockpiles in the region, to the detriment of Pakistan's security interests. As we have also pointed out earlier, Pakistan has been compelled to take this position due to the selective and discriminatory action of certain states in violation of their own national and international commitments, in pursuit of profit and outdated Cold War concepts of containment and balance of power", se http://www.reachingcriticalwill.org/political/cd/2011/statements/part1/25Jan_Pakistan.pdf (2012.03.23).

¹⁷ "India, Pak agree to extend nuclear risk reduction pact for 5 years", <http://www.thehindu.com/news/national/article2916521.ece>; "A precarious Indo-Pak nuclear balance", <http://www.thehindu.com/opinion/lead/article2832290.ece> (2012.02.27)

3 Kärnbränslecykeln och relaterade anläggningar

Vi skall i detta kapitel studera den pakistanska kärnbränslecykeln och relaterade anläggningar för både civilt och militärt bruk¹⁸, samt vidare uppskatta landets totala innehav av fissilt material av vapenkvalitet. Varje avsnitt behandlar ett specifikt område inom kärnbränslecykeln och fokuserar primärt på rena faktauppgifter, varefter kapitlet avslutas med en analys och sammanfattning i avsnitt 3.10. Det skall i sammanhanget också nämnas att Pakistan inte publicerar några officiella data från aktiviteter relaterade till kärnbränslecykeln, som malmibrytning, konvertering och koncentrerings, bränsletillverkning etc., vilka alla står utanför IAEA:s *safeguards*-kontroll. Frånvaron av denna typ av information gör att man därför måste lita till en kombination av bedömningar från en handfull oberoende analytiker, viss rapportering i media och spridda uttalanden från tjänstemän. Figur 1 visar översiktligt kärnbränslecykelns olika steg för omvandling av uranmineral till kärnbränsle, vapenuran eller vapenplutonium. Stegen består i sin tur av en rad mindre konverteringssteg vilka beskrivs närmare i Appendix I.

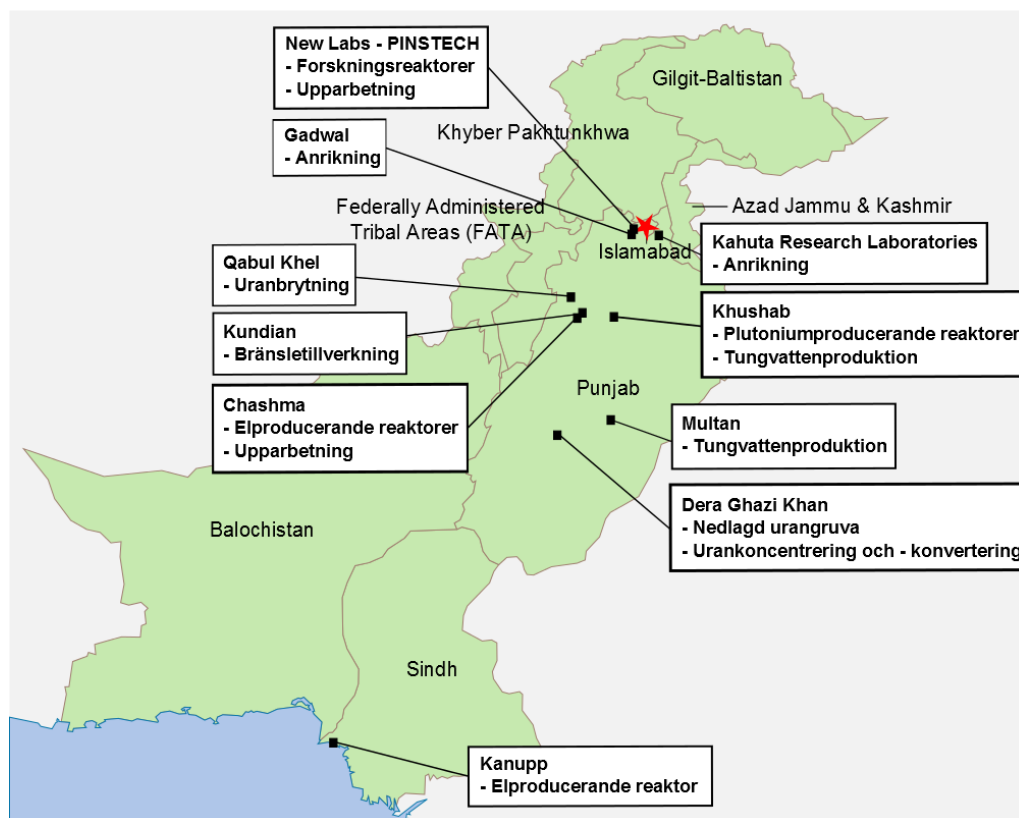
Pakistans kärnteknikutveckling tog fart på 1960-talet då en forskningsreaktor uppfördes i Rawalpindi i norra Pakistan med amerikansk hjälp. I början av 70-talet driftsattes den första elproducerande reaktorn, KANUPP, en tungvattenreaktor under IAEA *safeguards*-kontroll som byggts med kanadensisk hjälp. Under samma årtionde antas även kärnvapenprogrammet ha tagit fart på allvar. Det är allmänt känt att anrikningsteknologi erhöles med hjälp av den från Europa återvändande A.Q. Khan, och att en första anläggning för anrikning av uran uppfördes i Kahuta, öster om Islamabad. I mitten av 80-talet hade Pakistan sannolikt redan tillgång till höganrikat uran för åtminstone någon kärnladdning. Utvecklingen och produktionen av vapenuran fortsatte och kulminerade i provsprängningarna 1998, ett par veckor efter det att Indien genomfört sin andra omgång provsprängningar. Kring denna tidpunkt startade sannolikt även Pakistans första plutoniumproducerande reaktor i Khushab, troligen uppförd med kinesisk hjälp.



Figur 1: Schematisk bild över kärnbränslecykelns olika steg¹⁹.

¹⁸ Det bör dock understrykas att det ofta finns överlapp med antingen militär konventionell, civil kärnteknisk eller annan övrig civil industriell verksamhet vid dessa anläggningar.

¹⁹ Figur från L. Oliver *et al.*, "Urankonvertering", SKI Rapport 2006:08, där olika konverteringsprocesser diskuteras i detalj.



Figur 2: Ungefärlig geografisk placering för ett urval av kärntekniskt relaterade anläggningar i Pakistan, se text för mer utförlig information.

Pakistan har idag en elproduktion på ca 100 TWh²⁰ eller om man så vill 0,5 MWh per person och år²¹, vilket är samma relativa energibehov som för grannlandet Indien. Landet har tre elproducerande reaktorer med den totala elektriska effekten på ungefär 700 MWe²². Drifttillgänglighet och effektuttag för de två äldsta reaktorerna CHASNUPP-1 och KANUPP har emellertid historiskt sett varit relativt låg och kärnkraften utgör endast knappt 3% av den totala elproduktionen²³. Eftersom Pakistan står utanför NPT är landet, p.g.a. NSG:s riktlinjer för export av kärnteknik, i mångt och mycket helt exkluderat från den internationella handeln med fissilt material och teknologi med kärntekniskt anknytning, vilket under lång tid hindrat Pakistan från att utveckla kärnteknologi för civilt bruk och därtill tillhörande elproduktion. Islamabad har emellertid storslagna planer för framtiden och planerar att bygga kärnreaktorer för motsvarande 8800 MWe till år 2030²⁴.

²⁰ Uppgift om Pakistans elproduktion från IAEA Power Reactor Information System (PRIS), <http://pris.iaea.org/public/>. Energienheten 1 kWh (kilowattimme) motsvarar tusen Wh (wattimmar), 1 MWh (megawattimme) är 1 miljon Wh, 1 GWh (gigawattimme) är 1 miljard Wh och 1 TWh (terawattimme) är tusen GWh, 1 miljon MWh eller 1 biljon Wh.

²¹ Indien har också har en elproduktion på 0,5 MWh per person och år, Sverige ca 16 MWh per person och år.

²² Sveriges elproduktion från kärnkraft var år 2011 ungefär 7000 MWe, där MWe är en effektenhet. Om man kör en reaktor med effekten 1 MWe under en timme kommer denna att producera 1 MWh elektricitet. I text och tabeller används omväxlande elektrisk- och termisk effekt (We, Wt). Den elektriska effekten är vad reaktorn matar ut på nätet och den termiska effekten är reaktorns totalt utvecklade värmeeffekt. Detta anges med ett index "e" respektive "t" efter effektenheten.

²³ År 2010 var elproduktionen från kärnkraft i Pakistan 2,6 TWh av totalt 99 TWh.

²⁴ Medium Term Development Framework 2005-2010, Planning Commission, Government of Pakistan, May 2005, se t.ex. http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/CNPP2010_CD/countryprofiles/Pakistan/CNPP2010Pakistan.htm (2011.12.09).

Figur 2 visar ett urval av kända kärntekniska anläggningar i Pakistan. Antalet anläggningar relativt begränsat, men har under senare år ökat något i antal. Ur säkerhetssynpunkt är det både en styrka och svaghet att ha få anläggningar, eftersom ett fåtal anläggningar kräver en mindre mängd fysiskt skydd än om man har ett större antal. Transportlogistiken förenklas också med ett mindre antal anläggningar. Nackdelen med få anläggningar är naturligtvis mindre redundans.

3.1 Urangruvor och urankoncentrering

3.1.1 Brytning och prospektering

1959 upptäcktes uran i Baghalchore, i närheten av Dera Ghazi Khan, i provinsen Punjab och storskalig brytning av malm, både i dagbrott och underjordiska gruvor, påbörjades kring 1980. Fyndigheten är nu uttömd och stängd sedan 1999 och används idag som deponi för lågaktivt radioaktivt material. Uppgifter om fyndighetens storlek och den årliga utvinningskapaciteten divergerar något²⁵ men flertalet referenser uppskattar att medelkapaciteten bör ha legat runt 30 ton per år²⁶.

En gruva i Qabul Khel (benämns även Kubel-Khel), också den i provinsen Punjab, öppnades 1992. Vidare påbörjades även brytning av fyndigheter 1996 och 2002 i Nanganai och Taunsa²⁷, även dessa i närheten av Dera Ghazi Khan. Här används s.k. *in-situ* lakning, där laklösning pumpas direkt ner i fyndigheten varefter det upplösta uranet i laklösningen pumpas ut. Denna metod används vanligen när malmen har låg uranhalt och vid samtliga tre fyndigheter är medelhalten uran mellan 0,02-0,03%, vilket är mycket lägre än vad som anses ekonomiskt lönsamt vid kommersiell brytning. IAEA:s databas över uranförekomster (UDEPO) uppskattar att den sammanlagda fyndigheten i Qabul Khel totalt omfattar 300-1000 ton uran, medan förekomsterna i Nanganai och Taunsa troligtvis är mindre.

Uppskattningar rörande Pakistans totala årliga utvinning är tämligen osäkra, men ett flertal källor menar att den är ungefär motsvarande 40 ton naturligt uran per år²⁸. Initialt var den årliga utvinningen mycket mindre, drygt 20 ton, och den totalt ackumulerade brutna mängden uran uppskattas till ungefär 800 ton år 2010.

Som nämnts tidigare planerar Pakistan för ett stort antal nya elproducerande reaktorer varför man inlett ett digert och kostsamt sökande efter nya fyndigheter. Nyligen hittades en plats i Shanawa, i provinsen Khyber Pakhtunkhwa (tidigare North-West Frontier Province), med en uranhalt på 0,05% där man tänkt nyttja *in-situ* lakning. Initialt var tanken att storskalig produktion skulle påbörjas här 2014 men exploateringen verkar ha avstannat något p.g.a. otillräcklig finansiering²⁹. Om och när storskalig brytning påbörjas i Shanawa kommer Pakistans årliga uranutvinning uppskattningsvis att öka till 60 ton³⁰. Officiella uppgifter om totala uranreserver i berggrunden saknas, men är troligen inte särskilt stora.

²⁵ Uranhalten verkar däremot vara mer välkänd, omkring 0,05%. Uran är f.ö. relativt vanligt förekommande i naturen med en medelhalt på 0,0003% i jordskorpan. Det är dock få fyndigheter som har mer än 1% uranhalt. Med dagens uranpriser anses mineral med en uranhalt på 0,1% eller högre vara ekonomiskt brytvärd, se L. Oliver *et al.*, "Urankonvertering", SKI Rapport 2006:08.

²⁶ Se t.ex. "Global Fissile Material Report 2010", kapitel 10, International Panel on Fissile Materials, december 2010, www.fissilematerials.org; och IAEA World Distribution of Uranium Deposits Database (UDEPO), <http://infdis.iaea.org/>.

²⁷ M. Mansoor, "Nuclear Minerals in Pakistan", The Nucleus 42 (2005) 73-83, www.thenucleuspak.org.pk.

²⁸ "Uranium 2009, Resources, Production and Demand", OECD/IAEA (2010) ISBN: 9789264047907; "Global Fissile Material Report 2010", *ibid.*; "World Uranium Mining", World Nuclear Association, <http://www.world-nuclear.org/info/inf23.html> (2012.01.12).

²⁹ NTI Pakistan Nuclear Facilities, <http://www.nti.org/country-profiles/pakistan/facilities/> (2012.01.12).

³⁰ "Global Fissile Material Report 2010", *ibid.*

3.1.2 Urankoncentrering

Då brytningen av uran startade i Baghalchore upprättade PAEC en anläggning för urankoncentrering vid Dera Ghazi Khan, den s.k. BC-1³¹. Anläggningen uppskattas årligen kunna koncentrera motsvarande 30 ton naturligt uran till uranoxid³². Satellitbilder påvisar att Dera Ghazi Khan den senaste tiden expanderat och att aktiviteten vid anläggningen ökar³³. Pakistan menar att koncentreringsanläggningen stängdes då uranbrytningen i Baghalchore upphörde, men också att det är helt naturligt att aktivitet pågår i anläggningen och dess närhet då området används för deponi av radioaktivt material³⁴. Om BC-1 fortfarande är i drift, är det emellertid fullt möjligt att uranmalm från de närbelägna fyndigheterna Nanganai och Taunsa bearbetas här.

Koncentreringsanläggningen Issa Khel är belägen i närheten av fyndigheterna vid Qabul Khel. Denna anläggning antas av IAEA emellertid endast kunna koncentrera ett ton uran per år, vilket är avsevärt mindre än vad som förmodas brytas vid gruvan.

3.2 Urankonvertering och bränsletillverkning

I Dera Ghazi Khan finns även en konverteringsanläggning, *Chemical Plant Complex* (CPC), för framställning av uranhexafluorid (UF₆) samt eventuellt även produktion av metalliskt uran för bränsletillverkning eller för direkt användning i vapenprogrammet³⁵. Anläggningen som byggdes under sent 70- och tidigt 80-tal är odeklarerad och inte under IAEA *safeguards*. Officiella uttalanden från Pakistan gör emellertid gällande att anläggningen lades ner till följd av att uranbrytningen i Baghalchore avslutades. Om uppgifterna rörande expansionen i området stämmer, är denna troligtvis relaterad till renovering av äldre strukturer och byggnader samt utökad produktion av uranhexafluorid och metalliskt uran. Det senare ter sig som en ganska naturlig utveckling och skulle tillåta Pakistan att tillverka mer bränsle för de plutoniumproducerande reaktorerna i Khushab, men också fler urankomponenter till kärnvapen.

Vid *Islamabad Conversion Facility*, skall det enligt IAEA³⁶ finnas möjlighet att konvertera *yellowcake* till urandioxid. Anläggningens produktionskapacitet är dock inte känd.

Bränsletillverkningen för KANUPP (reaktorn i Karachi) sker i anläggningen *Kundian Nuclear Complex-1* (KNC-1) vilken är belägen i nära anslutning till de elproducerande reaktorerna i Chashma. Anläggningen har tillverkat bränsle för KANUPP sedan slutet av 70-talet då Kanada avslutade alla leveranser till Pakistan (se avsnitt 3.4). Anläggningen har enligt IAEA kapacitet för att tillverka 20 ton bränsle årligen.

