

## **Atomprogrammene i India, Pakistan, Nord-Korea, Israel, Iran og Syria**

Steinar Høibråten, Hanne Breivik, Elin Enger, Hege Schultz Heireng og Halvor Kippe

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

23. januar 2013

FFI-rapport 2011/01603

Prosjekt 1149

P: ISBN 978-82-464-2215-2

E: ISBN 978-82-464-2216-9

## **Emneord**

Kjernevåpen

Kjernefysiske våpen

Kjernefysisk infrastruktur

Kjernefysisk krigstrussel

Ikke-spredning

## **Godkjent av**

Monica Endregard

Prosjektleder

Jan Ivar Botnan

Avdelingssjef

## Sammendrag

Denne rapporten beskriver og diskuterer atomprogrammene i faktiske og noen mulige kjernevåpenstater utenom de fem stormaktene USA, Russland, Storbritannia, Frankrike og Kina, som gjennom Ikke-spredningsavtalen for kjernevåpen (NPT) har en formell rett til å beholde sine våpen inntil videre. Diskusjonene er i stor grad av teknisk natur, og det faller utenfor rammen til dette arbeidet å vurdere landenes intensjoner med å utvikle kjernevåpen.

Rapporten er nødvendigvis kun basert på åpne, ugraderte kilder og prisgitt de eventuelle unøyaktigheter som dette måtte medføre.

- **India, Pakistan** og **Nord-Korea** har gjennomført kjernefysiske prøvesprengninger og bekrefter offentlig sin status som de facto kjernevåpenstater.
- **Israel** har aldri verken avkreftet eller bekreftet påstandene om et kjernevåpenprogram, men det er allment antatt at et slikt program eksisterer, og at landet på kort tid kan utplassere egne kjernevåpen. Vi slutter oss til denne antakelsen.
- Vi mener at **Iran** høsten 2012 ikke er en kjernevåpenstat. Landet kommer stadig nærmere en evne til å utvikle kjernevåpen, men ingenting tyder på at Iran så langt har besluttet å anrike uran til våpenkvalitet og faktisk utvikle egne kjernevåpen.
- Mye tyder på at **Syria** har hatt et hemmelig plutoniumprogram, som Israel satte en stopper for gjennom bombingene av den påståtte reaktoren i Dair Alzour i 2007. Det internasjonale atomenergibyrådet har fortsatt ikke kommet til bunns i omfanget av dette, og det er derfor vanskelig å si noe konkret om landets muligheter for å utvikle kjernevåpen. Det vil uansett ta en god stund å bygge opp alle nødvendige anlegg, spesielt med tanke på dagens urolige situasjon i Syria.

## English summary

This report discusses the nuclear programmes of established and possible nuclear-weapon states outside the group of five acknowledged nuclear-weapon states, the United States, Russia, the United Kingdom, France and China, who have a temporary right through the *Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons* to keep their weapons. The discussions are for the most part of a technical nature, and it is beyond the scope of this report to assess the intentions behind the various nuclear programmes.

The report is necessarily in its entirety based on open, unclassified sources and may therefore suffer from possible, unavoidable inaccuracies.

- **India, Pakistan and North Korea** have carried out nuclear tests, and they publicly confirm their status as *de facto* nuclear-weapon states.
- **Israel** has never confirmed nor denied the existence of a national nuclear-weapons programme, but it is generally assumed that such a programme does exist, and that Israel is able to deploy domestically developed nuclear weapons on short notice. We support this assumption.
- In our opinion, **Iran** is not a nuclear-weapon state as of late 2012. The state keeps moving closer to being able to develop its own nuclear weapons, but there are no indications so far that it has decided to enrich uranium to weapons quality and actually manufacture nuclear weapons.
- **Syria** may have had a secret programme for plutonium production which Israel ended in 2007 when it bombed a building in Dair Alzour claimed to contain a nuclear reactor. The International Atomic Energy Agency has so far not been able to resolve this question, and it is therefore difficult to assess Syria's capability to develop nuclear weapons. In any case, it will take long to build the necessary infrastructure, particularly under today's lack of stability in the country.

# Innhold

	<b>Forord</b>	<b>9</b>
<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>India</b>	<b>13</b>
2.1	Tidligere vurderinger	14
2.2	Teknologisk utvikling	14
2.2.1	Plutoniumproduksjon	14
2.2.2	Urananrikning	14
2.3	Leveringsmidler	15
2.3.1	Ballistiske missiler	17
2.3.2	Kryssermissiler	20
2.4	Andre utviklingstrekk	21
2.4.1	Forholdet til nabostatene	21
2.4.2	Kjernekraft	21
2.4.3	USA-India-avtalen	22
2.5	Atomubåter	23
2.6	Indias kjernevåpendoktrine	24
2.7	Oppsummering og kommentarer	24
<b>3</b>	<b>Pakistan</b>	<b>25</b>
3.1	Tidligere vurderinger	25
3.2	Kjernefysisk arsenal	25
3.3	Produksjon av fissilt materiale	26
3.3.1	Anrikning	26
3.3.2	Plutoniumproduksjon	26
3.4	Leveringsmidler	30
3.4.1	Fly	30
3.4.2	Ballistiske missiler	30
3.4.3	Kryssermissiler	32
3.5	Kommando og kontroll over kjernevåpnene	33
3.5.1	Lagring av kjernevåpen	33
3.5.2	Kjernefysisk doktrine og policy	33
3.6	Andre utviklingstrekk	35
3.6.1	Forholdet til India	35
3.6.2	Forholdet til Kina	35
3.6.3	Interne forhold	36
3.7	Oppsummering og kommentarer	37

<b>4</b>	<b>Nord-Korea</b>	<b>38</b>
4.1	Tidligere vurderinger	38
4.2	Bruddet med NPT og ny plutoniumproduksjon	39
4.3	Prøvesprengningene	41
4.4	Urananrikning	44
4.4.1	Tidlige mistanker og påstander	44
4.4.2	Avsløringen av anrikningsanlegget og lettvannsreaktoren i Yongbyon	45
4.4.3	Mulig produksjon av våpenuran	47
4.4.4	Flere anlegg?	47
4.5	Missilutvikling	48
4.5.1	Operative brigader	48
4.5.2	Taepo-dong/Unha-programmet	49
4.5.3	Nytt, landmobilt ICBM?	54
4.6	Seksnasjonssamtalene	55
4.6.1	September 2005-erklæringen	56
4.6.2	Februar 2007-erklæringen	57
4.6.3	Avvikling av driften i Yongbyon	58
4.6.4	Brudd i samtalene	59
4.7	Andre utviklingstrekk	62
4.7.1	Maktøvertakelsesproblematikk og spenninger med Sør-Korea	62
4.7.2	Bistand til andre stater	63
4.8	Oppsummering og kommentarer	65
<b>5</b>	<b>Israel</b>	<b>66</b>
5.1	<i>Nuclear opacity</i> – kjernefysisk uklarhet	67
5.2	Starten på atomprogrammet	67
5.3	Kjernefysisk infrastruktur	68
5.3.1	Soreq Nuclear Research Center	68
5.3.2	Negev Nuclear Research Center (Dimona)	69
5.3.3	Rafael Yodefah	72
5.3.4	Spaltbare materialer	72
5.4	<i>The Vela Incident</i>	72
5.5	Leveringsmidler	74
5.5.1	Landbaserte, ballistiske missiler	74
5.5.2	Fly	76
5.5.3	Ubåter	76
5.6	Mulig kjernevåpenarsenal	77
5.7	Oppsummering og kommentarer	78

<b>6</b>	<b>Iran</b>	<b>79</b>
6.1	Tidligere vurderinger	80
6.2	Teknologisk utvikling	80
6.2.1	Utvidelse av anrikningskapasiteten i Natanz	81
6.2.2	Mer avanserte gassentrifuger	82
6.2.3	Anrikningsanlegget i Fordow	86
6.2.4	Nye anrikningsanlegg	91
6.2.5	Bushehr kjernekraftverk	92
6.2.6	Uranproduksjon	92
6.3	Verifikasjonssituasjonen	93
6.4	Kjernevåpenintensjoner?	94
6.5	Mulighet for kjernevåpenutvikling	97
6.5.1	Rekonfigurering av FEP for produksjon av våpenuran	100
6.5.2	Videre anrikning av lavanriktet uran til våpenkvalitet	102
6.5.3	Kun produksjon av våpenuran i Fordow	103
6.6	Missilutvikling	104
6.6.1	Mellomdistansemissilene Ghadr og Sejil	105
6.6.2	Silobaserte missiler	107
6.6.3	Qiam og BM-25	108
6.6.4	Iranske romraketter	109
6.7	Forhandlingsforsøk	110
6.7.1	TRR-avtalen	110
6.7.2	Heinonens forslag	113
6.7.3	Lavrovs forslag til veikart	114
6.8	Utfordringer for det iranske atomprogrammet	114
6.8.1	Sanksjoner	115
6.8.2	Dataormen Stuxnet	116
6.8.3	Attentater	117
6.8.4	Interne utfordringer	117
6.9	Oppsummering og kommentarer	118
<b>7</b>	<b>Syria</b>	<b>120</b>
7.1	Bakgrunn	120
7.2	En mystisk boks i ørkenen	120
7.3	Grunnlaget for "Operasjon frukthage" ut i offentligheten	123
7.4	IAEAs undersøkelser	126
7.4.1	Egnet infrastruktur for en reaktor?	126
7.4.2	Mistenkelige anskaffelser	127
7.4.3	Miljøprøveanalyser	127

7.4.4	Andre mistenkelige anlegg	129
7.5	Oversendelse til Sikkerhetsrådet	131
7.6	Aktuelle leveringsmidler for kjernevåpen	133
7.7	Oppsummering og kommentarer	133
<b>8</b>	<b>Oppsummering og overordnede vurderinger</b>	<b>134</b>
	<b>Referanser</b>	<b>136</b>
	<b>Forkortelser og enheter</b>	<b>157</b>
	<b>Appendix A Relevante FFI-publikasjoner</b>	<b>159</b>
A.1	FFI-rapporter	159
A.2	Andre publikasjoner	161



## Forord

Denne rapporten er en oppfølging av FFIs tidligere rapporter om atomprogrammene i diverse stater. Den er en delleveranse i FFIs prosjekt 1149 ”Masseødeleggelsesvåpen – trussel og beskyttelse II,” men stiller ikke krav til forkunnskaper og bør kunne leses av alle som er interessert i problemstillinger rundt spredning og nedrustning av kjernevåpen.

Stoffmengden er omfattende, og det har vært naturlig at kapitlene med beskrivelser av hvert enkelt lands atomprogram er skrevet av den eller de av forfatterne med best kjennskap fra før til det aktuelle landet. Fordelingen er slik:

<b>Stat</b>	<b>Kapittel</b>	<b>Forfatter(e)</b>
India	2	Elin Enger
Pakistan	3	Hanne Breivik
Nord-Korea	4	Halvor Kippe
Israel	5	Steinar Høibråten
Iran	6	Halvor Kippe og Hege Schultz Heireng
Syria	7	Halvor Kippe

Det har ikke vært til å unngå at arbeidet med de enkelte statene ble avsluttet på noe ulike tidspunkter. Dette vil framgå av de enkelte kapitlene.



## 1 Innledning

Ved inngangen til 2011 var det stadig et rikholdig utvalg av kjernevåpen i verden. Som det framgår av Tabell 1.1, fantes det da anslagsvis ca. 20 000 kjernefysiske stridshoder totalt fordelt på 8-9 stater. Denne rapporten tar ikke for seg kjernevåpenutviklingen i de etablerte kjernevåpenstatene (USA, Russland, Storbritannia, Frankrike og Kina), men diskuterer andre kjente kjernevåpenstater (India, Pakistan og Nord-Korea), én sannsynlig kjernevåpenstat (Israel) og to stater som har vært omtalt i media med mulig kjernevåpenrelaterte atomprogrammer (Iran og Syria). Det ble også vurdert å inkludere Myanmar (Burma) i rapporten, men omfanget, troverdigheten og substansen i mistankene mot Myanmars påståtte kjernevåpenambisjoner anses ikke tilstrekkelige til å vie landet spesiell oppmerksomhet denne gang. De politiske endringene i Myanmar taler også for mindre bekymring i så måte.

De aktuelle statene har ulik folkerettslig status når det gjelder kjernevåpen. De aller fleste stater i verden (189) har tiltrådt Ikke-spredningsavtalen for kjernevåpen (*the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons*, ofte referert til som *NPT*), som trådte i kraft i 1970. Avtalen forbyr i korthet de stater som har kjernevåpen eller kunnskap om slike å dele dette med ikke-kjernevåpenstater, og tilsvarende forbyr den ikke-kjernevåpenstater å tilegne seg kjernevåpen fra andre stater og å skaffe seg slike våpen selv. *NPT* er *ikke* undertegnet av India, Israel og Pakistan som derfor ikke er folkerettslig forpliktet til å la være å utvikle kjernevåpen. *NPT* gir en spesiell status som *kjernevåpenstat* til de landene som allerede hadde prøvesprengt

*Tabell 1.1 Totalt antall kjernefysiske stridshoder i verden pr. januar 2011. Anslaget er utarbeidet av Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) [1]. "Utplasserte" stridshoder befinner seg på missiler eller på operative baser; "Inaktive" stridshoder holdes i reserve, avventer opphugging eller krever noe forarbeid før de kan settes inn. Totalsummen for Kina er ikke i samsvar med foregående kolonne fordi landet antas å ha 200 stridshoder som er øremerket for innsats og ytterligere noen (ca. 40) i reserve.*

Stat	Antall kjernefysiske stridshoder		
	Utplasserte	Inaktive	Totalt
USA	2150	6350	~8500
Russland	2427	8570	~11000
Storbritannia	160	65	225
Frankrike	290	10	~300
Kina		200	~240
India		80-100	80-100
Pakistan		90-110	90-110
Israel		~80	~80
Nord-Korea			?
<b>Totalt</b>	<b>~5027</b>	<b>~15500</b>	<b>~20530</b>

kjernevåpen før avtalen ble til (formelt før 1. januar 1967). Disse statene behøver ikke å inngå avtaler med Det internasjonale atomenergibyrået (IAEA) om *sikkerhetskontroll (safeguards)* av sine kjernefysiske anlegg, noe alle ikke-kjernevåpenstater er forpliktet til gjennom sitt medlemskap i NPT. Ikke-kjernevåpenstater må ifølge avtalens artikkel III framforhandle en fullstendig sikkerhetskontrollavtale, *Comprehensive Safeguards Agreement*, som gjelder alle anlegg og alle kjernefysiske materialer i hele staten. Stater som ikke er bundet av NPT kan forhandle fram avtaler som gjelder enkeltanlegg.

Flere av statene som omtales her har vært tema for tidligere FFI-studier. Det gjelder India, Pakistan, Nord-Korea og Iran. Det henvises til de tidligere arbeidene i de enkelte kapitlene, men det er ingen forutsetning for å lese denne rapporten at en har lest de tidligere rapportene. Teknisk interesserte lesere kan også referere til FFIs rapporter om anrikning av uran [2] og reprosessering for utvinning av plutonium [3]. En liste over aktuelle FFI-publikasjoner finnes i Appendix A.