År 2006 annonserade PAEC att man hade för avsikt att börja bygga en nationell bränsletillverkningsanläggning, *Pakistan Nuclear Power Fuel Complex* (PNPFC), lokaliserad till Faisalabad och som skulle vara under IAEA *safeguards*-kontroll³⁷. Den kemiska processanläggningen *Chemical Processing Plant* (CPP) var den första som började byggas i området och planerades först vara färdigställd redan 2012. CPP ska kunna konvertera U₃O₈ till UF₆ gas, anrikat UF₆ till UO₂, zirkoniummalm till metalliskt Zr₄ och utarmat UF₆ till utarmad uranmetall³⁸. Det är oklart hur byggnationen framskrider. Om Pakistan inte kan få undantag från NSG:s handelsrestriktioner för konstruktion av fler

³¹ M. Mansoor, "Nuclear Minerals in Pakistan", *The Nucleus* 42 (2005) 73-83, www.thenucleuspak.org.pk.

³² IAEA, Nuclear Fuel Cycle Information System, <http://infcis.iaea.org/>.

³³ D. Albright *et al.*, "Pakistan Expanding Dera Ghazi Khan Nuclear Site: Time for U.S. to Call for Limits" 19 maj 2009, www.isis-online.org.

³⁴ K. Aziz "Pakistan Refutes ISIS Claim Of Nuclear Expansion", 24 maj 2009, <http://www.chowrangi.com/pakistan-refutes-isis-claim-of-nuclear-expansion.html>.

³⁵ D. Albright *et al.*, *ibid.*

³⁶ IAEA, "Country Nuclear Fuel Cycle Profiles", Second Edition, IAEA Technical Reports Series, No. 425 (2005) 63-65.

³⁷ World Nuclear Association, "Nuclear Power in Pakistan" www.world-nuclear.org/info/inf108.html (2011.12).

³⁸ "Pakistan to develop nuclear fuel manufacturing capability", BBC Monitoring Asia, 21 februari 2007; "Pakistan to set up 'nuclear power fuel complex' in east", BBC Monitoring Asia, 19 september 2007.

elproducerande reaktorer eller inköp av uranmalm i en nära framtid, förefaller det knappast vara ekonomiskt försvarbart att i nuläget färdigställa anläggningen.

3.3 Anrikning

Nedanstående sammanfattning av Pakistans urananrikningsprogram bygger i huvudsak på tre källor, se fotnot³⁹.

Pakistan antas först ha utforskat ett flertal tekniker för anrikning men förmodas i mitten på 70-talet ha beslutat sig för att fokusera på centrifugbaserad teknik. Framställd uranhexafluorid transporteras från en konverteringsanläggning vidare till en anrikningsanläggning där isotophalten av ²³⁵U ökas från den naturliga nivån 0,7% till önskad anrikningshalt vilket i vapenuran i regel är över 90%. Idag är *Khan Research Laboratories* (KRL)⁴⁰ sannolikt Pakistans huvudsakliga anrikningsanläggning. KRL är inte under IAEA *safeguards*. Obekräftade uppgifter gör gällande att ytterligare en anläggning har upprättats i Gadwal (30 km väster om Islamabad), men inga uppgifter finns om dess produktionskapacitet. Mindre pilot- och testanläggningar har även funnits vid Golra Sharif, Sihala och Chaklala (vilka alla ligger i Islamabad's omedelbara närhet), men inte heller här finns några aktuella uppgifter om aktivitet eller produktionskapacitet⁴¹.

Anrikning av uran till vapenkvalitet behöver inte nödvändigtvis vara kopplad till endast en anläggning utan kan utföras vid ett flertal av varandra oberoende anläggningar. Den förmodade anrikningsanläggningen i Gadwal antas exempelvis anrika uran vidare från reaktorkvalitet till vapenkvalitet⁴². För diskussionen nedan är emellertid endast den totala anrikningskapaciteten (i SWU⁴³) relevant.

Uppskattningarna rörande hur mycket anrikat uran, och till vilken anrikningsgrad, som finns i lager och/eller hur mycket som totalt anrikats är mycket osäkra. Ett flertal möjliga scenarier kan dock urskiljas av vilka samtliga delar en tidig historik. Sammanfattningsvis kan man säga att⁴⁴:

- Ingen betydande anrikning förekom före 1982.
- Tillräcklig kapacitet för att anrika 20 kg HEU/år fanns 1983–85, vilket motsvarar 3000 SWU/år, framställt av 1000 centrifuger om respektive 3 SWU.
- Kapaciteten ökade från 3000 SWU/år 1985 till 15000 SWU/år 1990, i samband med uppgraderingen från P-1 till P-2 centrifuger.
- Ingen signifikant ökning förekom mellan 1991 till 1998.

Efter provsprängningarna 1998 kan Pakistan ha bibehållit en årlig anrikningskapacitet på 15000 SWU. Det är dock mer troligt att kapaciteten ökat till 30000 SWU eller 45000 SWU per år, vilket kan ha uppnåtts via införskaffandet av 6000 till 9000 P-2 centrifuger, eller ett mindre antal av de större modellerna P-3 och P-4⁴⁵. Tabell 1 nedan visar några karakteristiska drag för de förmodade centrifugerna.

³⁹ NTI Pakistan Nuclear Facilities, <http://www.nti.org/country-profiles/pakistan/facilities/> (2012.01.13); "Global Fissile Material Report 2010", kapitel 10, International Panel on Fissile Materials, december 2010; Z. Mian *et al.*, "Exploring Uranium Resource Constraints on Fissile Material Production in Pakistan", *Science and Global Security*, 17 (2009) 77-108.

⁴⁰ Kallas även *Kahuta Research Laboratories*, beläget ca 50 km utanför Islamabad.

⁴¹ Z. Mian *et al.*, *ibid.*

⁴² "Despite Taliban turmoil, Pakistan expands nuke plants", <http://www.mcclatchydc.com/2009/05/01/67379/despite-taliban-turmoil-pakistan.html> (2011.12.10).

⁴³ SWU, Separative Work Unit, är ett mått på hur mycket separationsarbete som måste utföras för att separera en viss mängd inflyde av en viss isotopsammansättning till en viss mängd produkt med specifik anrikningsgrad. Se L. Oliver *et al.*, "Urananrikning med gascentrifugering – En analys med fokus på exportkontroll", SKI Rapport 2005:44.

⁴⁴ "Global Fissile Material Report 2010", *ibid.*

⁴⁵ Kapaciteten kan till och med vara så stor som 75000 SWU per år, se Z. Mian *et al.*, *ibid.*

Utan att fördjupa oss i själva anrikningsprocessen, centrifugernas konstruktion eller diverse beräkningsdetaljer kan man konstatera⁴⁶ att om anrikningskapaciteten är 15000 SWU/år så är det möjligt att tillverka ca 75 kg HEU (90%), till vilket skulle krävas ca 16 ton naturligt uran, under antagande att avfallstömmen är 0,3%. Vidare om kapaciteten är 30000 SWU/år skulle man under samma förutsättningar kunna tillverka ca 150 kg HEU (90%), från ca 33 ton uran och p.s.s. om kapaciteten är 45000 SWU/år är det möjligt att producera ca 225 kg HEU, under förbrukningen av knappt 50 ton uran.

Enligt ovanstående resonemang och under antagandet att anrikningskapaciteten är 15000–45000 SWU/år och med en avfallsström på 0,2-0,3%, kan Pakistan ha producerat 1,6–3,8 ton höganrikat uran (90% ²³⁵U). Eller om man så vill $2,7 \pm 1$ ton, till vilket skulle krävs mellan knappt 300 till drygt 800 ton naturligt uran.

Eftersom det totalt ackumulerade innehavet av naturligt uran från inhemsk brytning antas uppgå till ca 800 ton, se avsnitt 3.1, är det i sammanhanget värt att notera att Pakistan i nuläget troligtvis inte har tillräckligt med inhemskt uran för att upprätthålla anrikningskapaciteten 45000 SWU/år.

Tabell 1: Pakistanska centrifuger.

Centrifug	Rotormaterial	Antal segment	Total längd	Separationsförmåga
P-1 ⁴⁷	Aluminium	4	2 m	1-3 SWU/år
P-2 ⁴⁸	Maråldrat stål	2	1 m	~ 5 SWU/år
P-3 ⁴⁹	Maråldrat stål	4	2 m	~ 12 SWU/år
P-4 ⁵⁰	Maråldrat stål	6	~ 3 m	~ 20 SWU/år

3.4 Elproducerande reaktorer

KANUPP (*Karachi Nuclear Power Plant*, belägen 25 km väster om Karachi i provinsen Sindh), Pakistans äldsta elproducerande reaktor, är en 125 MWe tungvattenmodererad tryckreaktor (PHWR) av typen CANDU (*Canadian Deuterium Uranium*) med bränsle av naturligt uran⁵¹. Reaktorn byggdes med kanadensisk hjälp⁵², gick kritisk 1971 och har varit i drift sedan 1972. Reaktorn är under IAEA *safeguards*-kontroll. Initialt försåg Kanada reaktorn med både tungt vatten och bränsle, men sedan Pakistan avböjt att skriva under icke-spridningsavtalet (NPT)⁵³ avslutade Kanada dessa leveranser. Sedan sent 70-tal tillverkar Pakistan därför eget bränsle via PAEC:s försorg i KNC-1, se avsnitt 3.2.

KANUPP hade initialt drifttillstånd att köra reaktorn i 30 år. När denna tidsperiod var till ända 2002 ansökte man om förlängt drifttillstånd från PNRA och fick beviljat utökat tillstånd med 10 år. Driften de senaste åren har emellertid inte varit helt oproblematisht och reaktorn har genomgått ett flertal säkerhetsuppggraderingar, och har bara haft tillåtelse att köra på högst 50 MWe.

⁴⁶ För detaljerade redogörelser se Z. Mian *et al.*, "Exploring Uranium Resource Constraints on Fissile Material Production in Pakistan", *Science and Global Security*, 17 (2009) 77-108, och L. Oliver *et al.*, "Urananrikning med gascentrifugering – En analys med fokus på exportkontroll", SKI Rapport 2005:44.

⁴⁷ Mark Hibbs, "Classified Dutch Report Suggested Khan Saw Key 4-M Centrifuge Data", *Nuclear Fuels*, 17 januari 2005.

⁴⁸ Mark Hibbs, "Report Suggests Pakistan Bought Components For Two Steel Centrifuges", *Nuclear Fuels*, 4 juli 2005.

⁴⁹ Mark Hibbs, "Pakistan Developed More Powerful Centrifuges", *Nuclear Fuels*, 29 januari 2007.

⁵⁰ Mark Hibbs, "P-4 Centrifuge Raised Intelligence Concerns About Post-1975 Data Theft", *Nucleonics Week*, 15 februari 2007.

⁵¹ För detaljer om KANUPP se t.ex. <http://www.pnra.org/kanupp.asp> och <http://www.paec.gov.pk/kanupp/kanupp-index.htm>.

⁵² Via *Canadian General Electric*.

⁵³ Högst sannolikt som en direkt följd av Indiens kärnvapenprovsprängning 1974.

Tabell 2: Elproducerande reaktorer i drift eller under konstruktion enligt IAEA PRIS⁵⁴.

Enhet	Plats	Typ	Effekt	Start	Safeguards ⁵⁵
CHASNUPP-1	Chashma	PWR	300 MWe	2000-06-13	Ja INFCIRC/418
CHASNUPP-2	Chashma	PWR	300 MWe	2011-03-14	Ja INFCIRC/705
CHASNUPP-3	Chashma	PWR	315 MWe	2016-09-01	Ja INFIRC/816
CHASNUPP-4	Chashma	PWR	315 MWe	2017-07-01	Ja INFCIRC/816
KANUPP	Karachi	PHWR	125 MWe	1971-10-18	Ja INFCIRC/66

Den andra anläggningen för elproducerande reaktorer ligger i Kundian, nordvästra regionen i Punjab, ungefär 200 km sydväst om Islamabad. Anläggningen rymmer i nuläget två reaktorer Chashma-1 och Chashma-2, vilka även benämns CHASNUPP-1 och 2. Chashma-1 är en 300 MWe lättvattenmodererad tryckreaktor (PWR) och drivs med låganrikat uran, 2,4–3,0% i anrikningsgrad⁵⁶. Reaktorn levererades av ett kinesiskt bolag⁵⁷, driftsattes 2000 och är under IAEA *safeguards*. Dess tvillingreaktor, Chashma-2, började konstrueras 2005, även den med kinesisk hjälp, och togs i drift 2011. Chashma-2 är också under IAEA *safeguards* och bränslet till båda reaktorerna tillhandahålls av Kina.

Som tidigare nämnts antog den pakistanska regeringen 2005 en ny långsiktig energiplan vilken bl.a. innefattar en utbyggnad av den inhemska kärnkraften med målsättning att kapaciteten skall ha ökat till hela 8800 MWe år 2030. Planen inkluderade initialt ytterligare fyra kinesiska reaktorer om respektive 300 MWe och sju om 1000 MWe, alla tryckvattenreaktorer (PWR). Det fanns även vissa planer på två 1000 MWe reaktorer för anläggningen i Karachi (KANUPP-2 och 3), men all projektering av 1000 MWe reaktorer är tills vidare skrinlagda då Kina skjutit upp vidareutvecklingen av reaktorer med denna storlek. Pakistan antas nu därför istället planera för mindre reaktorer och mer lokal användning⁵⁸. 2008 togs vidare beslut om byggandet av Chashma-3 och 4, om respektive 315 MWe. Reaktorerna kommer att byggas med kinesisk hjälp inklusive tillhandahållande av bränsle p.s.s. som för Chashma-1 och 2 och vara under IAEA *safeguards*.

Kina, som är medlem i NSG sedan maj 2004, ingick avtal med Pakistan om byggnation av Chashma-2, precis innan Kinas medlemskap i NSG trädde i kraft. Avtal ingångna före inträde i NSG får fullföljas, trots att det strider mot NSG:s riktlinjer, genom den s.k. ”farfarsprincipen” (*grandfather clause*). Att man nu ingår i ytterligare avtal om Chashma-3 och 4 har förorsakat livliga diskussioner och många NSG-länder ställer sig mycket frågande till huruvida Chashma-3 och 4 även de kan anses vara införlivade under samma princip. Pakistans uppgörelse med Kina skall också ses i ljuset av den indisk-amerikanska överenskommelse som 2008 ledde till en dispensklausul i NSG. Denna klausul tillåter export av kärnteknik, reaktorer och kärnbränsle för civila ändamål till Indien, som inte heller har undertecknat NPT eller är med i NSG.

⁵⁴ IAEA Power Reactor Information System (PRIS), <http://pris.iaea.org/public/>.

⁵⁵ Olika avtal men med samma funktion, implementerat för olika anläggningar enligt INFCIRC/66 om *safeguard* vid enstaka anläggning. Inte att förväxla med ett s.k. fullständigt *safeguards*-avtal som kontrollerar allt kärnämne inom ett land, INFCIRC/153.

⁵⁶ Pakistan Atomic Energy Commission, ”Chashma Nuclear Power Plant-1 (CHASNUPP-1)” <http://www.paec.gov.pk/chasnupp1/> (2012.01.13).

⁵⁷ CNNC (China National Nuclear Corporation) och utformades av SNERDI (Shanghai Nuclear Engineering Research and Design Institute) baserad på reaktorn Qinshan-1.

⁵⁸ World Nuclear Association, <http://www.world-nuclear.org/info/inf108.html> (2012.01.13).

3.5 Forskningsreaktorer

Pakistan har två forskningsreaktorer⁵⁹, *Pakistan Research Reactor-1* och 2 (PARR-1 och 2) som togs i drift 1965 respektive 1989. Båda reaktorerna drivs av *Pakistan Institute of Nuclear Science and Technology* (PINSTECH)⁶⁰ och används främst för isotopproduktion för medicinskt bruk, material- och kärnteknisk forskning, samt undervisning och träning av kärnkraftspersonal.

PARR-1 tillhandahölls ursprungligen av en USA-baserad firma⁶¹ och drevs initialt med HEU⁶² med effekten 5 MWt. Reaktorn har sedermera uppgraderats till 10 MWt och drivs sedan 1992 med LEU⁶³ från Kina⁶⁴. PARR-2 konstruerades i samarbete med Kina och är en s.k. *Miniature Neutron Source Reactor* (MNSR) vilken främst drivs med HEU⁶⁵. PARR-1 och PARR-2 är båda under IAEA *safeguards*-kontroll.

Tabell 3: Forskningsreaktorer.

Enhet	Plats	Typ	Effekt	Start	Safeguards
PARR-1	Rawalpindi	LWR	10 MWt	1965	Ja INFCIRC/66
PARR-2	Rawalpindi	LWR	27–30 kWt	1989	Ja INFCIRC/393

3.6 Plutoniumproducerande reaktorer

Produktion av plutonium, och möjligen även tritium, sker vid tungvattenreaktorerna i Khushab, 200 km sydväst om Islamabad. I en kärnladdning är det önskvärt att använda plutonium med hög andel ²³⁹Pu. När andelen ²³⁹Pu överstiger 93% är plutoniumet av så kallad vapenkvalitet (*weapon grade*)⁶⁶.