Rapporten fokuserer på den teknologiske utviklingen i de aktuelle landene, altså den kjernefysiske brenselssyklusen, våpnene og leveringsmidlene. Det er verken mulig eller ønskelig å distansere seg helt fra den historiske og politiske konteksten, men rapporten tar generelt ikke stilling til hvorfor enkelte land kan ønske seg kjernevåpen eller deres intensjoner med dem.

## 2 India

Indias kjernevåpenprogram har tidligere blitt vurdert ved FFI og er grundig omtalt i de to rapportene ”Indias kjernevåpenprogram” (2003) [4] og ” En vurdering av Indias og Pakistans kjernevåpenprogrammer” (2004) [5]. I tillegg er det utgitt rapporter om de kjernefysiske prøvesprengningene i India og Pakistan [6] og om forholdet mellom India og Pakistan [7]. I dette kapittelet ser vi på utviklingen fra 2004 og fram til 2010. En oversikt over Indias kjernefysiske anlegg finnes i Figur 2.1.



Figur 2.1 Kart over Indias kjernefysiske anlegg. (Fra Indias Department of Atomic Energy [8]).

## 2.1 Tidligere vurderinger

Hovedkonklusjonen i FFIs tidligere rapporter om Indias kjernevåpenprogram var at India hadde en godt utbygd kjernefysisk infrastruktur og sannsynligvis allerede i 2004 hadde produsert nok fissilt materiale, hovedsaklig plutonium, til 60–120 stridshoder. I tillegg ble produksjonen av nytt våpenmateriale anslått til tilstrekkelig til mellom fire og seks nye våpen per år. Det ferdige arsenalet leveringsklare stridshoder ble anslått til mellom 30 og 40 i 2004.

## 2.2 Teknologisk utvikling

### 2.2.1 Plutoniumproduksjon

Helt fra starten av har India basert sin kjernefysiske infrastruktur, også kjernekraftverkene, på bruk av tungtvannsmodererte reaktorer med naturlig (ikke anrikt) uran. Slike reaktorer er spesielt godt egnet for produksjon av våpenplutonium, og våpenprogrammet er da også basert på plutonium. I dag har India dessuten et urananrikningsprogram (mer om dette i avsnitt 2.2.2).

Plutoniumet i kjernevåpenprogrammet har til nå blitt produsert i de to reaktorene Cirus og Dhruva. Cirus er en gammel reaktor som gikk kritisk første gang i 1960, og kilder (for eksempel [9]) tyder på at det er planer om å stenge den snart. Denne reaktoren ble i sin tid bygget ved hjelp av Canada mot forsikringer om at den kun skulle brukes til fredelige formål, og det vil derfor også omdømmemessig være en fordel for India å avslutte plutoniumproduksjonen i denne reaktoren.

India har én hurtig formeringsreaktor i dag, og er i ferd med å utvikle en ny, *Prototype Fast Breeder Reactor* (PFBR). Denne reaktoren regnes som et militært prosjekt, og omfattes ikke av sikkerhetstiltak under den kjernefysiske samarbeidsavtalen mellom USA og India (se avsnitt 2.4.2). Det kan dermed tenkes at denne reaktortypen i fremtiden vil bli brukt til å produsere plutonium til våpenprogrammet.

India har små naturlige uranforekomster, men store forekomster av thorium. Landet har drevet omfattende forskning rundt mulighetene for å bruke thorium i reaktorbrensel, men disse reaktorene ser fremdeles ut til å være på forsøksstadiet. En eventuell thoriumreaktor vil blant annet produsere uranisotopen uran-233 som også er egnet som bombemateriale.

### 2.2.2 Urananrikning

India har eksperimentert med urananrikning siden 1970-tallet ved et anlegg drevet av *Bhabha Atomic Research Centre* (BARC) i Mumbai. Nå har India i tillegg et større anrikningsanlegg for uran drevet av det indiske *Department of Atomic Energy* (DAE) i Rattehalli i Mysore. Anlegget ble sannsynligvis påbegynt rundt 1985, og har fungert riktig og vært i drift siden omkring 1997 ([4], [10]). Dette anlegget kalles gjerne *Rare Materials Project*, RMP. Anlegget er militært, og utbyttet er hemmelig. Den uavhengige tenketanken *Institute for Science and International Security* (ISIS) anslo i 2007 at anlegget hadde mellom 2000 og 3000 sentrifuger og en total

kapasitet på omkring 9600 SWU<sup>1</sup>. ISIS fant også grunn til å mene at anlegget skulle utvides videre med 3000 nye sentrifuger, noe som ville gi en kapasitetsøkning på 15 000 SWU [10]. Antakelsen om utvidelsen av anlegget ble ytterligere styrket av satellittbilder i 2010 [11].

Det er vanskelig å finne teknisk informasjon om indisk sentrifugedesign. I sin årsrapport for 2009-2010 oppgir imidlertid det indiske forsvarsdepartementet at de har et samarbeid med det offentlige selskapet *Mishra Dhatu Nigam Limited* (MIDHANI) i Hyderabad som blant annet innebærer produksjon av mareldet stål<sup>2</sup> til kjernefysiske formål. Det gir grunn til å anta at dette brukes i sentrifugene. [12]

FFI har tidligere antatt at uranet som produseres hovedsaklig er ment som reaktorbrensel til et atomubåtprogram og ikke som direkte våpenmateriale. Indias nye atomubåtklasse (se delkapittel 2.5) er utviklet i nært samarbeid med Russland, og selv om selve reaktoren skal være egenutviklet, virker det sannsynlig at teknologien som brukes har mye til felles med teknologi som har vært brukt i russiske atomubåter. Uran for bruk i russiske ubåtreaktorer anrikes gjerne til mellom 20 % og 40 % uran-235, noe som regnes som høyanriket, men likevel er en god del lavere anriket enn det som praktisk kan brukes som bombemateriale.

Det har tidligere vært antydnet at anrikingsanleggene også skulle brukes til å produsere lavanriket uranbrensel til nye lettvannsreaktorer.<sup>3</sup> Etter at den nye samarbeidsavtalen mellom India og USA ble vedtatt (se avsnitt 2.4.3) har dette blitt mindre sannsynlig, ettersom det vil være mer økonomisk for India å importere brensel til disse reaktorene.

Selv om Indias enkle kjernevåpen er basert på plutonium, ikke høyanriket uran, kan det tenkes at anriket uran fra Rattehalli-anlegget kan inngå i mer avanserte våpen, som hydrogenbomber eller termonukleære våpen. Offisiell indisk informasjon frigitt i forbindelse med prøvesprengningene i 1998 indikerte at en av sprengningene var en del av en termonukleær bombe. Det er imidlertid usikkert om denne prøvesprengningen var vellykket. [6]

### 2.3 Leveringsmidler

Hovedtyngden av Indias kjernefysiske våpenkapasitet har til nå sannsynligvis vært flyleverte bomber. India har mange typer jagerfly som alle i teorien kan brukes til å levere kjernefysiske bomber. I forbindelse med kjernevåpenprogrammet omtales som regel den britiske Jaguar IS / IB-typen (indisk navn *Shamsher*, sverd) eller den franske Mirage-2000-typen (indisk navn *Varja*, torden). I tillegg kommer en ny flytype, SU-30MKI, utviklet i samarbeid med den russiske flyfabrikken Sukhoi. Denne flytypen er for tiden under utprøving.

---

<sup>1</sup> SWU står for *Separative Work Units* og er en ganske komplisert enhet som brukes som mål for anrikningsarbeid.

<sup>2</sup> Mareldet stål (*maraging steel*) er en spesialkvalitet som brukes i spesielt utsatte komponenter i blant annet sentrifuger for anrikning av uran. Slikt stål er vanskelig å produsere og er underlagt eksportkontroll.

<sup>3</sup> Betegnelsen lettvann angir vanlig vann (H<sub>2</sub>O) og brukes gjerne for å understreke at det ikke er snakk om tungtvann (D<sub>2</sub>O).



## India

India har lenge hatt som uttalt politikk ikke å anskaffe missiler med interkontinental rekkevidde, dvs. rekkevidde over 5000 km. Det mest avanserte missilet India er i ferd med å utvikle (Agni V) skal imidlertid ha en rekkevidde på omkring 5000 km, og det diskuteres i offentligheten om denne politikken bør endres (se for eksempel [13] og [14]).

India har hatt flere missilprogrammer gjennom en årrekke. Fra tidlig 1980-tall til 2008 ble det utviklet egne missiler under programmet *Integrated Development of Guided Missile Programme* (IDGMP). Bakke-til-bakke kort- og mellomdistansemissilgruppene *Prithvi* (jord) og *Agni* (ild) (jf. Figur 2.2) som begge kan ha kjernefysisk kapasitet, er utviklet under dette programmet. I tillegg er det utviklet to bakke-til-luft-systemer, *Trishul* og *Akash*, og et antitank-missil, *Nag*. Alle disse missilsystemene ble utviklet av den indiske *Defence Research and Development Organisation* (DRDO), med hovedkvarter i New Delhi. I 2008 ble IDGMP avsluttet med henvisning til at India i fremtiden vil satse kun på missilutvikling i samarbeid med utenlandske partnere [15].



Figur 2.2 Agni II under "Republikkens dag 2004 (Wikimedia Commons/Antônio Milena (ABr)).

India har også tidligere utviklet missiler i samarbeid med andre land. Det viktigste er kryssermissilet *BrahMos*, som er utviklet over mange år i samarbeid med Russland. India har også et samarbeidsprogram med Israel om utviklingen av et langdistanse bakke-til-luft-missil som kalles *Barak 2*, og et med det europeiske selskapet MBDA om et missil som foreløpig kalles *Maitri* [16;17].

En oversikt over de ulike indiske missilene finnes i Tabell 2.1.



Tabell 2.1 Indiske missiler [12;16-24].

Navn	Type	Antatt rekkevidde (km)	Test-oppskytninger	Kjernefysisk	Nyttelast (kg)	Operativt	Kommentar
Agni I	Kortdistanse ballistisk	700	Ja,	Ja	1000 +	Ja	Egenutviklet, fast drivstoff
Agni II	Mellomdistanse ballistisk	15 -1700	Ja, 2004	Ja	1000 +	Under utprøving	Egenutviklet fast drivstoff (tostadie)
Agni III	Mellomdistanse ballistisk	> 3000	Ja, 2008	Ja	2000 ?	Kanskje	Egenutviklet fast drivstoff (tostadie)
Agni IV	-	-	-	-	-	-	Eksistens usikker
Agni V	Langdistanse ballistisk	5000	Ja	Ja		Nei	Egenutviklet
Prithvi I (SS-150)	Kortdistanse ballistisk	150	Ja	Ja	1000	Ja	Egenutviklet, flytende drivstoff
Prithvi II (SS-250)	Kortdistanse ballistisk	25	Ja	Ja	500	Ja	Egenutviklet, flytende drivstoff
Prithvi III (P.3)	Kortdistanse ballistisk	300 -350	Ja, 2004	Ja	500-1000	Kanskje	Egenutviklet, fast drivstoff (tostadie)
Dhanush	Sjøbasert kortdistanse ballistisk	350	Ja, 2009	Ja	500-750	Kanskje	Sjøversjon av Prithvi II
K-15/ Sagarika	Ubåtmissil	700	Ja, 2008	Ja	500	Nei	Holdes hemmelig, basert på russisk K-S?
K-15/ Shourya	Landbasert missil		Ja, 2008	Ja	500	Nei	Holdes hemmelig, skal ikke kunne sees fra satellitter
BrahMos, land	Kryssermissil, supersonisk	290	Ja, 2004 (Block II 2009)	Nei	250-300	Ja	Samarbeid med Russland
BrahMos, sjø	Kryssermissil, supersonisk	290	Ja, 2004	Nei	250-300	Ja	Samarbeid med Russland
BrahMos, luft	Kryssermissil, supersonisk		Nei	Nei	-	Nei	Skal integreres i Sukhoi-30 MKI-fly
Nirbhay	Kryssermissil, langdistanse	800-1000	Nei	Kanskje		Nei	Skal integreres i Sukhoi MKI-fly
Trishul	Bakke-til-luft		Ja, 2005	Nei			Egenutviklet, skal være mer avansert enn Akash
Akash	Bakke-til-luft	25	Ja, 2005	Nei		Under utprøving	Egenutviklet
Astra	Luft-til-luft		Ja, 2007	Nei		Nei	Egenutviklet
Nag	Antitank	4	Ja, 2005	Nei		Nei	Egenutviklet
Barak 2	Bakke-til-luft, langdistanse		2010			Nei	Samarbeid med Israel
Maitri	Kortdistanse, bakke-til-luft		Nei				Samarbeid med Frankrike, under oppstart

### 2.3.1 Ballistiske missiler

India har to klasser egenutviklede, landbaserte ballistiske missiler, *Prithvi* (jord) og *Agni* (ild).

Prithvi-missilene er ballistiske kortdistansemissiler som skytes opp fra permanente plattformer, mens Agni er langdistansemissiler laget for å kunne skytes opp fra mobile plattformer.

## India

### 2.3.1.1 Prithvi I, II og III

Prithvi-missilene er utviklet i India av DRDO i Hyderabad. Utviklingsarbeidet startet i 1983 og den første oppskytingen ble foretatt i 1988. Det finnes nå tre versjoner av missilet beregnet for oppskyting fra land, Prithvi I, II og III (jf. Figur 2.3 og Figur 2.4), samt en versjon for oppskyting fra skip, *Dhanush* (se avsnitt 2.3.1.3).

Prithvi-I er et ballistisk kortdistansemissil med en rekkevidde på 150 km. De siste årene har det vært foretatt en rekke prøveoppskytinger av Prithvi II. Dette missilet skal ha en rekkevidde på 290 km og en nyttelast på 500 kg, mindre enn Prithvi I [19;22].

Ifølge *Nuclear Notebook* i *Bulletin of the Atomic Scientist* [25] var Prithvi I det eneste indiske missilet som CIA antok var utstyrt med kjernefysisk stridshode per 2008. *Jane's Strategic Weapon Systems* skrev imidlertid i en oversiktsartikkel samme år [19] at det er mer sannsynlig at Agni I-missilet ville blitt utstyrt med kjernefysiske stridshoder enn Prithvi I og II som bruker flytende drivstoff.