3.6.1 Plutoniumproduktion

Den plutoniumproducerande reaktorn Khushab-1 driftsattes 1998, tros vara tungvatten-modererad och lättvattenkyld samt drivs med bränsle av naturligt uran. Reaktorn har en kapacitet på 40-50 MWt⁶⁷ och konstruktionen förefaller vara baserad på den kanadensiska NRX reaktorn samt förmodas ha tillverkats med kinesisk hjälp⁶⁸.

En andra plutoniumproducerande reaktor, Khushab-2 startade troligtvis sent 2009 eller tidigt 2010⁶⁹. En tredje och fjärde anläggning är under uppbyggnad i nära anknytning till

⁵⁹ För mer detaljerad information om PARR-1 och PARR-2, se <http://www.pnra.org/parr1.asp>, <http://www.pnra.org/parr2.asp> och <http://nucleus.iaea.org/RRDB/>.

⁶⁰ Pakistan Atomic Energy Commission, "PINSTECH Facility: Irradiation facilities" <http://www.paec.gov.pk/pinstech/>.

⁶¹ *Atomics Machine Foundry*.

⁶² HEU (Highly Enriched Uranium), höganrikat uran, d.v.s uran anrikat till mer än 20% ²³⁵U.

⁶³ LEU (Low Enriched Uranium), låganrikat uran, d.v.s uran anrikat till mer än 0,7%, men mindre än 20% ²³⁵U.

⁶⁴ Global Fissile Material Report 2010, kapitel 10, International Panel on Fissile Materials, december 2010.

⁶⁵ Tayyab Mahmood Malik and Masood Iqbal, "Pakistan Institute of Nuclear Science and Technology" presentation vid IAEA, februari 2010, http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NEFW/Technical_Areas/RRS/crp-1548.html (2012.04.10).

⁶⁶ I en reaktor bildas såväl ²³⁹Pu som ²⁴⁰Pu, ju högre utbränning desto högre andel ²⁴⁰Pu. Eftersom ²⁴⁰Pu sönderfaller och då avger fria neutroner, vilka påverkar laddningens pålitlighet, måste halten av denna isotop vara så låg som möjligt. Därför tillverkas vapenplutonium i särskilda produktionsreaktorer där effekten är låg och bränslebyte sker flera gånger per år. Se vidare F. Nielsen "Produktion av vapenplutonium" FOI-R-2807 SE (2009).

⁶⁷ "Global Fissile Material Report 2010", International Panel on Fissile Materials, december 2010.

⁶⁸ NTI Pakistan Nuclear Facilities, <http://www.nti.org/country-profiles/pakistan/facilities/> (2012.01.10).

⁶⁹ P. Brannan, "Steam Emitted From Second Khushab Reactor Cooling Towers - Pakistan May Be Operating Second Reactor", Institute for Science and International Security, 24 mars 2010, www.isis-online.org.

de två första och satellitbilder indikerar att Khushab-3 skulle kunna vara klar för driftsättning redan 2011-2012, medan byggnationen av Khushab-4 är tämligen nystartad⁷⁰. Beträffande effekten på de senare reaktorerna (Khushab-2 och 3) så antyder aktuella analyser att de är av samma storleksordning som Khushab-1, d.v.s. 40-50 MWt. Det är emellertid möjligt att de inte bara är tungvattenmodererade utan även tungvattenkylda, vilket skulle öka plutoniumproduktionen ytterligare något.

Pakistan kan alltså ha haft produktion av plutonium från Khushab-1 tidigast år 1998, men troligare runt år 2000. Beroende på utbränning och tillgänglighet kan man vidare uppskatta att den årliga produktionskapaciteten ligger mellan 6-12 kg plutonium av vapenkvalitet⁷¹, vilket i sin tur innebär att Khushab-1 totalt t.o.m. 2011 kan ha producerat 80-160 kg plutonium. Med denna produktionsstakt blir bränsleåtgången lite drygt 10 ton naturligt uran per år och reaktor⁷².

I slutet av detta kapitel skall vi uppskatta den totala årliga produktionen av fissilt material. Det kan emellertid redan nu konstateras att med nya reaktorer i drift och därmed ökad bränsleåtgång, är det mycket viktigt för Pakistan att hushålla med uranet⁷³. Tillsammans med det ackumulerade plutoniumet har man emellertid från det använda bränslet i Khushab-1, grovt räknat även erhållit 80-160 ton uran med låg anrikningsgrad⁷⁴. Detta material skulle kunna användas som bränsle på nytt eller som matarström vid anrikningen av uran för vapentillverkning, se vidare avsnitt 3.10.

Tabell 4: Plutoniumproducerande reaktorer.

Enhet	Plats	Typ	Effekt	Start	Anmärkning
Khushab-1	Khushab	HWR	40-50 MWt	1998	Ej IAEA Safeguards
Khushab-2	Khushab	HWR	~ 50 MWt	2009	Ej IAEA Safeguards
Khushab-3	Khushab	HWR	~ 50 MWt	2011-2012 ?	Ej IAEA Safeguards
Khushab-4	Khushab	?	?	Under konstruktion	Ej IAEA Safeguards

3.6.2 Tritiumproduktion

Styrkan hos en kärnladdning kan ökas genom så kallad boostring (se kapitel 4), vilket kan göras med hjälp av en blandning av deuterium och tritium⁷⁵. Eftersom det inte finns några användbara naturliga källor måste tritiumet tillverkas på konstgjord väg, och betydande mängder kan endast erhållas vid ett högt neutronflöde som t.ex. i en reaktor.

⁷⁰ Se följande artiklar från Institute for Science and International Security, www.isis-online.org: D. Albright & P. Brannan, "Pakistan Appears to be Building a Third Plutonium Production Reactor at Khushab Nuclear Site", 21 juni 2007; P. Brannan, "Construction of Third Heavy Water Reactor at Khushab Nuclear Site in Pakistan Progressing", 5 oktober 2010; D. Albright & P. Brannan, "Pakistan Appears to be Building a Fourth Military Reactor at the Khushab Nuclear Site", 9 februari 2011; D. Albright & P. Brannan "Pakistan Doubling Rate of Making Nuclear Weapons: Time for Pakistan to Reverse Course", 16 maj 2011.

⁷¹ Uppskattningen är under antagandet av 40-50 MWt, en tillgänglighet på 50-80% och 0,8 g plutonium per MWt-dag, samt en utbränning på 1000MWd/t. Vid denna utbränning är halten ²³⁹Pu ungefär 95%, d.v.s. av god vapenkvalitet.

⁷² Här antas vidare bränslebyte en eller ett par gånger om året under det att reaktorn är avställd.

⁷³ De 40 ton naturligt uran som bryts årligen räcker ungefär till driften av tre reaktorer av Khushab-1:s storlek.

⁷⁴ Innehållandes ungefär 0,6% ²³⁵U, vilket är lägre än naturligt uran som har en anrikningshalt på 0,7% ²³⁵U.

⁷⁵ Tritium är den tyngsta och enda radioaktiva isotopen av grundämnet väte och betecknas ³H eller T. Tritium sönderfaller till ³He med halveringstiden 12,3 år, vilket medför att en given mängd tritium minskar med drygt 5% varje år. En boostrad laddning innehåller ca 2 g tritium, se vidare avsnitt 4.3.

Ett sätt att tillverka tritium är genom neutronbestrålning av litium⁷⁶ (anriktat på ^6Li), och för att få en process som interfererar så lite som möjligt med driften av reaktorn bör det litiumhaltiga materialet bestrålas i separata kapslingsrör. I en tungvattenreaktor helt dedikerad för tritiumproduktion är det möjligt att producera något eller några gram tritium per år och MWt, då avses endast produktion och det kan förekomma förluster vid utvinningen av tritiumet från t.ex. det bestrålade materialet⁷⁷. För att få optimal tritiumproduktion påverkas dock plutoniumproduktionen negativt. Detta bör emellertid inte ha så stor betydelse eftersom reaktorn bara behöver köras något år för att en ansevärd mängd tritium skall ha producerats, under förutsättningen att tillräcklig teknisk kunskap uppnåtts och att reaktortillgängligheten är hög.

Det har rapporterats⁷⁸ att tritiumproduktion förekommer vid Khushab, exakt vilken teknik som används är dock oklart. Om tekniken med litiumbestrålning används, kan man med ovanstående resonemang anta att någon av Khushab-reaktorerna skulle kunna producera i storleksordningen 100 g tritium per år under optimala förhållanden, och under förutsättning att reaktorn då är helt dedikerad för detta ändamål och inte till plutoniumproduktion.

Tritium bildas också helt naturligt via neutroninfångning i moderatorn. En reaktor av Khushabs storlek och utformning skulle maximalt kunna producera något eller några gram årligen på detta sätt, med den fördelen att man inte skulle behöva avstå från den ordinarie plutoniumproduktionen. För att utvinna tritiumet ur moderatorn krävs andra, inte helt okomplicerade, metoder än de som används för tekniken med litiumbestrålning, varför tritiumproduktion med denna metod i sammanhanget känns som mindre sannolik.

3.7 Upparbetning

Pakistan upparbetar bränslet från Khushab vid anläggningen *New Labs*, beläget vid PINSTECH, 15 km öster om Rawalpindi. *New Labs* har en kapacitet att separera plutonium motsvarande 10-15 kg årligen⁷⁹ och tros ha varit i bruk sedan år 2000. Anläggningen var färdigställd redan omkring år 1982, tack vare teknologinnehämtning från Belgien och Frankrike, men vid den tidpunkten saknade Pakistan tillgång till utbränt bränsle⁸⁰. 2009 visade satellitbilder att en andra upparbetningsanläggning konstruerats vid PINSTECH, av liknande utseende och storlek som den ursprungliga anläggningen⁸¹. I samma område finns även en experimentanläggning för upparbetning tillhandahållen av *Brittish Nuclear Fuels Limited* år 1971.

I Chashma finns ytterligare en upparbetningsanläggning, *Kundian Nuclear Complex-2* (KNC-2), vars uppförande påbörjades med fransk hjälp i slutet på 70-talet. Frankrike drog sig dock ur men anläggningen kan ha färdigställts relativt nyligen⁸². Nämnvärt är också att anläggningen är placerad relativt nära reaktorerna i Khushab, men det är inte känt i vilken mån anläggningen är driftsatt, eller vilken kapacitet den har. Sammantaget, med nya anläggningar i drift, verkar man emellertid ha relativt god täckning och bör ha kapacitet att kunna upparbeta allt bränsle från reaktorerna i Khushab.

⁷⁶ Via reaktionen $^6\text{Li} + n \rightarrow ^4\text{He} + ^3\text{H}$

⁷⁷ M.B. Kalinowski & L.C. Colschen, "International Control of Tritium to Prevent Horizontal Proliferation and to Foster Nuclear Disarmament", *Science and global security*, 5 (1995) 131-203.

⁷⁸ NTI Pakistan Nuclear Facilities, <http://www.nti.org/country-profiles/pakistan/facilities/> (2012.01.10).

⁷⁹ Uppgifter rörande det upparbetade plutoniumets kvalitet saknas dock.

⁸⁰ NTI Pakistan Nuclear Facilities, *ibid*.

⁸¹ Global Fissile Material Report 2010, kapitel 10, International Panel on Fissile Materials, december 2010.

⁸² D. Albright & P. Brannan, "Chashma Nuclear Site in Pakistan with Possible Reprocessing Plant", Institute for Science and International Security, 18 januari 2007, www.isis-online.org.

3.8 Tungvattenproduktion

I Pakistan finns två mer eller mindre kända anläggningar för tungvattenproduktion. Den första anläggningen byggdes i Multan, 400 km söder om Islamabad i provinsen Punjab, med hjälp av en belgisk firma, Belgonucléaire, och färdigställdes 1980. Någon ytterligare information om kapacitet eller driftstatus finns inte tillgänglig⁸³.

Tungt vatten tillverkas också vid anläggningen i Khushab för användning vid de där belägna reaktorerna för plutoniumproduktion. Tungvattenanläggningen rapporteras ha driftsats 1998 och antas ha en årlig produktionskapacitet på mellan 50-100 ton tungvatten⁸⁴, vilket om uppgifterna stämmer sannolikt täcker behovet för samtliga reaktorer på området. Anläggningen är inte under IAEA *safeguards*.

3.9 Uranimport

1977 undertecknade Pakistan ett IAEA *safeguards*-avtal om import av UOC (*Uranium Ore Concentrate*) från Niger. Leveranserna rapporteras ha inkluderat 60-110 ton⁸⁵ men eftersom det levererades under *safeguards*-kontroll inkluderas mängderna inte i denna analys om icke deklarerat uran och plutonium. Vidare, från 1970 och ungefär fem år framåt, köpte man naturligt uran från Kanada ämnat som bränsle för KANUPP. Som tidigare nämnts avslutade Kanada sina leveranser i mitten på 70-talet då Pakistan vägrat skriva under NPT. Pakistan har därför tillverkat eget bränsle till KANUPP sedan sent 70-tal. Den totala bränslemängd som gått åt för driften av KANUPP torde vara ungefär 150 ton mellan åren 1980-2010 baserat på reaktorns elproduktion⁸⁶. Eftersom KANUPP är under *safeguard* antas dock att man tillverkat bränslet från det, under *safeguards*, importerade uranet i stället för inhemskt icke-deklarerat uran. Som tidigare nämnts förser Kina Chashma reaktorerna med LEU-bränsle, samt även forskningsreaktorn PARR-1 med LEU-bränsle sedan 1992.

Pakistan antas också ha erhållit HEU från både USA och Kina under 60-, respektive 80-talet, varav det förstnämnda var ämnat för forskningsreaktorn PARR-1 då denna initialt drevs med höganrikat uran. Mängderna importerat HEU är emellertid så ringa att de inte har någon betydelse för Pakistans totala innehav, givet de stora osäkerheterna som tidigare redogjorts för i detta kapitel. Det är för övrigt inte känt om Pakistan har exporterat något höganrikat uran.

3.10 Kapacitet för produktion av kärnvapenmaterial

Detta avsnitt utvärderar den samlade informationen om Pakistans kapacitet för produktion av kärnvapenmaterial och uppskattar landets nuvarande innehav av fissilt material av vapenkvalitet, samt diskuterar en möjlig framtida utveckling.

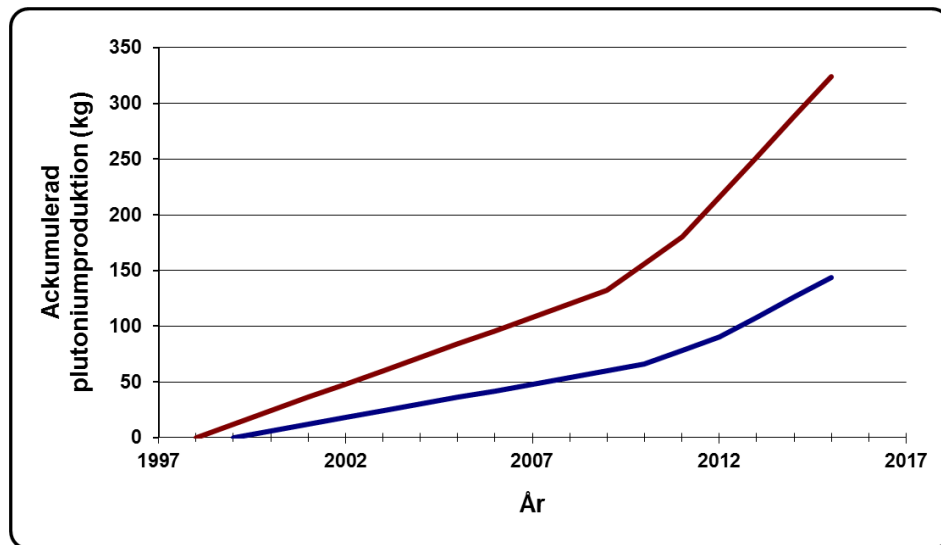
Såsom redogjorts behärskar Pakistan idag samtliga delar av kärnbränslecykeln, d.v.s. de kemiska och fysikaliska processteg som krävs för att framställa vapenuran och vapenplutonium. Eftersom internationella sanktioner förhindrat Pakistan från att importera uran under flera årtionden har landet tvingats sätta all sin tillit till den inhemska produktionen, vilket i dagsläget uppskattas till 40 ton uran per år, men som initialt varit betydligt lägre. Analysen i detta kapitel har därför gjorts under antagandet att allt material av vapenkvalitet härstammar från inhemskt bruten uran.