### 2.3.1.2 Agni I, II, III og V

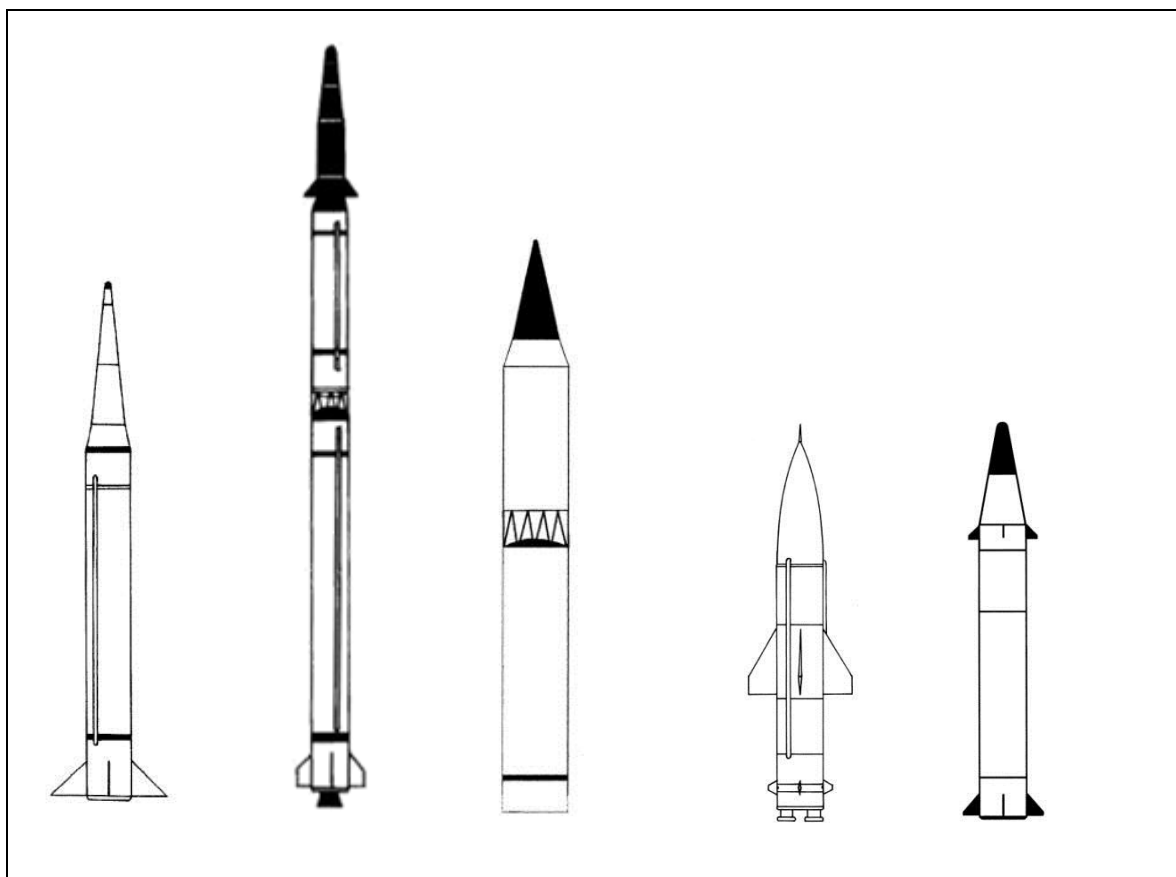
I likhet med Prithvi-missilene er missilene i Agni-klassene utviklet i India av DRDO. De er større og har lengre rekkevidde og større nyttelast enn Prithvi-missilene. Utviklingen startet allerede på slutten av 1970-tallet. Det første missilet som ble utviklet kalles nå bare Agni, mens det finnes tre andre typer Agni-missiler som har vært gjennom testoppskytinger. Disse kalles Agni I, II og III (se Figur 2.3). [18]

Alle Agni-missilene er landbaserte kort- og mellomdistansemissiler som benytter fast drivstoff og skal kunne skytes opp fra mobile oppskytningsramper. Den nyeste typen, Agni III, skal ha en rekkevidde på 3500 km. Denne missiltypen har vært gjennom flere vellykkete prøveoppskytinger, den siste i februar 2010 [23]. Et nytt, missil, Agni IV som skulle være en videreutvikling av Agni III finnes omtalt i noen kilder, men det synes ikke å være noen konkrete planer om testoppskytinger av dette missilet. Derimot er det planlagt oppskyting av et missil ved navn Agni V allerede i 2011 [26].<sup>4</sup> Dette missilet skal ha en rekkevidde på 5000 km.

Agni-missilene har en nyttelast på 1000–2000 kg, og utvikles med tanke på å bære kjernefysiske stridshoder. En talsmann for DRDO hevdet i 2010 at Agni-missilene skal utstyres med flere uavhengige stridshoder (*Multiple Independently Targetable Re-entry Vehicles (MIRV)*) [27].

---

<sup>4</sup> Ifølge NTB og Aftenposten ble det gjennomført en prøveoppskyting av Agni V 19. april 2012.



Figur 2.3 Henholdsvis Agni I, II og III, og Prithvi I/II og III, i omtrentlig størrelsesforhold. Fra *Jane's Strategic Weapons Systems* ([18] og [19]).

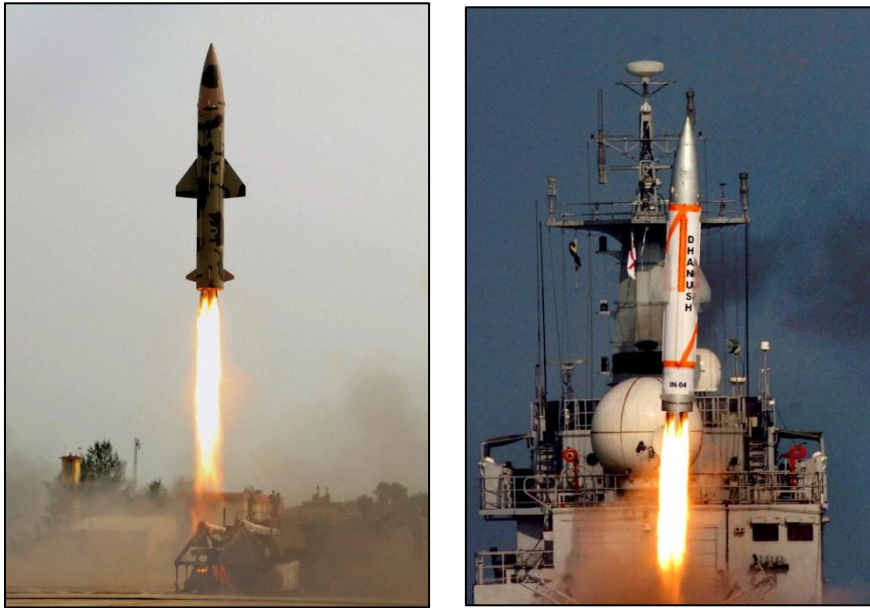
### 2.3.1.3 Sjøbaserte ballistiske missiler

Missilet *Dhanush* (bue) skal være en sjøbasert versjon av Prithvi II ment for oppskyting fra skip [21;22;28]. Dette innebærer at missilet i likhet med Prithvi II også vil ha kjernefysisk kapasitet. Det har blitt gjennomført flere vellykkete testoppskytinger av missilet etter 2010 (jf. Figur 2.4).

Det knytter seg mye hemmelighetskremmeri rundt det indiske *Sagarika*-missilet. Forskjellige kilder antyder at *Sagarika* er enten et spesifikt missil beregnet for oppskyting til havs eller navnet på et utviklingsprogram for slike missiler. Indiske offisielle kilder har også hevdet at det ikke finnes noe missil med navn Sagarika ([19;20;25]).

Nyere kilder [29;30] tyder på at *Sagarika* har vært eller er navnet på et program for utvikling av missiler som kan skytes ut fra ubåter under vann. Missilprogrammet blir også i noen kilder (f. eks.[21] og [20]) kalt K-15. I 2008 ble det foretatt en prøveoppskyting av et slikt missil fra en undervannsplattform. Rekkevidden skal være 700 km, og missilet skal kunne utstyres med kjernefysiske stridshoder.

Et annet tilsvarende missil, *Shaurya*, skal være utviklet under det samme programmet for å kunne skytes ut fra underjordiske plattformer (siloer) på land.



Figur 2.4 Prithvi og Dhanush under testopp skytninger i 2011 (Scanpix).