⁸³ NTI Pakistan Nuclear Facilities, <http://www.nti.org/country-profiles/pakistan/facilities/> (2012.01.06).

⁸⁴ Se "Analysis of IKONOS Imagery of the Newly-Identified Heavy Water Plant at Khushab, Pakistan", Institute for Science and International Security, 16 mars 2000, www.isis-online.org. Anläggningen antas vidare nyttja den s.k. GS-processen för tillverkning av tungvatten, se L. Oliver & K. Wilhelmsen, "Produktion av tungt vatten", SKI Rapport 2003:15, för en utförligare förklaring av tillverkningsprocessen.

⁸⁵ Global Fissile Material Report 2010, kapitel 10, International Panel on Fissile Materials, december 2010.

⁸⁶ IAEA Power Reactor Information System (PRIS), <http://pris.iaea.org/public/>.



Figur 3: Totalt ackumulerad plutoniumproduktion i Khushab reaktorerna, under förutsättning att allt inhemskt tillgängligt och icke-deklarerat (utanför safeguard) uran går till plutoniumproduktion. Den övre (röda) linjen visar maximal produktion och den undre (blå) linjen visar en tänkt minimiproduktion. Se text för utförligare förklaring.

Plutoniumproduktionen i Khushab-1 kan, som diskuterats i avsnitt 3.6, ha pågått sedan år 2000 eller eventuellt något år tidigare och kan fram till 2011 ha producerat 80-160 kg plutonium av vapenkvalitet. Sedan något år tillbaka är även en andra reaktor i Khushab i drift och en tredje är troligtvis klar att tas i drift 2012. Figur 3 visar en uppskattning av den totalt ackumulerade plutoniumproduktionen från reaktorerna Khushab-1, 2 och 3 t.o.m. år 2015. Uppskattningen är gjord under förutsättningen att allt tillgängligt inhemskt uran går till plutoniumproduktion. Figuren visar vad som maximalt kan produceras samt även en tentativ miniminivå, dock under förutsättning att samtliga tre reaktorer är helt reserverade för plutoniumproduktion. Miniminivån skall alltså inte ses som ett strikt minimum, utan är beräknad med en drifttillgänglighet på 50% och att reaktorerna inte används till tritiumproduktion eller annan icke plutoniumproducerande verksamhet. Osäkerheten i startdatum för de olika reaktorerna åskådliggörs genom att de antas starta ett år senare i den undre grafen än i den övre. Notera vidare att det behövs ungefär 40 ton naturligt uran att för plutoniumproduktion driva tre reaktorer av Khushab-1:s storlek, varför det i dagsläget troligtvis inte finns tillräckligt inhemskt uran att driva den fjärde reaktorn i Khushab för detta ändamål när denna är klar för driftsättning. Khushab-4 finns därför inte med i uppskattningarna i figur 3.

Baserat på öppna källor torde man kunna dela in Pakistans produktion av fissilt material i två olika tidsperioder, där den första fasen innefattar åren från tidigt 1980-tal till 1998. Under denna tidsperiod växte landets anrikningsprogram från det ganska modesta 1000 centrifuger med kapaciteten 3000 SWU/år till uppskattningsvis 15000 SWU/år. Ingen produktion av vapenplutonium förekom, och under denna fas hade man tillräckligt med inhemskt uran för att mata samtliga centrifuger och fullt ut använda dess kapacitet. I själva verket hade man troligtvis ett överskott av uran vilket i så fall lett till en uranreserv på nästan 200 ton år 1998.

Den andra fasen, efter provsprängningarna 1998, från 1999 fram till idag, har av främst två skäl krävt betydligt större uranmängder. För det första började man producera plutonium, till vilket årligen behövts dryga 10 ton naturligt uran (avser endast Khushab-1). För det andra, som tidigare nämnts i avsnitt 3.3, är det troligt att anrikningskapaciteten ökat avsevärt via införskaffande av P-2 eller t.o.m. P-3 och P-4 centrifuger. Om anrikningskapaciteten hade kvarstannat vid 15000 SWU/år under denna tidsperiod (till vilket krävs ca 16 ton naturligt uran) hade den inhemska produktionen av bruten uran räckt till både plutoniumproduktion och urananrikning, vilket tillsammans skulle krävt knappt 30 ton.

Om anrikningsskapaciteten ökas till 30000 SWU/år (till vilket krävs ca 33 ton naturligt uran) har man till dags dato troligtvis gjort slut på de uranreserver man samlat på sig fram till 1998. Om däremot anrikningsskapaciteten ökas till hela 45000 SWU/år tog uranreserverna troligtvis slut i mitten/slutet på 00-talet.

Så snart den inhemska uranreserven tagit slut och den årliga produktionstakten av bruten uran blir otillräcklig tvingas man antingen bryta mer än de idag tillgängliga 40 ton/år eller söka alternativa matarströmmar till centrifugerna. Ett alternativ är att använda avfallströmmarna (*tailings*) från tidigare anrikningar. Ett annat alternativ, som nämnts i avsnitt 3.6, är att nyttja det använda bränslet från reaktorerna i Khushab. Eftersom reaktorerna körts med låg utbränning för att producera vapenplutonium, kommer det använda och upparbetade bränslet innehålla 0,6% ^{235}U , vilket inte är mycket mindre än de 0,7% som finns i naturligt uran⁸⁷. Det upparbetade bränslet innehåller emellertid en mångfald icke önskvärda radioaktiva isotoper, vilket gör det svårhanterligt ur både radiologiskt och kemiskt avseende. Rent praktiskt vore det därför mer fördelaktigt att använda avfallsströmmarna från tidigare anrikningar i första hand. Oavsett metod är det trots allt fortfarande, i ett tiotal år framöver och med nuvarande brytningstakt av uran, möjligt för Pakistan att bibehålla två parallella spår (uran och plutonium) i vapenproduktionen oaktat bristen på inhemskt uran⁸⁸.

Med ovanstående resonemang i åtanke är det svårt att säga något definitivt om den framtida produktionstakten. Det blir fråga om balansräkning där många faktorer, inte bara tekniska utan även ekonomiska och politiska, spelar in. Det är t.ex. också osäkert huruvida den allvarliga jordbävningen⁸⁹ i oktober 2005 skadade centrifugerna i Kahuta eller ej. Låt oss därför kortfattat konstatera att Pakistan till dags dato möjligen har ackumulerat $2,7 \pm 1$ ton vapenuran⁹⁰ och omkring 150 kg vapenplutonium. Det finns dock inga officiella uppgifter på hur stor andel av den teoretiskt möjliga mängden producerat fissilt material som verkligen ingår i förbandssatta kärnvapen.

Under antagande att tritiumproduktion sker vid Khushab och att man använder sig av tekniken med bestrålning av ^6Li strålmål (*targets*) kan man göra en grov uppskattning av hur mycket tritium som producerats och som finns tillgängligt⁹¹. Det är inte troligt att man startat tritiumproduktion i stor skala förrän man har minst två, sannolikt tre, reaktorer i drift vilket i så fall skulle kunna ha skett någon gång mellan 2009-2012. Figur 4 (se nästa sida) visar en uppskattning av det totala innehavet av tritium, ett givet år efter produktionsstart, under förutsättning att en reaktor vid Khushab är helt dedikerad för tritiumproduktion och att kunskap och teknik finns för anrikning av ^6Li ⁹². Den övre (röda) heldragna linjen visar vad som maximalt kan finnas tillgängligt om den årliga produktionstakten uppgår till 2,5 g tritium per MWt och år medan den undre (blå) heldragna linjen visar motsvarande om produktionstakten är 1 g/MWt och år⁹³. Om litium anrikat på ^6Li inte finns tillgängligt är det fortfarande möjligt att producera tritium genom att bestråla naturligt litium, men produktionstakten blir då mycket lägre per bestrålad mängd litium. De streckade linjerna i figur 4 indikerar vad motsvarande innehav skulle vara om Pakistan under samma förutsättningar istället använder naturligt litium som

⁸⁷ Extraheringen av plutoniumet påverkar inte koncentration på 0,6%.

⁸⁸ Från urananrikningen har man ackumulerat mellan knappt 300 till drygt 800 ton utarmat uran med anrikningsgraden 0,2-0,3% ^{235}U , samt från upparbetningen av det använda bränslet, ungefär 100 ton med anrikningsgraden 0,6% ^{235}U .

⁸⁹ Den 8:e oktober 2005 i provinsen Azad Jammu och Kashmir, med ytvågsmagnituden $M_s = 7,6$ enligt CTBTO:s IDC i Wien. Epicentrum låg ca 100 km nord-nordost om Islamabad på ett djup av endast 10 km, vilket var en starkt bidragande orsak till den stora förödelsen.

⁹⁰ Den relativt stora osäkerheten kring den totala mängden gör att den mängd vapenuran som användes vid provsprängningarna 1998 inte är signifikant för denna bedömning.

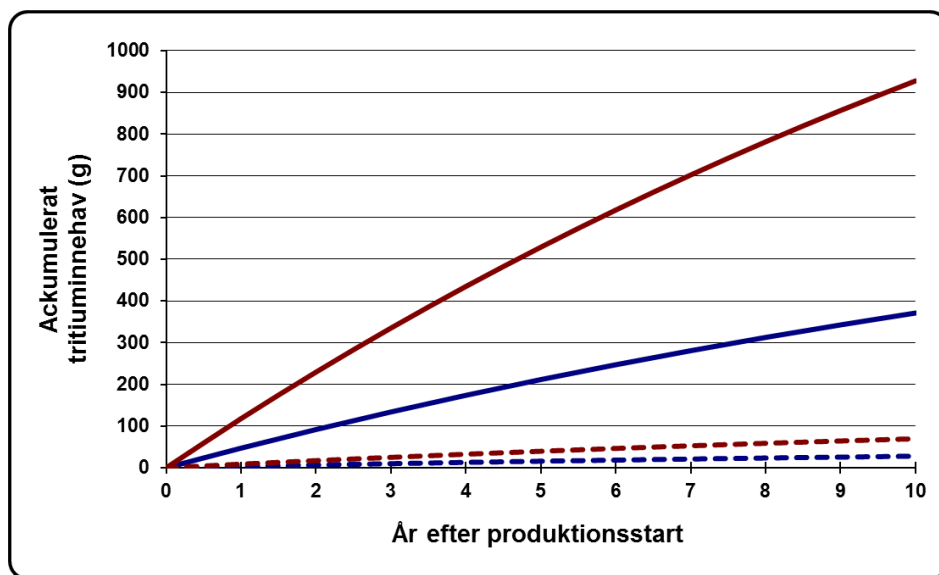
⁹¹ Notera att tritium sönderfaller med en halveringstid på 12,3 år, varför mängden av tidigare producerat material minskar med dryga 5% om året. Detta leder till krökningen av kurvorna i figur 4.

⁹² Naturligt förekommande litium består av två stabila isotoper, ^6Li (7,5%) och ^7Li (92,5%).

⁹³ Här bortser vi från att förluster kan förekomma vid de fortsatta utvinningsprocesserna och att det sannolikt tar något eller några år innan man fulländat tekniken.

strålmål⁹⁴. En reflektion i sammanhanget är därför att man sannolikt inte påbörjar tritiumproduktion i stor skala förrän man bemästrat tekniken med ^6Li -anrikning och produktion av strålmål⁹⁵.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att Pakistan med nuvarande produktionstakt är självförsörjande både avseende uranråvara och produktion av fissilt material av vapenkvalitet, samt tritium. Vår bedömning är också att man även har den tekniska kunskap som krävs för att klara denna produktion på egen hand. Pakistan har emellertid ingen möjlighet att försörja den inhemska civila kärnkraften för elproduktion med de ringa uranreserver man förfogar över och i detta avseende är man helt i händerna på utländska aktörer. Vidare bedömer vi det som osannolikt att man har råd att bygga ut den civila kärnkraften på egen hand, oavsett eventuella subventioner från Kina, enligt den långsiktiga plan som sträcker sig till 2030. För nybyggnation torde det dessutom även krävas visst mod av en extern finansiär, för att våga sig på en långsiktig och vanskelig investerings under de förhållandevis riskabla förhållandena som råder i landet. Om någon extern aktör ändå skulle välja att investera i Pakistans civila kärnkraft skulle NSG:s riktlinjer för export av kärnteknik sätta käppar i hjulet och näst intill omöjliggöra detta. Man kan i sammanhanget därför ha full förståelse den frustration Islamabad ger uttryck för avseende Indiens dispensklausul i NSG.



Figur 4: Totalt ackumulerat tritiuminnehav, under förutsättning att en av reaktorerna i Khushab helt är avsatt för tritiumproduktion. Helledragna linjer svarar mot tritiumproduktion från rent ^6Li medan streckade linjer svarar mot produktion från naturligt litium. Övre (röda) linjer visar ett tänkt maximalt innehav, medan undre (blå) linjer visar ett tänkt minimalt innehav av tritium. Se text för utförligare förklaring.

⁹⁴ En grov uppskattning är ca 13 gånger mindre, baserat förhållandet mellan mängden ^6Li och ^7Li i naturligt litium. Detta antagande är inte helt korrekt, då ett stort antal andra faktorer påverkar produktionstakten (t.ex. neutronekonomi, reaktionstvärsnitt och härdkonfiguration), men tjänar ändå sitt syfte här som en första approximation för att i åskådliggöra storleksordningen på produktionen.

⁹⁵ För att anrika ^6Li krävs speciella anläggningar och tillgång till kvicksilver för den s.k. litium-amalgammetoden. Proceduren torde emellertid inte vara något oöverstigligt hinder för Pakistan med de tekniska kunskaper landet besitter. Det kan vidare vara värt att notera att Pakistan påbörjade prospektering av litium redan 1991 eller 1992 (se M. Mansoor, "Nuclear Minerals in Pakistan", The Nucleus 42 (2005) 73-83) och att man vid forskningsreaktorn PARR-1 har stora möjligheter att testa bestrålning av olika material under ett flertal betingelser och högt neutronflöde.

Med tre till fyra reaktorer i drift i Khushab kan Pakistan snabbt förfoga över en ansevärd mängd vapenplutonium. Det främsta skälet till denna snabba expansion är troligen en utveckling mot mer avancerade kärnladdningar, vilket vidare diskuteras i kapitel 4. Det inhemska uranet räcker med nuvarande brytningstakt emellertid endast till driften av tre reaktorer i Khushab⁹⁶, vilket medför att det inte finns något färskt material över till urananrikning. Det är också mycket oklart hur stora landets inhemska urantillgångar kommer att vara under de närmaste decennierna. Vidare kommer Pakistans centrifuger att vara mellan tjugo till fyrtio år gamla år 2020 och skulle därmed kräva både omfattande underhåll och utbyte av gamla komponenter. En satsning på plutoniumbaserade kärnladdningar får sålunda också en rad fördelaktiga bieffekter och det är högst troligt att Pakistan i den närmaste framtiden kommer att fokusera på plutoniumproduktion. Landet kommer sannolikt ändå att behålla viss anrikningskapacitet, dels för redundans och utbildningssyfte, men även för möjligheten att tillverka eget bränsle av önskad anrikningsgrad.

⁹⁶ Det går emellertid troligtvis att optimera driften så att man kan nyttja samtliga fyra reaktorer, med tre för plutoniumproduktion och en för tritiumproduktion, eftersom bränslebytescykeln är olika för dessa ändamål.

4 Pakistans kärnvapen

Pakistans kärnvapenprogram är starkt kopplat till den existentiella nervositet som förföljt landet alltsedan staten bildades. Denna osäkerhet härstammar framför allt ur konflikten med Indien och den förnedrande förlusten av nuvarande Bangladesh, men har också underblåsts av gränskonflikten med Afghanistan⁹⁷. Då Pakistan stått utan allierade i samtliga konflikter med Indien har man lagt omfattande resurser på en stark militär och underhåller stora stående trupper.

Landets geografi kan grovt delas in i tre delar; bergskedjorna i norr, provinsen Baluchistan i sydväst med låg befolkningstäthet och bergig öken, samt slättområdet kring Indus med anslutande floder. Till skillnad från de bergiga gränsområdena i norr och väst, utgörs i stort sett hela området öster om Indus och därmed gränsen mot Indien av mer eller mindre lättframkomlig terräng. Kopplat med att sju av landets tio största städer ligger inom denna region saknar Pakistan det strategiska djup Indien har till följd av sitt geografiska omfång. Då Indiens konventionella militära förmåga dessutom dominerar över Pakistans styrkor, har Islamabad gjort bedömningen att ett kärnvapeninnehav är nödvändigt som motvikt till grannlandets konventionella överlägsenhet. Det bör dock nämnas att Pakistans innehav ofta motiveras med Indiens beslut att skaffa kärnvapen och den vägledande principen bakom kärnvapenprogrammet beskrivs som minimal trovärdig avskräckning (*minimum credible deterrence*)⁹⁸.

Pakistan har genomfört provsprängningar vid två tillfällen 1998, den 28:e samt 30:e maj, ca två veckor efter Indiens provsprängningar samma år. Enligt egen uppgift detonerades fem laddningar vid det första tillfället med en sammanlagd laddningsstyrka på 70-80 kt. Vid det andra tillfället detonerades enligt uppgift en laddning med styrkan 15-18 kt. Dessa siffror står i stark kontrast till de bedömningar som gjorts av omvärlden, där seismologiska data pekar på laddningsstyrkor motsvarande totalt 10 kt samt 2-8 kt vid respektive tillfälle⁹⁹.

4.1 Kärnvapendoktrin

Det främsta syftet med Pakistans kärnvapen är att avskräcka från och förhindra en eventuell storskalig attack mot landet. Islamabads bedömning är att en maximal avskräckning uppnås genom att landet håller en svårbedömd linje och sett ur denna synvinkel ter det sig naturligt att Pakistan inte har deklarerat någon formell kärnvapendoktrin. Till skillnad från Indien¹⁰⁰ har Pakistan heller inte deklarerat någon *no first use* policy, utan förbehåller sig rätten att använda kärnvapen även mot konventionella medel.

Avsaknaden av en officiell kärnvapendoktrin betyder dock inte att det helt saknas uttalanden angående när landet kan komma att ta kärnvapen i bruk. En ofta citerad lista på

⁹⁷ Afghanistan har historiskt sett dessutom goda relationer med Indien och under det senaste årtiondet har Indien varit mycket delaktigt i återuppbyggnaden av landet. Pakistanska uppgifter om att Indiens underrättelsetjänst RAW skulle utbilda och stödja afghanska revoltörer är sannolikt felaktiga, men Islamabads oro för ett militärt samarbete mellan Afghanistan och Indien är inte grundlösa då länderna skrev under ett avtal för strategiskt samarbete i oktober 2011, se "Afghanistan and India signs 'strategic partnership'", <http://www.bbc.co.uk/news/world-south-asia-15161776> (2012.02.27).

⁹⁸ Både Indien och Pakistan refererar ofta till minimal trovärdig avskräckning, men vilken faktisk förmåga eller storlek på kärnvapenarsenalen begreppet svarar mot är oklart. För en mer ingående diskussion, se N. Salik, "Minimum Deterrence and India Pakistan Nuclear Dialogue: Case Study on Pakistan", Landau Network-Centro Volta South Asia Security Project Case Study 1/2006, <http://www.centrovolta.it/landau/> (2012.01.17).

⁹⁹ N.-O. Bergkvist & R. Ferm, "Nuclear Explosions 1945-1998", FOA-R--00-01572-180-SE (2000).

¹⁰⁰ Efter ett tal i oktober 2010 av Indiens nationella säkerhetsrådgivare Shivshankar Menon, har det förekommit viss diskussion kring huruvida Dehli delvis har frångått *no first use*. Det mesta tyder dock på att Indiens *no first use* policy står oförändrad, se: V. Narang, "Did India Change its Nuclear Doctrine?: Much Ado about Nothing", http://www.idsa.in/idsacomments/DidIndiaChangeitsNuclearDoctrine_vnarang_010311 (2012.01.13).

situationer när detta skulle övervägas har angetts av chefen för SPD, general Khalid Kidwai¹⁰¹:

- Om Pakistan attackeras och en stor del av landets territorium ockuperas.
- Om en stor del av Pakistans mark- eller flygstyrkor tillintetgörs.
- Vid kontinuerlig ekonomisk strypning eller blockad.
- Vid forcerad politisk destabilisering eller storskalig subversiv verksamhet.

Det ter sig dock osannolikt att enbart en ekonomisk strypning skulle kunna utlösa ett kärnvapenkrig och det har understrukits att kärnvapen endast kommer att användas om själva existensen av Pakistan som stat är i fara¹⁰². Det finns inga officiella uppgifter om vilken typ av mål man då kommer att inrikta sig på, men det är rimligt att anta att dessa innefattar både rent militära mål på slagfältet och civila värdemål som viktiga ekonomiska och industriella centra i Indien. Denna förmodan går att formulera mer kvantitativt då Pakistans utveckling av kärnladdningar och vapenbärare studeras nedan.

4.2 Vapenbärare

Ballistiska robotar och kryssningsrobotar är relativt kostnadseffektiva system då de med fördel kan användas som ett asymmetriskt hot mot en i andra avseenden överlägsen krigsmakt. I fallet Pakistan är detta tydligt då Indiens konventionella styrkor dominerar både teknologiskt och i storlek. Landet har kontinuerligt utvecklat sin robotarsenal, som tillsammans med kärnladdningarna och möjlig *first use* utgör ett anseeligt hot mot Indien.

Som tidigare nämnt i kapitel 2 har NDC ansvaret för Pakistans vapeniseringsfrågor, vilket även innebär att man i huvudsak står för utvecklingen av landets robotar. Flertalet robotar anses dock ha utländskt ursprung (se nedan). Eftersom det främsta hotet mot Pakistan internt anses komma från Indien, har tyngdpunkten legat på kort- till medeldistansrobotar¹⁰³, för att kunna slå mot mål relativt långt in i grannlandet. Utvecklingen har dock delvis avvikit från denna trend på senare år; av de modeller som fortfarande är under utveckling finns två kryssningsrobotar, Babur och Ra'ad, samt en kortdistansrobot, Nasr. Tabell 5 listar de olika robotarna i Pakistans arsenal. Det bör understrykas att osäkerheten kring flertalet specifikationer är betydlig, men siffrorna ger en fingervisning om Pakistans möjliga förmåga. Samtliga av Pakistans ballistiska robotar är vägmobila och tre robotar kapabla att bära kärnladdningar är i nuläget operativa: Ghaznavi, Shaheen I och Ghauri¹⁰⁴.

Ghaznavi (Hatf-3). Under 90-talets första hälft fick Pakistan betydande stöd från Kina i utvecklingen av sitt robotprogram, inklusive uppbyggnaden av en anläggning i Rawalpindi för produktion av robotar. Detta samarbete resulterade bl.a. i Pakistans första egenproducerade robot, Ghaznavi, som är mycket lik kinesiska M-11 (Dongfeng 11)¹⁰⁵. Senare versioner kan vara utrustade med någon typ av navigeringssystem som förbättrar träffnoggrannheten¹⁰⁶ och roboten togs i bruk av Pakistans armé år 2004¹⁰⁷.

¹⁰¹ P. Cotta-Ramusino & M. Martellini, "Nuclear Safety, Nuclear Stability and Nuclear Strategy in Pakistan, A concise report of a visit by Landau Network-Centro Volta", <http://www.pugwash.org/september11/pakistan-nuclear.htm> (2012.01.17).

¹⁰² P. Cotta-Ramusino & M. Martellini, *ibid*.

¹⁰³ Vi använder oss av National Air and Space Intelligence Centers (NASIC) definition av robotdistanser, se <http://www.fas.org/programs/ssp/nukes/NASIC2009.pdf>.

¹⁰⁴ H.M. Kristensen & R.S. Norris, "Pakistan's nuclear forces, 2011", Bulletin of the Atomic Scientists 67 (4) 91-99.

¹⁰⁵ E.S. Medeiros, "Reluctant Restraint: the evolution of China's nonproliferation policies and practices, 1980-2004", Stanford University Press, 2007, s. 150-151.

¹⁰⁶ Jane's Strategic Weapon Systems, <http://articles.janes.com/articles/Janes-Strategic-Weapon-Systems/Hatf-3-Ghaznavi-Pakistan.html> (2011.11.08).

¹⁰⁷ "SIPRI Yearbook 2011: Armaments, Disarmament and International Security", SIPRI, 2011, s. 348.

Tabell 5. Översikt över Pakistans robotarsenal. CEP (circular error probable) är ett mått på robotens träffnoggrannhet och anger radien på den cirkel inom vilken hälften av stridsspetsarna förväntas landa. För referenser, se fotnot¹⁰⁸.

	Längd	Diameter [1]	Massa	Nyttolast	Räckvidd	CEP [1]	Antal [5]
Ballistiska robotar							
Hatf-1	6,0 m [1]	0,56 m	1500 kg [3]	500 kg [1]	100 km [1]	-	105
Abdali (Hatf-2)	6,5 m [1]	0,56 m	1750 kg [3]	250-450 kg [1]	180-200 km [1]	150 m	-
Ghaznavi (Hatf-3)	9,64 m [2]	0,8 m	5256 kg [2]	700 kg [1]	290 km [2]	250 m	50
Shaheen I (Hatf-4)	12,0 m [2]	1,0 m	9500 kg [4]	850 kg [4]	750 km [2]	600 m	≤ 10
Ghauri (Hatf-5)	15,9 m [1]	1,35 m	15852 kg [4]	900 kg [4]	1500 km [4]	200 m	≤ 25
Shaheen II (Hatf-6)	17,0 m [2]	1,4 m	15000 kg [4]	1000 kg [4]	2000 km [2]	350 m	-
Nasr (Hatf-9)	-	-	-	-	60 km [1]	-	-
Kryssningsrobotar							
Babur (Hatf-7)	6,2 m [1]	0,52 m	< 1500 kg [2]	300 kg [2]	500 km [2]	10 m [2]	-
Ra'ad (Hatf-8)	4,85 m [2]	0,4 m	1100 kg [2]	-	350 km [2]	~ 10 m [2]	-

Shaheen I (Hatf-4). Även *Shaheen I* anses vara baserad på kinesiska M-11¹⁰⁹ men är större än sin föregångare. Roboten togs i bruk av Pakistans armé år 2003 och testsköts senast tillsammans med *Ghaznavi* i maj 2010¹¹⁰.

Ghauri (Hatf-5). Enligt Pakistan är *Ghauriserien* av inhemskt ursprung men mycket pekar på att designen är baserad på nordkoreanska No Dong¹¹¹. Uppgifter kring roboten varierar ganska kraftigt i litteraturen vilket troligen beror på att den utvecklats i åtminstone två generationer (*Ghauri I & II*). Ovanstående data för massa, nyttolast och räckvidd presenterades i Karachi vid IDEAS 2004¹¹². Till skillnad från *Ghaznavi* och *Shaheen I* framdrivs *Ghauri* med flytande bränsle, vilket innebär att avsevärd tid måste spenderas på att tanka roboten innan den är redo för uppskjutning. *Ghauri* togs i bruk av Pakistans armé år 2003 och testsköts senast i december 2010¹¹³.

Pakistan har fem kända robotar under utveckling, samtliga kan utrustas med kärnladdningar och tre är av ballistisk typ: *Abdali*, *Shaheen II* och *Nasr*.

Abdali (Hatf-2). *Abdali* var ursprungligen en vidareutveckling av *Hatf-1* men nuvarande version är baserad på en design från 1997¹¹⁴. Det råder viss osäkerhet huruvida roboten är operativ eller under utveckling. Testsköts senast i mars 2011¹¹⁵.

¹⁰⁸ [1] NTI Research Library, Pakistan Profile, Missile Overview, <http://www.nti.org/country-profiles/pakistan/delivery-systems/> (2012.01.31).

[2] Uppgifter sammanställda från bilder och filmer tagna vid IDEAS (*International Defense Exhibition and Seminar*) 2006 och 2008, se <http://www.defence.pk/gallery/g692-ideas-2006.html> (IDEAS 2006);

<http://www.defence.pk/gallery/g719-ideas-2008.html> (IDEAS 2008);

<http://www.youtube.com/watch?v=No8qKm-2nPc> (IDEAS 2008, *Ghaznavi*);

<http://www.defence.pk/gallery/shaheen-2/p8302-shaheen-ballistic-missile.html> (IDEA 2008, *Shaheen II*);

<http://www.youtube.com/watch?v=GS0K9IbhsiE> (IDEAS 2008, *Babur*);

http://www.youtube.com/watch?v=rWZsxVtF_Qs (IDEAS 2008, *Ra'ad*) (2011.05.11).

[3] Missile Threat, Ballistic Missiles of the World, <http://www.missilethreat.com/missilesoftheworld/> (2011.05.11).

[4] R.D. Fisher, "Report On the International Defense Exhibition and Seminar (IDEAS). September 14-17, 2004, Karachi, Pakistan", http://www.strategycenter.net/research/pubID.48/pub_detail.asp (2011.05.11).

[5] The Military Balance 2011, International Institute for Strategic Studies, 2011, s. 263.

¹⁰⁹ Jane's Strategic Weapon Systems, <http://articles.janes.com/articles/Janes-Strategic-Weapon-Systems/Hatf-4-Shaheen-1-Pakistan.html> (2011.11.08).

¹¹⁰ "SIPRI Yearbook 2011: Armaments, Disarmament and International Security", SIPRI, 2011, s. 348.

¹¹¹ Jane's Strategic Weapon Systems, <http://articles.janes.com/articles/Janes-Strategic-Weapon-Systems/Hatf-5-Ghauri-Pakistan.html> (2011.11.08).

¹¹² IDEAS (*International Defense Exhibition and Seminar*) är en försvarsmässa som hålls vartannat år i Pakistan, med undantag för 2010 då mässan ställdes in p.g.a. de stora översvämningar som drabbade landet, se <http://www.ideaspakistan.gov.pk/>

¹¹³ "SIPRI Yearbook 2011: Armaments, Disarmament and International Security", SIPRI, 2011, s. 348.

¹¹⁴ Jane's Strategic Weapon Systems, <http://articles.janes.com/articles/Janes-Strategic-Weapon-Systems/Hatf-2-Abdali-Pakistan.html> (2011.11.24).

¹¹⁵ NTI Pakistan Missile Chronology, http://www.nti.org/media/pdfs/pakistan_missile.pdf (2012.01.30).

Shaheen II (Hatf-6). *Shaheen II* är Pakistans enda tvåstegsrobot och har med räckvidden 2000 km möjlighet att nå mål i större delen av Indien. Robotens andrasteg är baserat på *Shaheen I* medan förstasteget troligen är en ny design¹¹⁶. *Shaheen II* testades för första gången i mars 2004, ytterligare uppskjutningar gjordes i mars 2007 samt april 2008¹¹⁷ och roboten bedöms vara mycket nära operabilitet¹¹⁸.

Nasr (Hatf-9). Relativt lite är nuläget känt kring *Nasr* men roboten introducerar ett nytt element i Pakistans arsenal. Landets tidigare kärnvapen har främst haft städer som mål och varit av strategisk natur. *Nasrs* korta räckvidd på 60 km pekar istället mot truppmål och kopplat med en kapacitet för kärnladdningar¹¹⁹ kan roboten klassas som ett taktiskt kärnvapen. *Nasr* testsköts för första gången i april 2011 och har ingen koppling till den iranska kryssningsroboten *Nasr-1*.

Kryssningsrobotar kategoriseras ofta efter mål- och avfyrningstyp och uppnår betydligt högre träffnoggrannheter än ballistiska robotar. Hastigheten är dock markant lägre och en kryssningsrobot flyger ofta på mycket låg höjd för att undgå fiendens radar och motmedel. Flera moderna kryssningsrobotar kan även följa valfri rutt, vilket gör att det t.ex. går att angripa ett mål från flera håll samtidigt även om robotarna avfyrats från en och samma riktning.

Babur (Hatf-7). I samband med USA:s insatser i Afghanistan under 1998 kom Pakistan över två Tomahawk RGM/UGM-109 i så gott som intakt skick, då dessa av misstag kraschat i södra Pakistan¹²⁰. *Babur* har påtagliga likheter med Tomahawk och Pakistan har sannolikt använt sig av den överkomna teknologin i utvecklingen av roboten. *Babur* testsköts första gången 2005 och har sedan 2007 testats ett flertal gånger med senaste uppskjutning i oktober 2011¹²¹. De tester som gjorts har varit markbaserade, men Pakistan bedöms även utveckla roboten för fartyg-, u-båts- och eventuellt luftbaserad avfyrning¹²².