### 2.3.2 Kryssermissiler

*BrahMos* er en indisk kryssermissiltype utviklet i nært samarbeid med Russland. Det er utviklet BrahMos-missiler både for sjø- og landbaserte plattformer, samt en type som skal integreres i de nye jagerflyene SU-30-MKI som er under utvikling. Missilene skal kunne oppnå supersoniske hastigheter opptil 2,8 ganger lydhastigheten og ha en rekkevidde på 290 km, men de skal ikke ha kjernefysisk kapasitet. Den første vellykkete prøveopp skytningen av et Brahmos-missil fant sted i 2004, og i 2009 ble en ny, videreutviklet variant testet ut. Både den indiske hæren og marinen skal ha tatt i bruk den første versjonen av disse missilene [31-33].



Figur 2.5 Kryssermissilet BrahMos (Wikimedia Commons/"One half 3544").

## 2.4 Andre utviklingstrekk

### 2.4.1 Forholdet til nabostatene

Av alle Indias naboland er det først og fremst Kina og Pakistan som er viktige for dimensjoneringen av forsvaret. Begge landene har kjernevåpen. Kina utførte sin første prøvesprengning i 1964 og er derfor midlertidig anerkjent som kjernevåpenstat under NPT. Pakistan har også kjernevåpen, men er, på samme måte som India, ikke anerkjent som kjernevåpenstat og har aldri undertegnet NPT. India har grensekonflikter gående med begge disse landene.

Forholdet mellom India og Pakistan har vært anstrengt i mange år. Siden 2004 har landene likevel innledet bilaterale forhandlinger om såkalte *confidence building measures* innen det kjernefysiske området. Begge land har erklært et moratorium for kjernefysiske tester. Mer om dette finnes i avsnitt 3.6.1 i kapittelet om Pakistans atomprogram.

Selv om Indias forhold til Kina ikke er like anstrengt som forholdet til Pakistan, ser det ut til at det i stor grad er Kinas militærkapasitet som er dimensjonerende for Indias forsvar. Særlig gjelder dette innenfor marinen. Vi kan se at India er i ferd med å anskaffe en atomubåtkapasitet som Kina allerede har, og begge land driver intens utvikling av konvensjonelle marinebaser. Pakistan har derimot en svært liten marine.

### 2.4.2 Kjernekraft

India har helt siden uavhengigheten i 1947 hatt ambisjoner om å utvikle kjernekraft for energiproduksjon. Dette har ført til en betydelig forskningssatsning. Landet har i dag 19 kjernereaktorer i drift. Disse er til sammen på ca. 4000 MW<sub>e</sub> og produserer 15 TWh årlig. Mange anlegg er under bygging, men selv når alle disse anleggene er ferdige, vil ikke de sivile indiske kjernekraftverkene produsere mer enn om lag 6000 MW<sub>e</sub>, omtrent det samme som Belgia i dag [34]. Se også Tabell 2.2.

Ettersom India kun har små forekomster av uran, men svært store forekomster av thorium, har mye av satsningen dreiet seg om utvikling av thoriumbaserte kraftverk. Flere forskningsreaktorer er bygget, deriblant *Fast Breeder Test Reactor* (FBTR) i Kalpakkam, og en ny større *Prototype Fast Breeder Reactor* (PFBR) skal bygges på samme sted [35]. Denne har vært under planlegging siden midten av 1980-tallet, og skal nå være nær oppstart. Reaktoren er ifølge indiske myndigheter først og fremst ment til kraftproduksjon, men den defineres likevel som et militært anlegg som ikke omfattes av internasjonal sikkerhetskontroll i Indias avtale med Det internasjonale atomenergibyrået (IAEA) (se avsnitt 2.4.3). Dette kan skyldes at reaktoren vil benytte plutonium i brenselet og at dette knytter den til Indias plutoniumproduksjon for militære formål.

Tabell 2.2 Kjernekraftreaktorer i India i 2010 (fra [36], oppdatert basert på [37], [38], [39] og [40]). PFBR er en ny Prototype Fast Breeder Reactor som bygges i Kalpakkam.

Navn	Type	Effekt (MW <sub>e</sub> )	Oppstartsdato	Sikkerhetskontroll (per juni 2006)	Åpnes for sikkerhetskontroll
<i>I bruk</i>					
Kaiga-1	PHWR	220	16. nov. 2000	Nei	Militært anlegg
Kaiga-2	PHWR	220	16. mar. 2000	Nei	Militært anlegg
Kaiga-3	PHWR	220	6. mai 2007	Nei	Militært anlegg
Kaiga-4	PHWR	220	27. nov 2010	Nei	Militært anlegg
Kakrapar-1	PHWR	220	6. mai 1993	Nei	2012
Kakrapar-2	PHWR	220	1. sep. 1995	Nei	2012
Madras-1 <sup>5</sup>	PHWR	170	27. jan. 1984	Nei	Militært anlegg
Madras-2 <sup>4</sup>	PHWR	220	21. mar. 1986	Nei	Militært anlegg
Narora-1	PHWR	220	1. jan. 1991	Nei	2014
Narora-2	PHWR	220	1. juli 1992	Nei	2014
Rajasthan-1 <sup>6</sup>	PHWR	100	16. des. 1973	Ja	Før 2006
Rajasthan-2 <sup>5</sup>	PHWR	200	1. apr. 1981	Ja	Før 2006
Rajasthan-3 <sup>5</sup>	PHWR	220	1. jun. 2000	Ja	2010
Rajasthan-4 <sup>5</sup>	PHWR	220	23. des. 2000	Ja	2010
Rajasthan-5	PHWR	220	4. feb. 2010	Ja	2009
Rajasthan-6	PHWR	220	31. mar. 2010	Ja	2009
Tarapur-1	BWR	160	28. okt. 1969	Ja	Før 2006
Tarapur-2	BWR	160	28. okt. 1969	Ja	Før 2006
Tarapur-3	PHWR	540	18. aug. 2006	Nei	Militært anlegg
Tarapur-4	PHWR	540	12. sep. 2005	Nei	Militært anlegg
<i>Under bygging</i>					
Kudankulam-1 <sup>7</sup>	VVER	1000	aug. 2011	Ja	Før 2006
Kudankulam-2	VVER	1000	mai 2012	Ja	Før 2006
Rajasthan-7	PHWR	700	jun. 2016	Under planlegging	
Rajasthan-8	PHWR	700	des. 2016	Under planlegging	
PFBR	Fast Breeder	500	2013?	Nei	Militært anlegg

### 2.4.3 USA-India-avtalen

Etter langt tids forhandlinger inngikk USA og India i 2006 en avtale om kjernefysisk samarbeid. Avtalen setter et skille mellom militære og sivile kjernefysiske anlegg, og krever jevnlig internasjonal sikkerhetskontroll i de sivile anleggene (se Tabell 2.2). Til gjengjeld gir dette India muligheter til å kjøpe materialer til disse anleggene på det internasjonale markedet. Sikkerhetskontrollavtalen mellom India og IAEA ble ferdig i 2008 [41].

<sup>5</sup> Madras-reaktorene er omtalt i [4] ved forkortelsen MAPS, *Madras Atomic Power Station*

<sup>6</sup> Rajasthan-reaktorene er omtalt i [4] ved forkortelsen RAPS, *Rajasthan Atomic Power Station*

<sup>7</sup> Høsten 2012 meldes det at den ene Kudankulam-reaktoren er i drift.