Ra'ad (Hatf-8). Ej att förväxla med iranska pansarvärnsrobotar med samma namn, då *Ra'ad* är en jetmotordriven kryssningsrobot avsedd att avfyras från stridsflygplan. Roboten är troligen baserad på sydafrikanska föregångare och är utvecklad för att slå mot mål både på land och till sjöss¹²³. *Ra'ad* har testskjutits åtminstone tre gånger, i september 2007, i maj 2008 och senast i april 2011¹²⁴. Under test har roboten avfyrats från stridsflygplanet *Mirage III*¹²⁵.

Det bör slutligen nämnas att Pakistans kärnladdningar även skulle kunna levereras som frifallsbomber. Det stridsflygplan i Pakistans luftvapen som oftast nämns i detta sammanhang är *F-16 Fighting Falcon*, men även *Mirage III* och 5 samt *JF-17 Thunder*¹²⁶ kan vara aktuella för levererans av kärnvapen. Eventuell flygbombning av civila värdemål

¹¹⁶ Jane's Strategic Weapon Systems, <http://articles.janes.com/articles/Janes-Strategic-Weapon-Systems/Hatf-6-Shaheen-2-Pakistan.html> (2011.11.23).

¹¹⁷ NTI Pakistan Missile Chronology, http://www.nti.org/media/pdfs/pakistan_missile.pdf (2012.01.30).

¹¹⁸ H.M. Kristensen & R.S. Norris, "Pakistan's nuclear forces, 2011", *Bulletin of the Atomic Scientists* 67 (4) 91-99.

¹¹⁹ Inter Services Public Relations (ISPR), press release No PR94/2011-ISPR, http://www.ispr.gov.pk/front/main.asp?o=t-press_release&id=1721 (2011.11.23).

¹²⁰ Jane's Strategic Weapon Systems, <http://articles.janes.com/articles/Janes-Strategic-Weapon-Systems/Hatf-7-Babur-Pakistan.html> (2011.11.23).

¹²¹ NTI Pakistan Missile Chronology, *ibid.*; "U.S. Says Pakistan Made Changes to Missiles Sold for Defense", <http://www.nytimes.com/2009/08/30/world/asia/30missile.html>; "Stealth-Capable Cruise Missile: Pakistan Successfully Test-Fires Hatf-VII", <http://tribune.com.pk/story/283964/pakistan-test-fires-babur-missile/> (2012.01.30).

¹²² Jane's Strategic Weapon Systems, <http://articles.janes.com/articles/Janes-Strategic-Weapon-Systems/Hatf-7-Babur-Pakistan.html> (2011.11.23).

¹²³ Jane's Strategic Weapon Systems, <http://articles.janes.com/articles/Janes-Strategic-Weapon-Systems/Hatf-8-Raad-Pakistan.html> (2011.11.23).

¹²⁴ NTI Pakistan Missile Chronology, *ibid.*

¹²⁵ Jane's Strategic Weapon Systems, <http://articles.janes.com/articles/Janes-Strategic-Weapon-Systems/Hatf-8-Raad-Pakistan.html> (2011.11.23).

¹²⁶ *JF-17 Thunder* har utvecklats i samarbete med Kina där flygplanet går under namnet *FC-1 Xiaolong*. Togs i bruk av Pakistan i februari 2010, se "First Squadron of JF-17 Thunder inducted in PAF", http://www.app.com.pk/en/index.php?option=com_content&task=view&id=96657&Itemid=2 (2011.11.23).

i Indien har sannolikt intagit en alltmer undanskymd roll i takt med robotarsenalens ökande förmåga, men kärnvapenbestyckade stridsflygplan är fortfarande relevanta som motmedel till framryckande pansarkolonner på slagfältet. I flygvapensammanhang intar kryssningsroboten Ra'ad en särställning eftersom roboten redan har testavfyrats från åtminstone ett av Pakistans stridsflygplan (Mirage III). Samtliga av ovanstående stridsflygplan har dock förmåga att leverera Ra'ad¹²⁷.

4.3 Kärnladdningar

I likhet med Pakistans robotutveckling finns det tecken på att Kina även assisterade landets kärnvapenprogram och under 80-talet troligen bidrog med fissilt material och en komplett laddningsdesign baserad på Kinas fjärde¹²⁸ provsprängning^{129,130}. Pakistans första kärnladdning färdigställdes sannolikt runt 1989¹³¹ och det totala antalet laddningar i dagens kärnvapenarsenal bedöms vara runt 100 stycken¹³². Detta antal överensstämmer med uppgifter kopplade till SPD¹³³ samt ligger i linje med denna rapports uppskattning nedan. Då landet inte har haft kapacitet att producera vapenplutonium förrän på senare år, är sannolikt absoluta majoriteten av nuvarande laddningar uranbaserade.

Styrkan hos en kärnladdning bestäms i första hand av mängden fissilt material, hur kritiskt detta blir vid detonation, samt hur länge det fissila materialet är överkritiskt. I tidiga kärnladdningskonstruktioner krävdes relativt stora mängder fissilt material, tamper¹³⁴ och sprängämne för att uppnå önskad laddningsstyrka. Fatman som släpptes över Nagasaki 1945 hade en diameter på ca 1,5 m och vägde strax över 4,6 ton, vilket endast möjliggjorde leverans via större bombplan. För att en kärnladdning skall kunna levereras via en robot måste den vara betydligt mindre än Fatman. Pakistans arsenal innehåller robotar som klarar av nyttolaster från 300 kg till maximalt 1000 kg (se tabell 5 ovan). Det bör dock påpekas att dessa massor inte nödvändigtvis är kompatibla med den maximala räckvidd som anges för respektive robot.

Då Pakistan inte haft möjlighet att producera plutonium innan reaktorn Khushab-1 togs i bruk, var de laddningar som provsprängdes 1998 högst sannolikt uranbaserade och merparten av nuvarande stridspetsar är troligen av samma typ. Givet den förmodade plutoniumproduktionen i Khushabreaktorerna pekar dock det mesta på att Pakistan även utvecklar plutoniumbaserade laddningar. Eftersom plutonium har en betydligt lägre kritisk massa än uran¹³⁵, kan en plutoniumbaserad laddning göras mindre och lättare än en uranbaserad laddning med samma styrka. En övergång till plutoniumbaserade laddningar skulle därför effektivisera nuvarande vapenarsenal med avseende på laddningsstyrka

¹²⁷ Jane's Strategic Weapon Systems, <http://articles.janes.com/articles/Janes-Strategic-Weapon-Systems/Hatf-8-Raad-Pakistan.html> (2011.11.23)

¹²⁸ Kinas fjärde provsprängning var en uranbaserad laddning med styrkan 12 kt och genomfördes den 27:e oktober 1967, se T.C. Reed, "A Tabulation of Chinese Nuclear Device Tests", http://ptonline.aip.org/journals/doc/PHTOAD-ft/vol_61/iss_9/47_1s.shtml (2012.01.24).

¹²⁹ E.S. Medeiros, "Reluctant Restraint: the evolution of China's nonproliferation policies and practices, 1980-2004", Stanford University Press, 2007, s. 39-40, 52.

¹³⁰ Det finns även uppgifter om att Kina provsprängde en laddning för Pakistans räkning den 26:e maj 1991. Denna laddning skall ha varit en pakistansk version av den design man fått från Kina, med en laddningsstyrka på 10-12 kt, se H.M. Kristensen & R.S. Norris, "Pakistan's nuclear forces, 2011", *Bulletin of the Atomic Scientists* 67 (4) 91-99.

¹³¹ E.S. Medeiros, *ibid.*, s. 52 (fotnot 71). "Nuclear Black Markets: Pakistan, A.Q. Khan and the Rise of Proliferation Networks" International Institute for Strategic Studies, London 2007, s. 17.

¹³² H.M. Kristensen & R.S. Norris, *ibid.*

¹³³ Före detta brigadgeneral och näst högsta arméofficer i Strategic Plan Division, Feroz Khan, uppskattade 2007 antalet kärnladdningar till mellan 80-120 stycken, se T.E. Ricks, "Calculating the Risks in Pakistan", *Washington Post*, 2007.12.02.

¹³⁴ Det fissila materialet i en kärnladdning är oftast omgivet av en så kallad tamper av t.ex. naturligt uran eller wolfram. Tampern bidrar till att komprimera och hålla ihop den fissila kärnan vid detonation, samt agerar även ofta som neutronreflektor vilket ökar utbränningen i det fissila materialet.

¹³⁵ Ett bart klot av ²³⁵U har en kritisk massa på 52 kg medan ett bart klot av ²³⁹Pu har den kritiska massan 10 kg. Klot omgivna av tamper blir kritiska vid 13-25 kg (²³⁵U) respektive 5-10 kg (²³⁹Pu), se D. Bodansky, "Nuclear Energy: Principles, Practices, and Prospects", Springer-Verlag, 1996, s. 261-262.

kontra räckvidd. Vidare kräver en planerad kärnvapenbestyckning av kryssningsrobotarna Babur och Ra'ad en betydligt mindre laddning, då diametern hos dessa robotar är 0,52 m respektive 0,4 m med en nyttolast på endast 300 kg för Babur¹³⁶. Vi bedömer det därför som högst sannolikt att Pakistan har för avsikt att integrera plutoniumbaserade kärnvapen i landets arsenal. Vi finner det även troligt att man dessutom vill utveckla en miniaturiserad kärnladdning med så kallad boostring för att kunna leverera kärnvapen med landets kryssningsrobotar.

För att öka laddningsstyrkan eller minska storleken på landets laddningar är det troligt att Pakistan nyttjar tekniken kring så kallade skallladdningar. Som nämnts ovan beror styrkan hos en kärnladdning både av mängden fissilt material och dess uppnådda kriticitet. Givet en fix mängd av det fissila materialet (samt tamper) bestäms kriticiteten i första hand av hur komprimerat materialet blir då sprängämnet detonerar. Laddningar av typen Fatman har en solid kärna av fissilt material som komprimeras till ett överkritiskt tillstånd av det omgivande explosivämnet. Ett möjligt sätt att öka kompressionen och därmed också kriticiteten är att istället ha ett tomrum i laddningens centrum, omgivet av ett sfäriskt skal med fissilt material. Vid detonation av explosivämnet kommer skalet att accelerera i sin färd mot centrum och den ökade rörelsemängden gör att det fissila materialet uppnår en högre kompression och därmed högre laddningsstyrka, än i fallet med en solid kärna. Omvänt går det att använda en mindre mängd tamper och explosivämne för att uppnå samma laddningsstyrka som för motsvarande laddning med solid kärna. Givet en önskad laddningsstyrka kan således en laddning av skaltyp minska laddningens storlek markant, framför allt genom en minskad mängd explosivämne¹³⁷. I fallet Pakistan är det fullt möjligt att landets arsenal redan innehåller uranladdningar av skaltyp, men tekniken kan framför allt ses som ett första steg mot miniaturisering.

För att uppnå en verklig miniaturisering av landets stridsspetsar satsar Pakistan sannolikt även på att utveckla boostrade kärnladdningar. Detta innebär att en liten mängd fusionsbränsle placeras i laddningarna och en vanlig form av boostring är att fylla hålrummet i en skal-laddning med deuterium-tritiumgas (DT-gas). I samband med att laddningen detonerar blir temperaturen i centrum så hög att DT-gasen genomgår fusion och frigör en stor mängd neutroner, vilka markant ökar antalet kedjereaktioner i det fissila materialet. Den frigjorda energin från fusionen i sig är marginell, men den ökade utbränningen av det fissila materialet höjer laddningsstyrkan väsentligt. Vidare kan mängden DT-gas anpassas efter önskemål för att på så sätt skapa en laddning med variabel laddningsstyrka bestämd av mängden DT-gas¹³⁸. En utveckling av boostrade laddningar innebär alltså inte bara att Pakistan får tillgång till miniaturiserade stridsspetsar utan ökar även effektiviteten och flexibiliteten hos landets kärnvapenarsenal i stort.

En utveckling från solida uran- och plutoniumbaserade laddningar, till skallladdningar och boostring har grovt sett varit den traditionella rutten i ett kärnvapenprogram. Nästa steg är utvecklingen av termonukleära laddningar ("vätebomber"), men det finns inga tecken på att Islamabad har några sådana ambitioner i nuläget. Pakistans innehav av uran, plutonium och tritium pekar således på vilken materiell kapacitet landet har att utveckla nya kärnladdningar. Som diskuterats i kapitel 3 ovan har Pakistan till dags dato möjligen ackumulerat ca 2,7 ton vapenuran. Givet att en laddning kräver 10-20 kg vapenuran, svarar denna mängd mot ca 135-270 st. möjliga uranladdningar. Tillgången på uran är icke desto mindre begränsad och det vore inte god råvaruekonomi för landet att omsätta samtliga tillgångar till vapenuran. Ett mer rimligt antagande är troligen därför att hälften av landets urantillgångar ingår i kärnvapenarsenalen och att resterande del lagerhålls. Denna mängd svarar mot ca 65-135 st. laddningar vilket är i nivå med bedömningen på 100 st. laddningar som nämnts ovan. Sammanfattningsvis har landets begränsade urantillgångar

¹³⁶ Nyttolasten för Ra'ad är okänd men troligen mindre än nyttolasten för den något större och tyngre Babur.

¹³⁷ Explosivämnet har en betydligt lägre densitet än både det fissila materialet och tampern och kräver således mer utrymme per kg.

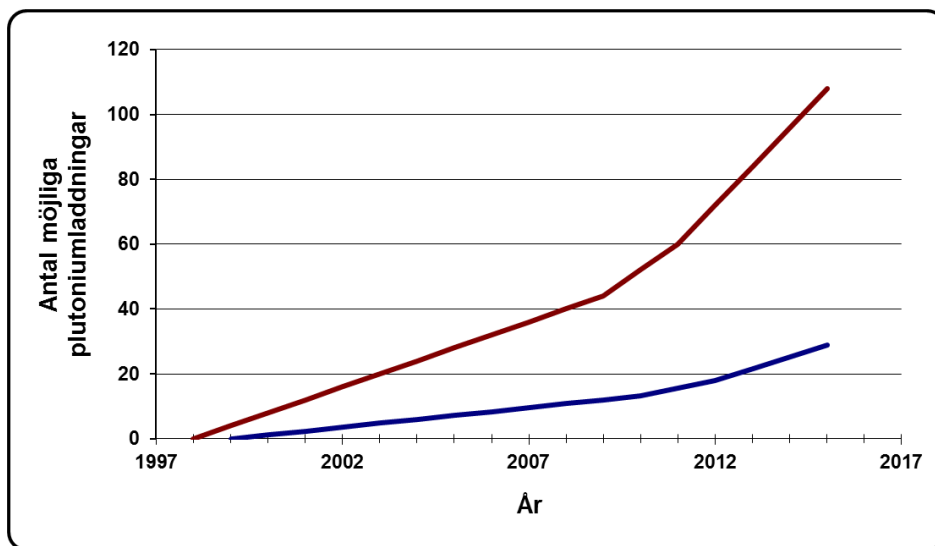
¹³⁸ Då tritium sönderfaller kräver alla boostrade laddningar visst underhåll för att bibehålla önskad laddningsstyrka. Detta innebär dock inga större hinder i praktiken eftersom tritiumflaskan kan monteras externt.

tillgodosett behovet för nuvarande kärnvapenarsenal och det finns även en viss kapacitet att framställa ytterligare uranladdningar.