Dette var svært omstridt internasjonalt. NPT er ment å sikre samarbeid innenfor det kjernefysiske utviklingsområdet mellom stater under forhold som garanterer mot våpenutvikling. Statene må ifølge artikkel III i NPT framforhandle en såkalt *Comprehensive Safeguards Agreement* (IAEA/INFCIRC/153 er en modell for slike avtaler), som pålegger ikke-kjernevåpenstater å deklare alle nukleære anlegg og gi IAEA rett til å inspisere disse. India står utenfor denne avtalen og har utviklet egne kjernevåpen. Avtalene mellom India og IAEA er såkalte INFCIRC/66-type avtaler, som gjelder kun enkeltanlegg som er deklart som sivile anlegg, tilsvarende avtalene IAEA har med de fem kjernevåpenstatene som er godkjent under NPT. INFCIRC-66-type avtaler gjelder altså frivillig sikkerhetskontroll for stater som ikke er bundet av NPTs artikkel III. Med den nye samarbeidsavtalen vil nå India likevel kunne nyte godt av internasjonalt samarbeid som tidligere har vært forbeholdt stater som har undertegnet NPT. Motstanderne av samarbeidsavtalen mener at slike avtaler med kjernevåpenstater som står utenfor NPT bidrar til å undergrave denne.

Avtalen vil også gjøre India i stand til å bygge flere sivile kjernefysiske anlegg, og selv om disse ikke kan benyttes til våpenproduksjon, vil dette frigjøre kapasitet i de militære anleggene. Det er også i praksis umulig å hindre flyt av kompetanse og teknologi mellom sivile og militære anlegg.

Innenfor India har derimot motstanden mot samarbeidsavtalen vært motsatt rettet, enkelte grupper mener avtalen setter for store begrensninger på India.

Til tross for dette ble avtalen godkjent av *Nuclear Suppliers Group* (NSG) i 2006, noe som betyr at alle i gruppen kan handle med kjernefysiske materialer med India uten restriksjoner. Siden har India inngått spesifikke samarbeidsavtaler med Storbritannia [42], Canada [43] og Argentina [44].

## 2.5 Atomubåter

India har helt siden 1970-tallet arbeidet med utvikling av en egenprodusert indisk atomubåt, kalt *Advanced Technology Vessel* (ATV). Den første ferdige atomubåten, den 6000 tonn store *Arihant*, ble sjøsatt 26. juli 2009, og to til er planlagt bygget innen 2020 [30]. Utviklingen av ubåten har foregått i nært samarbeid med Russland. Ubåten skal bruke en 80 MW trykkvannsreaktor og skal kunne utstyres med opptil 12 missiler, sannsynligvis av K-15 / *Sagarika* typen (om missiler, se delkapittel 2.3). Ubåten er imidlertid ennå ikke ferdig utprøvd, og det antas at den kan settes i tjeneste tidligst i 2013.

Ubåttutviklingsprogrammet har vært utført i nært samarbeid med Russland. Det er antatt at *Arihant* er basert på en opprinnelig russisk design, men at reaktoren er en egen, indiskutviklet type [29].

India og Russland har også inngått en leasingavtale for ti år om bruk av en russiskprodusert atomubåt [45]. Ubåten er av Akula I-klassen, og vil få det indiske navnet *INS Chakra*<sup>8</sup>. Avtalen

<sup>8</sup> India leaste en russisk atomubåt av Charlie I-klassen mellom 1987 og 1991. Denne båten ble også kalt *INS Chakra*.

## India

med Russland omfatter også trening av et indisk mannskap på ca. 50 samt 8-10 offiserer til ubåten. Produksjonen av fartøyet har imidlertid vært preget av feil og forsinkelser<sup>9</sup>, og det har vært uklart når ubåten faktisk ville bli overført til indisk kontroll [47].

### 2.6 Indias kjernevåpendoktrine

India har foreløpig ikke offentliggjort sin kjernevåpendoktrine, men i det indiske forsvarsdepartementets årsrapport for 2004-2005 beskrives Indias kjernefysiske doktrine som basert på minimum troverdig avskrekking og ingen førstebruk. Nøyaktig hva som menes med minimum troverdig avskrekking er ikke spesifisert<sup>10</sup>. For øvrig uttrykker rapporten at India fremdeles ønsker å arbeide for kjernefysisk nedrustning, men at dette må gjelde for alle stater, *based on the principles of non-discrimination*. [49]

India og Pakistan har begge innført et moratorium for kjernefysisk testing (se også avsnitt 3.6.1). Derimot har India ikke sluttet seg til CTBT (*Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty*). Stans av prøvesprengninger er omdiskutert i India, ettersom det kan argumenteres for at en slik avtale vil føre til at landene som har hatt kjernefysiske våpen i mange år og har foretatt mange tester, får en urettmessig fordel i forhold til nye kjernevåpenstater som India. Dette er særlig viktig for India dersom prøvesprengningene i 1998 ikke omfattet en vellykket termonukleær test.

### 2.7 Oppsummering og kommentarer

India er en stat som er inne i en rivende utvikling, både økonomisk og teknologisk. Kjernefysisk teknologi er en del av denne utviklingen, og landet satser på kjernekraft som en viktig energikilde. Samarbeidsavtalen med USA vil trolig bidra til å fremme denne teknologien, først og fremst på sivil side, men ringvirkningene av dette vil trolig også nå det militære, kjernefysiske programmet.

De siste årene har også den militære utviklingen i India skutt fart, og landet har i dag egenutviklede missiler med en rekkevidde på opptil 3000 km, og flere missiler under utvikling, både alene og i samarbeid med andre land. I tillegg satser landet på utvikling av marinen med utvikling av egne kjernefysiske ubåter og leasingavtale for en russisk ubåt. Til sammen betyr dette at India om få år kan ha en full kjernefysisk triade med både flybårne bomber, bakkemissiler og ubåtmissiler.

---

<sup>9</sup> Den verste ulykken skjedde i november 2008, der en feil med brannslukningsanlegget i ubåten førte til at det ble sluppet ut freongass. Til sammen 20 verftsarbeidere og medlemmer av det russiske mannskapet døde, og 21 personer ble skadet. [46]

<sup>10</sup> Tidligere har India gitt uttrykk for at kjernevåpen også kan brukes som svar på angrep med biologiske eller kjemiske våpen [48].



## 3 Pakistan

FFI publiserte i 2004 en omfattende rapport om Pakistans kjernevåpenprogram [50]. I tillegg har det blitt utgitt rapporter om de kjernefysiske prøvesprengningene i India og Pakistan [6], om forholdet mellom India og Pakistan [5;7] og om spredningen av kjernevåpenteknologi videre fra Pakistan [51]. I denne rapporten ser vi på hvordan utviklingen har vært fra 2004 og fram til og med 2011.<sup>11</sup> For den historiske bakgrunnen henvises det til de tidligere publikasjonene.

### 3.1 Tidligere vurderinger

I 2004 anslo FFI at Pakistan kunne ha 30-70 stridshoder, basert på estimater av hvor mye uran Pakistan kunne ha produsert. Plutoniumvåpen ble nevnt som en teoretisk mulighet, men ble sett bort fra siden det ikke var kjent om Pakistan i det hele tatt produserte slike våpen. Det ble slått fast at Pakistan hadde en ikke ubetydelig anrikningskapasitet for uran og en beskjeden produksjon av plutonium.