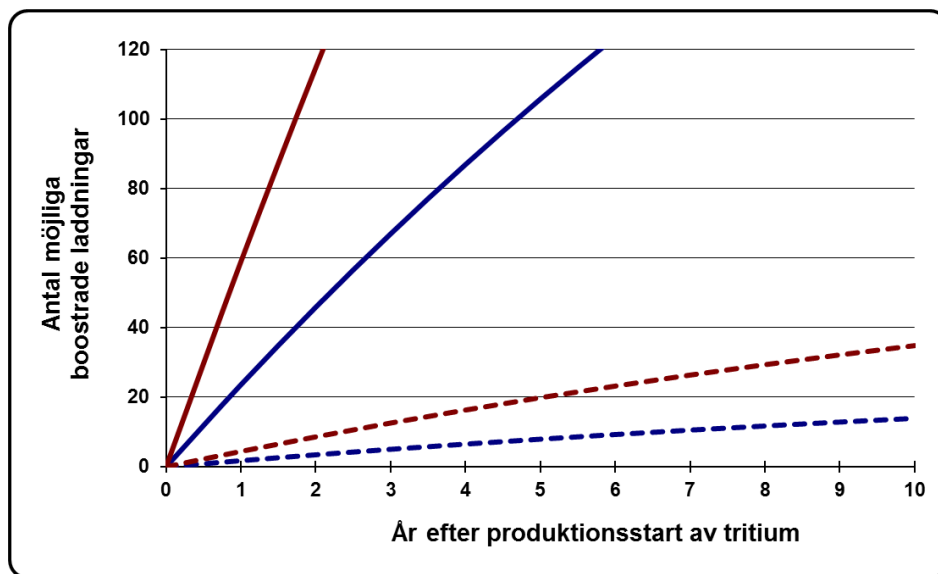
Den ackumulerade mängden vapenplutonium och tritium är starkt knuten till kapaciteten hos reaktorerna i Khushab, se avsnitt 3.10, figur 3 och 4. Figur 5 nedan visar motsvarande antal möjliga plutoniumladdningar, givet att det går åt 3-5 kg vapenplutonium per laddning. Det bör understrykas att denna uppskattning endast visar hur många laddningar plutoniumet räcker till rent materiellt. Bedömningen på totalt ca 100 st. laddningar i landets nuvarande arsenal påverkas således ej nämnvärt av denna kapacitet, då den främst avser möjliga framtida laddningar. Figuren visar dock att Pakistan redan i nuläget kan förfoga över material till runt 40 st. plutoniumladdningar. Produktionen av vapenplutonium torde således ej utgöra något hinder i utvecklingen av nya kärnladdningar.

Figur 6 (se nästa sida) visar antalet möjliga boostrade laddningar, givet att det går åt 2 g tritium per laddning. Om vi antar att Pakistan har tillgång till rent ^6Li och reserverar en Khushabreaktor i ett år för tritiumproduktion, ger figur 6 en ackumulering av tritium för runt 40 st. boostrade laddningar. Motsvarande körning med naturligt litium räcker dock bara till ett fåtal laddningar. Produktionen av tritium är med andra ord avhängd på framställningen av ^6Li och kan därmed utgöra en möjlig flaskhals i utvecklingen av boostrade kärnladdningar.

Sammanfattningsvis har Pakistan troligen tillräckligt med fissilt material för att vidareutveckla sin arsenal med fokus på plutoniumbaserade kärnladdningar, men kan få brist på tritium till boostrade laddningar om ^6Li saknas. Huruvida Pakistan har det tekniska kunnande som krävs för nya laddningstyper är delvis oklart då det är svårt att bedöma vilken kunskap landet besitter i nuläget. En begränsande faktor är att Pakistan endast genomförde ett fåtal provsprängningar 1998 och den kommande utvecklingen hänger delvis på vilka tester som då genomfördes. Att provsprängningarna ägde rum enbart två veckor efter Indiens tester tyder dock på att man varit väl förberedd på att provspränga under en längre tid. En öppen fråga är också hur mycket kunnande som överförts från Kina.



Figur 5: Antal möjliga plutoniumladdningar, under förutsättning att allt inhemskt tillgängligt och icke-deklarerat uran går till plutoniumproduktion. Den övre (röda) linjen visar det maximala antalet laddningar, medan den undre (blå) linjen visar antalet laddningar givet den tänkta minimiproduktionen av vapenplutonium.



Figur 6: Antal möjliga bostrade laddningar, under förutsättning att en av reaktorerna i Khushab helt är avsatt för tritiumproduktion. Helt dragna linjer svarar mot tritiumproduktion från ^6Li medan streckade linjer svarar mot produktion från naturligt litium. Övre (röda) linjer visar motsvarande maximala antal laddningar, medan undre (blå) linjer visar antalet laddningar givet det tänkta minimala innehavet av tritium.

Givet den instabila situation Pakistan befinner sig i vill Islamabad av utrikespolitiska skäl sannolikt inte utföra nya provsprängningar i dagsläget. Detta hindrar dock inte att Pakistan genomför små subkritiska tester för att utröna det fissila materialets dynamiska egenskaper. Med kunskap om dessa kan landet vidare utföra fullskaliga ”kalla tester” av kärnladdningens konstruktion där det fissila materialet ersätts med ett substitut. Dessa typer av tester är inte detekterbara för omvärlden och kopplat med en god kapacitet för datorsimulering går det att komma mycket långt i utvecklingen denna väg. Huruvida detta kan garantera militära krav på robusthet och tillförlitlighet är däremot mer tveksamt. En parallell i dessa sammanhang är tillförlitligheten hos Israels kärnladdningar, vars förmåga sällan ifrågasätts trots att landet inte har genomfört en enda bekräftad provsprängning.

4.4 Förmåga

Tack vare teknologi från Kina och Nordkorea samt en ambitiös inhemsk satsning på utveckling ligger Pakistans robotprogram i framkant *vis-à-vis* Indien. En begränsande faktor är dock det antal robotar som faktiskt är operativa. Som nämnt ovan är Ghaznavi, Shaheen I och Ghauri tagna i bruk medan Shaheen II bedöms vara mycket nära operabilitet. Läget kring Abdali är något oklart medan Nasr samt kryssningsrobotarna Babur och Ra’ad fortfarande är under utveckling. För att minska sårbarheten förvaras Pakistans kärnvapen utspridda över landets territorium med merparten av arsenalen placerad söder om Islamabad. Två säkerhetsåtgärder som tillämpas i landet är att separera kärnladdningen från övriga delar av vapnet¹³⁹, samt ett system likvärdigt med tvåmansregeln¹⁴⁰ och någon typ av PAL¹⁴¹ (*permissive action links*)¹⁴². De

¹³⁹ H.M. Kristensen & R.S. Norris, ”Pakistan’s nuclear forces, 2011”, Bulletin of the Atomic Scientists 67 (4) 91-99.

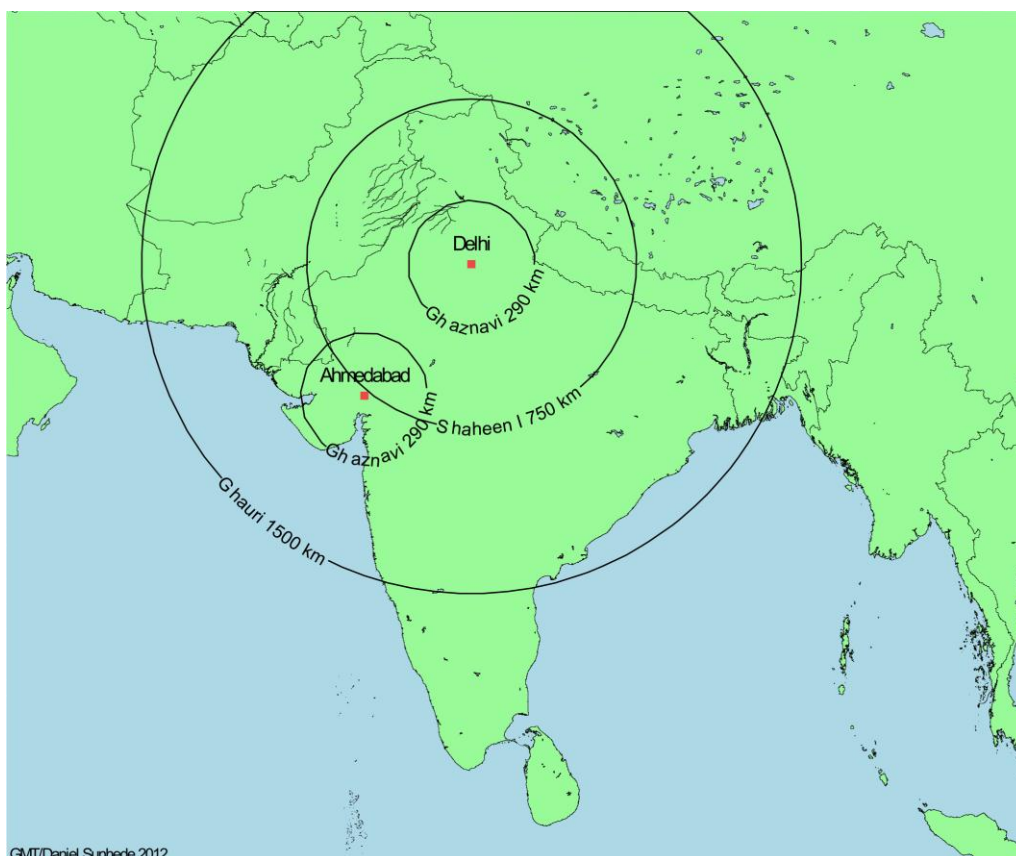
¹⁴⁰ Tvåmansregeln innebär att åtminstone två behöriga och för arbetsuppgiften kunniga personer måste vara närvarande vid hanteringen av ett kärnvapen.

¹⁴¹ En PAL är en anordning som gör att det krävs en förutbestämd kod för att armera och/eller avfyr ett kärnvapen.

¹⁴² R. Walker, ”Pakistan’s Evolution as a Nuclear Weapons State: Lt. Gen. Khalid Kidwai’s CCC Address”, Center for Contemporary Conflict, U.S. Naval Postgraduate School (2006), <http://www.nps.edu/academics/centers/ccc/news/kidwaiNov06.html> (2012.01.30).

kärnvapenkapabla robotarna är troligen omväxlande bestyckade med konventionella och taktiska stridspetsar vilket ytterligare försvårar bedömningen av var landets kärnvapen verkligen befinner sig. Samtliga ballistiska robotar avfyras från olika TEL-fordon (*transporter erector launcher*) och är därmed mobila¹⁴³.

De ballistiska robotarna Ghaznavi, Shaheen I, Ghauri och Shaheen II har alla CEP-värden i storleksordningen hundratals meter¹⁴⁴, vilket innebär att de har för låg träffnoggrannhet för att användas mot strategiska komplex som t.ex. en militär ledningscentral¹⁴⁵. Nuvarande robotarsenal har betydligt bättre verkningsgrad mot civila värdepål där den relativt låga träffnoggrannheten inte påverkar slagstyrkan. De runt 100 st. kärnladdningar Pakistan beräknas ha till sitt förfogande täcker med god marginal arsenalens kapacitet på totalt ca 85 st. kärnvapenkapabla robotar. Av dessa 85 robotar är 50 st. av typen Ghaznavi med en räckvidd på 290 km. Detta innebär att endast en av Indiens tjugo befolkningsrikaste städer, Ahmedabad, nätt och jämnt ligger inom räckhåll för majoriteten av Pakistans arsenal, se figur 7. Att Islamabad placerar Ghaznavi i en utlöpare av landet nära gränsen mot Indien förefaller dock högst osannolikt och roboten får därför betraktas som oanvändbar mot civila värdepål.



Figur 7: Räckvidder för några pakistanska robotar mot Delhi och Ahmedabad som hypotetiska mål i Indien.

¹⁴³ Rörligheten begränsas dock av den relativt låga hastigheten hos ett TEL-fordon, i storleksordningen 50 km/h med en räckvidd på några hundra kilometer.

¹⁴⁴ Det förekommer uppgifter i Pakistansk media om betydligt högre träffnoggrannhet för åtminstone Shaheen I & II, men det är svårt att bedöma hur tillförlitliga dessa är. Att man kontinuerligt förbättrar arsenalen får dock ses som självklart och både Shaheen I & II samt Ghaznavi använder sig troligen av styrraketer efter separation för att öka manövrerbarhet och träffnoggrannhet, se R.D. Fisher, "Pakistan's Long Range Ballistic Missiles: A View From IDEAS", 2004, http://www.strategycenter.net/research/pubID.47/pub_detail.asp (2011.09.13).

¹⁴⁵ Ett kärnvapen på 10k t ger en kraterstorlek på runt 40 m beroende på marktyp, vilket är betydligt mindre än träffnoggrannheten.



Figur 8: Räckvidder för Ghauri och Shaheen II mot Mumbai respektive Hyderabad som hypotetiska mål i Indien.

Räckvidderna för Shaheen I och Ghauri är 750 km respektive 1500 km och tillsammans når robotarna därmed sju av Indiens tio befolkningsrikaste städer. Låt oss betrakta en hypotetisk kärnvapenattack där tre stridsspetsar med laddningsstyrkor på 20 kt vardera slår ner i Delhi. Med totalt 11 miljoner invånare och en befolkningstäthet på ca 11300 per km², innebär detta att enbart värmestrålningen skulle döda eller allvarligt skada i storleksordningen 1 miljon människor¹⁴⁶. Även om detta utgör mindre än en promille av Indiens befolkning skulle attacken slå ut stora delar av Indiens politiska ledning och få avsevärda psykologiska effekter. En likadan attack mot Indiens finansiella centrum Mumbai skulle förutom de humanitära förlusterna förlama stora delar av landets ekonomi. Om vi antar att Indiens robotsförsvar lyckas oskadliggöra 50% av alla inkommande robotar, behövs sex robotar för ovanstående attack. Det totala antalet Shaheen I och Ghauri är upp till 35 st., vilket innebär att om halva arsenalen är reserverad för konventionella stridsspetsar, har Islamabad kapacitet till storskalig attack mot två till tre av Indiens största städer. När Shaheen II blir operativ kommer denna förmåga utökas både kvantitativt och kvalitativt eftersom samtliga av Indiens tio största städer då befinner sig inom räckhåll för Pakistans arsenal. Figur 8 visar räckvidderna för Ghauri och Shaheen II med Mumbai respektive Hyderabad som hypotetiska mål i Indien.

Indien har genomfört flera storskaliga militära övningar där man simulerat anfall mot Pakistan med runt 1000 stridsvagnar och andra bepansrade fordon. Pakistans förmåga att slå mot Indiska befolkningscentra har traditionellt agerat för att avskräcka denna typ av attacker, men utvecklingen av Nasr pekar på att Pakistan går mot en ökad förmåga att slå mot invaderande pansar. En analys av denna förmåga innefattar både tryckvågens påverkan på fordonet och strålningseffekter på dess besättning. Effekter från värmevågen

¹⁴⁶ Denna bedömning är gjord med hjälp av L. Björklund & M. Goliath, "Kärnladdningars skadeverkningar – beräkningsprogram med instruktion", FOI Användarrapport FOI-R--2741--SE (2009).

är i huvudsak sekundära jämfört med tryckvågens påverkan. Det faktiska antalet kärnladdningar som behövs för att slå ut avancerande pansarfordon varierar även markant med fordonens spridning. Sett till antalet kärnladdningar har Pakistan förmåga att slå ut stora delar av ett invaderande Indiskt pansar, även om merparten av landets runt 100 laddningar skulle gå åt för att slå ut bortåt 1000 pansarfordon¹⁴⁷. I praktiken är dock Pakistans förmåga betydligt mer begränsad. Landets 50 st. Ghaznavi är ineffektiva motmedel då det ballistiska systemet som helhet är för långsamt för att slå mot rörligt pansar. Mer lämpliga bärare är stridsflygplanen F-16 *Fighting Falcon*, Mirage 5 och JF-17 *Thunder*, med totalt ca 70 st. plan lämpade för markattacker¹⁴⁸. Att samtliga av dessa skulle vara utrustade med kärnvapen är dock högst osannolikt och Pakistans förmåga begränsas ytterligare av Indiens luftförsvär på slagfältet. Indiens armé har nyligen beställt ca 2000 st. luftvärnsrobotar av typen Akash, varav 500 st. förväntas levereras i September 2012¹⁴⁹. Akash är lik amerikanska MIM-104 *Patriot* och systemet är helt mobilt samt kapabelt att skydda en konvoj med fordon mot både stridsflyg och inkommande robotar.

Sammanfattningsvis har Pakistan i nuläget förmåga att slå mot två till tre av Indiens största städer med mycket allvarliga konsekvenser för både Indiens ekonomi och landets politiska ledning. Förmåga att slå mot marktrupper finns om än i något mer begränsad utsträckning. Frånsett den formella beslutshierarkin i NCA är ledningssystemen för Pakistans kärnvapenarsenal dock okända och det går därför ej att säga hur dessa i sin tur påverkar den reella förmågan i ett skarpt läge. Att just Ghaznavi utgör merparten av Pakistans robotarsenal ter sig suboptimalt, men då roboten är baserad på kinesiska M-11 förklaras arsenalens sammansättning mer troligen av historiska och ekonomiska omständigheter än av ett militärstrategiskt val¹⁵⁰.

¹⁴⁷ A.H. Nayyar & Z. Mian, "The Limited Military Utility of Pakistan's Battlefield Use of Nuclear Weapons in Response to Large Scale Indian Conventional Attack", Pakistan Security Research Unit (PSRU), Brief Number 61 (2010).

¹⁴⁸ Pakistan har 12 st. F-16 *Fighting Falcon*, 53 st. Mirage 5 och 16 st. JF-17 *Thunder* av typen F/GA (*Fighter/Ground Attack*). Åtminstone tio av dessa Mirage 5 är dock avsedda att sättas in mot fientlig flotta, se The Military Balance 2011, International Institute for Strategic Studies, 2011, s. 265.

¹⁴⁹ "Indian Army Orders Akash Missile System", http://www.aviationweek.com/aw/generic/story_channel.jsp?channel=AviationWeek.com&id=news/awx/2011/03/25/awx_03_25_2011_p0-301846.xml (2012.01.12).

¹⁵⁰ Pakistan förvärvade ca 30 st. M-11 (Dongfeng 11) under samarbetet med Kina i början på 90-talet. Det förefaller sannolikt att dessa robotar sedan renoverats och byggts om för att klassas som Ghaznavi. Se H.M. Kristensen & R.S. Norris, "Pakistan's nuclear forces, 2011", Bulletin of the Atomic Scientists 67 (4) 91-99.

5 Diskussion och sammanfattning

Pakistans kärnvapen är starkt knutna till den upplevda osäkerheten kring landets framtida existens. Beslutet att utveckla kärnvapen motiveras ofta med att de behövs som en motpol till Indiens kärnladdningar, men det egentliga skälet torde vara att Islamabad ser ett kärnvapeninnehav som nödvändigt för nationens säkerhet i stort. Förmågan att leverera kärnladdningar med landets robotarsenal har varit central som avskräckande medel mot Indiens dominerande konventionella styrkor, och tillsammans med en svårbedömd kärnvapendoktrin med möjlig *first use*, är kärnvapenprogrammet avgörande för landets militära strategi. Även om en officiell doktrin saknas, går det att urskilja fyra målsättningar med Pakistan kärnvapenarsenal¹⁵¹:

- Att avskräcka alla former av extern aggression som äventyrar nationens säkerhet.
- Avskräckningen skall uppnås genom utveckling och underhåll av en effektiv kombination av konventionella och strategiska styrkor, på tillräcklig nivå inom ramen för landets resurser.
- Att avskräcka Pakistans motståndare från att tillämpa en strategi riktad mot militära mål, genom att effektivt säkra de strategiska styrkorna samt hota med nukleär vedergällning vid ett eventuellt försök att slå ut dem.
- Att stabilisera den strategiska avskräckningen i södra Asien, d.v.s. den militära maktbalansen mellan Indien och Kina.

Det är tydligt att det främsta syftet med Pakistans kärnvapen är att säkra nationens överlevnad och i detta avseende finns det vissa likheter mellan Pakistan och Israel. Både Israel och Pakistan har förföljts av en existentiell nervositet alltsedan staterna bildades och båda länderna saknar ett strategiskt djup vilket i sin tur har utformat kärnvapendoktrinen. Under rådande förhållanden har man dragit slutsatsen att en maximal avskräckning uppnås genom att landet håller en svårbedömd linje, vilket i Israels fall innebär att man gått så långt att man varken bekräftar eller förnekar innehavet av kärnvapen. I fallet Pakistan innebär det avsaknaden av en officiell kärnvapendoktrin där uttalanden kring landets strategiska förmåga och nukleära tröskel istället anpassas efter rådande politiskt läge.

Det är svårt att se hur Pakistans innehav av kärnvapen skulle stabilisera den strategiska avskräckningen mellan Indien och Kina, men målsättningen att hålla styrkorna på tillräcklig nivå är direkt kopplad till begreppet minimal trovärdig avskräckning. Vilken faktisk förmåga eller storlek på kärnvapenarsenalen Islamabad anser att detta svarar mot är däremot oklart. Den militära aspekten av Indiens maktkamp med Kina påverkar dock även hotbilden mot Pakistan, och därmed Islamabads uppfattning om vad som krävs för en minimal trovärdig avskräckning gentemot Indien. Tydligt är att begreppet förblir ett stående militärt och politiskt argument för eventuella framtida utökningar av landets kärnvapenprogram.

Grundbulten i Pakistans kärnvapenprogram är de anläggningar som är relaterade till kärnbränslecykeln och tillgången på fissilt material. Landet behärskar idag samtliga delar av kärnbränslecykeln som krävs för att framställa vapenuran och vapenplutonium. Det skall dock påpekas att Kina har varit till stor hjälp i utvecklingen av Pakistans kärnvapenprogram. Eftersom Pakistan står utanför NPT har internationella sanktioner under flera årtionden förhindrat landet från att importera uran och man har därför tvingats sätta all tillit till den inhemska produktionen. Man kan dock konstatera att Pakistan med nuvarande produktionstakt är självförsörjande både avseende uranråvara och produktion av fissilt material av vapenkvalitet. Landet har emellertid ingen möjlighet att försörja den

¹⁵¹ M.A. Durrani, "Pakistan's Strategic Thinking and the Role of Nuclear Weapons", Cooperative Monitoring Center Occasional Paper 37, July 2004, <http://www.cmc.sandia.gov/cmc-papers/sand2004-3375p.pdf> (2012.01.17).

civila kärnkraften för elproduktion med de ringa uranreserver man förfogar över. Den uttryckta irritationen över Indiens dispensklausul i NSG är därmed fullt förståelig¹⁵².

Som tidigare nämnts finns det inga officiella uppgifter på hur stor andel av den teoretiskt möjliga mängden producerat fissilt material som verkligen ingår i förbandssatta kärnvapen. Vi uppskattar att landet till dags dato möjligen har ackumulerat $2,7 \pm 1$ ton vapenuran och runt 150 kg vapenplutonium. Med tre till fyra reaktorer i drift i Khushab, kommer Pakistan snabbt att kunna förfoga över en ansevärd mängd vapenplutonium. Med nuvarande brytningstakt räcker det inhemska uranet dock inte till någon betydande urananrikning utan endast till driften av reaktorerna i Khushab, varför det är högst troligt att Pakistan i den närmaste framtiden kommer att fokusera på plutoniumproduktion.

Ett rimligt antagande är att hälften av Pakistans odeclarerade urantillgångar ingår i landets kärnvapenarsenal medan resterande del lagerhålls. Detta svarar mot att Pakistan idag förfogar över runt 100 st. uranbaserade kärnladdningar¹⁵³. För att effektivisera nuvarande arsenal kommer framtida kärnladdningar högst sannolikt vara plutoniumbaserade och man utvecklar troligtvis även miniaturiserade laddningar med boostering för att kärnvapenbestyckta kryssningsrobotarna Babur och Ra'ad. Som tidigare diskuterats förfogar Pakistan idag sannolikt över fissilt material för runt 40 st. möjliga plutoniumladdningar, med en tillväxttakt på runt åtta laddningar per år¹⁵⁴. Om hälften av denna mängd införlivas i kärnvapenarsenalen kommer Pakistan inom en tioårsperiod att förfoga över totalt ca 160 st. kärnladdningar, vilket innebär att man har den relativt sett snabbast växande kärnvapenarsenalen i världen¹⁵⁵. En begränsande faktor för laddningarnas funktion och tillförlitlighet är att man saknar den erfarenhet som skulle krävas för en fortsatt utveckling utan provsprängning. Pakistan är därför den stat med kärnvapen där risken är som störst för att man bryter mot rådande moratorium.

Jämfört med antalet kärnladdningar har Pakistan ett lågt antal robotar och endast ett trettio-tal av dessa är användbara mot civila värdepål i Indien. Detta innebär icke desto mindre att Pakistan har förmåga att slå mot två till tre av Indiens största städer med allvarliga konsekvenser för både Indiens ekonomi och politiska ledning. Då den nuvarande förmågan att slå mot marktrupper är mer begränsad innebär detta att landets kärnvapenarsenal fortfarande till stor del fungerar som ett avskräckande medel mot Indiens konventionella styrkor. Givet nya laddningstyper och den intensiva utvecklingen av robotar, kommer dock Pakistans förmåga både att öka och diversifieras. Tvåstegsroboten Shaheen II med en räckvidd på 2000 km når civila värdepål i större delen av Indien vilket medför en ökad strategisk avskräckning. Vidare kommer den framtida ballistiska roboten Nasr introducera ett taktiskt element i Pakistans kärnvapenarsenal och öka landets förmåga att slå mot invaderande pansar¹⁵⁶. Kryssningsrobotarna Babur och Ra'ad är utvecklade för att slå mot strategiska mål som ledningscentraler, kärnvapensilor och hangarfartyg, där Babur har stora likheter med USA:s Tomahawk. Ra'ad är avsedd att avfyras från stridflygplan och kryssningsrobotarna kommer att utgöra ett nytt hot mot den indiska flottan. För att öka träffnoggrannheten samt möjligheten att undvika ett indiskt robotförsvar, utvecklar Pakistan sannolikt även någon

¹⁵² Både Pakistan och Kina verkar emellertid ha en tämligen liberal syn på den s.k. "farfarsprincipen" (*grandfather clause*) och NSG:s restriktioner. Ett tydligt exempel är uttalandet "A grandfather has many grandchildren" av en icke namngiven senior pakistansk forskare rörande det sino-pakistanska samarbetet och nya reaktorer i Chashma. Se "Pakistan, China mull ambitious nuclear power deal", <http://mdn.mainichi.jp/> (2012.02.15).

¹⁵³ Mer precist 65-135 st, se avsnitt 4.3.

¹⁵⁴ Figur 5 i avsnitt 4.3 svarar mot en tillväxttakt på 4-12 st. möjliga plutoniumladdningar per år fr.o.m. år 2012.

¹⁵⁵ Notera att det totala antalet möjliga laddningar inte förändras avsevärt om Pakistan mot förmodan skulle välja att fortsätta med uranbaserade laddningar. Detta eftersom den större mängd uran av vapenkvalitet som kan utvinna ur en given mängd uranråvara, motverkas av att uran har en högre kritisk massa än plutonium.

¹⁵⁶ Värt att nämna i detta sammanhang är Pakistans inköp av Saab Erieye, ett flygburet radarsystem med god förmåga att övervaka Indiska robotbaser, flyg och trupprörelser nära landets gränser, se "Sweden Finalizes AEW&C Contract With Pakistan", <http://www.defenseindustrydaily.com/sweden-finalizes-saab-2000-awec-contract-with-pakistan-02377/> (2012.03.27).

typ av slutstyrning av landets operativa ballistiska robotar¹⁵⁷. Ett sådant system skulle också innebära en ökad slagförmåga med konventionella stridsspetsar mot mål som flygfält, skeppsvarv och större militära anläggningar. En effektiv slutstyrning av stridsspetsen kräver dock även ett sofistikerat externt radar- eller GIS-system¹⁵⁸ som i realtid både kan övervaka och skicka uppgifter om målets position samt eventuella hinder.

Sammanfattningsvis har de senaste åren inneburit en mycket aktiv utveckling av Pakistans robotprogram och landet går mot en ökad förmåga att slå mot både civila värdemål och taktiska samt strategiska militära mål. Trots denna intensiva expansion utgör det låga antalet bärare en flaskhals för Pakistans förmåga. En möjlig orsak till detta är att landets ekonomiska resurser troligen inte har klarat av att både satsa på nya robottyper och öka storleken på den befintliga arsenalen. En avgörande faktor för Pakistans framtida förmåga är således inte när en viss robottyp blir operativ, utan snarare det antal robotar av både ny och befintlig typ som faktiskt blir förbandssatt. En diversifierad förmåga kommer troligtvis heller inte innebära att Pakistan betraktar slagförmågan mot indiska befolkningscentra som mindre viktig. Islamabad ser sannolikt utvecklingen som nödvändig för att möta en expanderande indisk förmåga. Genom att försvåra riskbedömningen för Indien behåller man en önskad minimal trovärdig avskräckning.

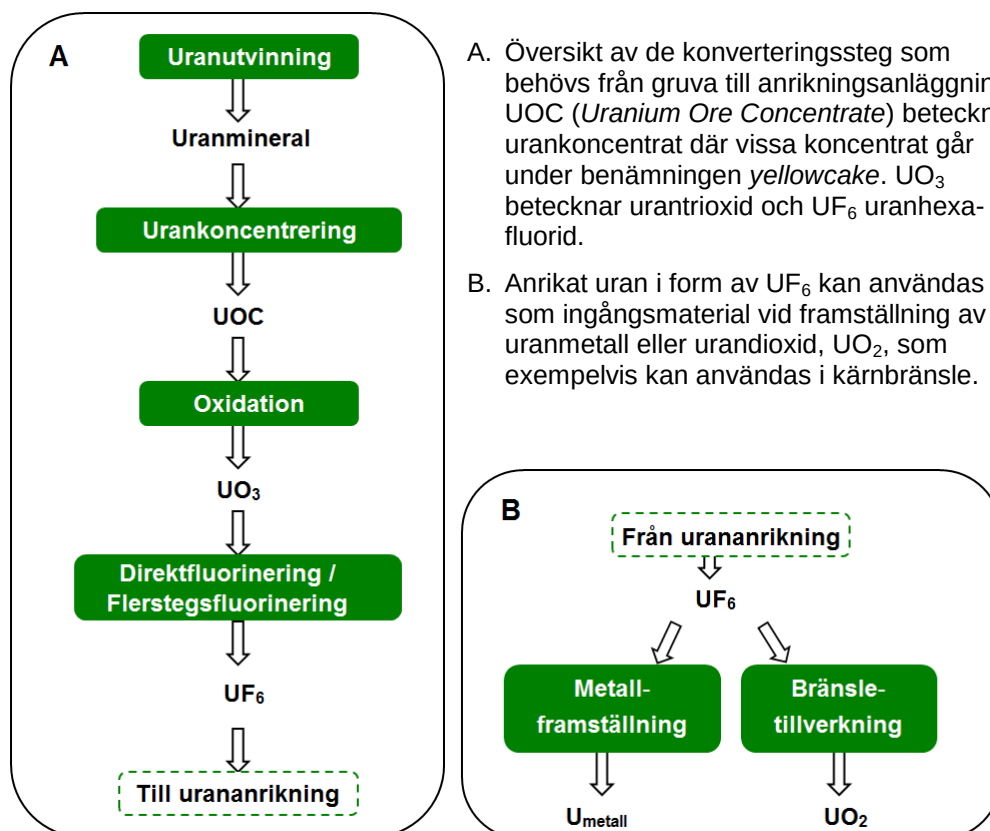
Så länge det politiska läget inte ändras kommer utvecklingen av Pakistans robotar och kärnladdningar sannolikt att fortgå med nuvarande takt. Då den grundläggande förutsättningen för en modernisering av landets kärnvapen är tillgången till plutonium, kommer Islamabads negativa inställning till ett framtida FMCT sannolikt inte att förändras. Givet landets förmodade behov av att utföra nya provsprängningar ter sig även en anslutning till CTBT tämligen avlägsen.

¹⁵⁷ R.D. Fisher, "Pakistan's Long Range Ballistic Missiles: A View From IDEAS", 2004, http://www.strategycenter.net/research/pubID.47/pub_detail.asp (2011.05.11).

¹⁵⁸ Geografiska informationssystem (GIS), t.ex. GPS och liknande system.

Appendix I

I kapitel 3 behandlas kärnbränslecykeln och anläggningar relaterade till denna. Som illustreras i figur 1 krävs flera steg för att omvandla uranmineral till kärnbränsle, vapenuran eller vapenplutonium. Konvertering från urankoncentrat till lämplig uranförening för anrikning eller bränsletillverkning kräver någon form av kemisk omvandling. De olika konverteringsstegen kan sammanfattas enligt figur 9 nedan. Anrikningssteget via fluorinering mellan A och B kan emellertid uteslutas för reaktorer som drivs av naturligt uran, t.ex. Khushab, där uranet direkt kan konverteras till lämplig form för bränsletillverkning. Detta svarar mot den streckade pilen i figur 1.



Figur 9: Exempel på flödesschema över olika konverteringssteg¹⁵⁹.

¹⁵⁹ Figur från L. Oliver *et al.*, "Uränkonvertering", SKI Rapport 2006:08, i vilken de processer som behövs i de inledande stegen från urängruva till uränkonvertering beskrivs i detalj.