### 3.2 Kjernefysisk arsenal

I 2009 anslo vestlige kilder at Pakistan hadde 70-90 stridshoder, og at de fremdeles økte antallet [53;54]. Av disse antas det at mindre enn 60 var operative per januar 2009 [55]. Ved utgangen av 2010 ble det antatt at Pakistan passerte 110 stridshoder [56-58]. Det ble også anslått at den samlede produksjonskapasiteten for uran og plutonium av våpenkvalitet tilsvarende 7-14 våpen i året [59]. En kilde [60] anslår at fem til åtte av disse stridshodene kan være plutoniumbaserte, mens daværende president Pervez Musharraf benektet plutoniumvåpen så sent som i 2006 [61]. En amerikansk bok utgitt i 2009 [62] hevder at Los Alamos National Laboratory påviste plutonium fra den siste pakistanske testen i 1998. Hvis dette stemmer, betyr det at Pakistan allerede har en mer kompakt plutoniumbasert design som kan leveres med ballistiske missiler (om missiler, se avsnitt 3.4.2). Basert på prøvesprengningene i 1998 antas det at Pakistan har våpen med sprengkraft mellom 5 kt og 10 kt. Med middels teknisk kompetanse vil det tilsvare uranvåpen med omtrent 20 kg HEU eller plutoniumvåpen med omtrent 3 kg plutonium [53].

Offisielle pakistanske kilder [61] har uttalt at landet akselererer kjernevåpenprogrammet og hevder at for ti potensielle mål kan et land ha behov for omkring 70 våpen for å ha en troverdig avskrekingskapasitet (mer om kjernevåpenpolicy i avsnitt 3.5.2). I kjølvannet av finanskrisen i 2009 har det kommet rapporter om at kjernevåpenprogrammet har måttet tåle kraftige budsjettkutt [63;64], men hvis det stemmer at Pakistan passerte 100 stridshoder i 2010, har foreløpig ikke kuttene rammet hardt. Hvis oppbygningen fortsetter i samme tempo, vil Pakistan snart gå forbi Storbritannia i antall stridshoder og bli den femte største atommakten.

---

<sup>11</sup> I april 2012 utga det svenske Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) en rapport om det Pakistanske kjernevåpenprogrammet [52] som samsvarer godt med våre konklusjoner.

### 3.3 Produksjon av fissilt materiale

Pakistan produserer både uran og plutonium selv. Landet har hele den kjernefysiske infrastrukturen fra uranruver via konverteringsanlegg til anrikningsanlegg for uran og videre plutoniumproduserende reaktorer og reprosesseringsanlegg. Dette er en nødvendighet, siden Pakistan står utenfor NPT og derfor i henhold til retningslinjene fra Nuclear Suppliers Group (NSG) er utelukket fra internasjonal handel med fissilt materiale og kjernefysisk teknologi. Tabell 3.1 gir en oversikt over de kjente anleggene i den pakistanske kjernefysiske infrastrukturen. Effekten fra reaktorer oppgis som megawatt termisk ( $MW_t$ ) (effekt produsert i reaktoren) eller megawatt elektrisk ( $MW_e$ ) (produsert elektrisk effekt i et kjernekraftverk).

#### 3.3.1 Anrikning

Nord-Korea er det eneste landet ved siden av Pakistan som man går ut i fra at produserer HEU til våpenbruk i dag. Pakistans produksjonskapasitet er begrenset av tilgangen til naturlig uran innenfor landets grenser. Deler av uranet går til brensel til den plutoniumproduserende reaktoren Khushab-I (se avsnitt 3.3.2). *International Panel on Fissile Materials (IPFM)* [65] anslo den årlige anrikningskapasiteten i 2009 til å være i størrelsesorden 30 000 SWU, noe som tilsvarer ca. 150 kg HEU av våpenkvalitet, gitt en konsentrasjon i restproduktet på 0,3 %. Dette er en klar økning fra anslaget FFI presenterte i 2004 (14 000–23 000 SWU per år). Kapasitetsøkningen har kommet ved bruk av mer avanserte sentrifuger ved anrikningsanlegget i Kahuta, som har operert siden tidlig på 1980-tallet, og sannsynligvis ved et nyåpnet anlegg i Gadwal, som påstås å videreanrike lavanriktet uran fra Kahuta. I tillegg bygges det nytt ved konverteringsanlegget for uranheksafluorid og uranmetall i Dera Ghazi Khan. [53;63]

De nye sentrifugedesignene skal være av type P-3 med en kapasitet på 12 SWU/år og type P-4 med 20 SWU/år [61]. Dette er en vesentlig forbedring fra designen som var i bruk på 1990-tallet (P-2) som hadde en ytelse på 3–5 SWU/år. Den samlede produksjonen i Pakistan fram til 2008 anslås til 2,4 tonn HEU, med en usikkerhet på 20 %. Hvis det trekkes fra 200–400 kg som sannsynligvis ble brukt til prøvesprengningene i 1998, har Pakistan rundt 2,1 tonn HEU til disposisjon. [53;65]

#### 3.3.2 Plutoniumproduksjon

Det antas at Pakistan hadde produsert omtrent 90 kg plutonium av våpenkvalitet fram til tidlig 2008 [53;65]. Nå kan det se ut som om plutonium er det nye satsningsområdet i programmet, med en opptrapping av antall anlegg egnet til plutoniumproduksjon [66]. Sammen med India, og kanskje Nord-Korea og Israel, er Pakistan den eneste staten som fortsetter med produksjon av plutonium for våpenformål.

##### 3.3.2.1 Plutoniumproduserende reaktorer

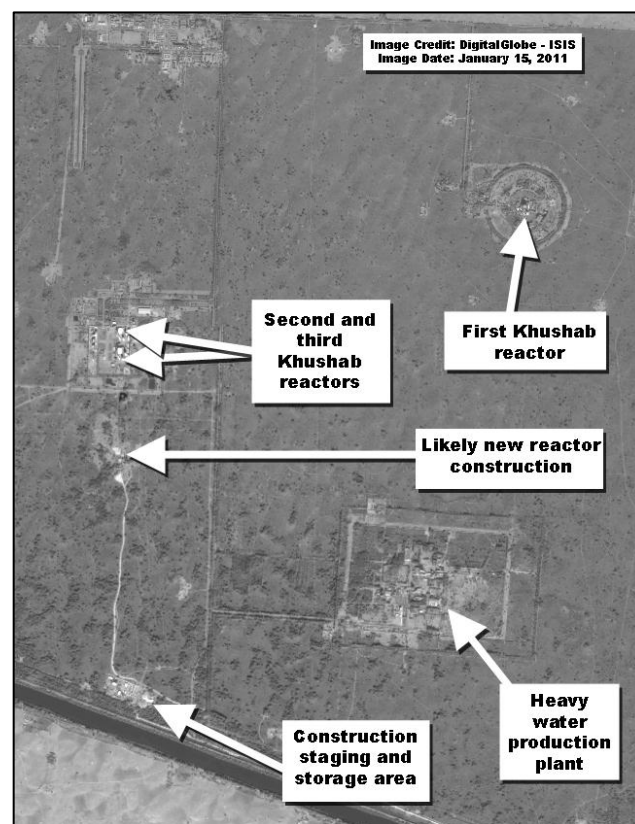
Pakistan anslås å produsere 10–12 kg plutonium, dvs. maksimalt tre til fire våpenekvivalenter, årlig for våpenformål i trykk tungtvannsreaktoren Khushab-I, som startet opp i 1998. Khushab-I er nærmere beskrevet i [50]. Fram til 2010 har dette vært den eneste operative plutoniumproduserende reaktoren i Pakistan. Siden 2001 har satellittbilder vist noe som ser ut

Tabell 3.1 Oversikt over kjernefysiske anlegg i Pakistan. Hentet fra [61] og [65].

Sted	Type	Materiale	Brensel	Dato	Kapasitet
<i>Utenfor sikkerhetskontroll</i>					
Dera Ghazi Khan	Urangruve, mineralbehandlingsanlegg, konverteringsanlegg	HEU		Tidlig på 1980-tallet	
Kahuta	Anrikning (Khan Research Laboratories)	HEU		1984	20 000-30 000 SWU/år
Gadwal (Wah)	Anrikning	HEU		?	?
Chaklala	Anrikning (pilotanlegg)	HEU		Bygd 1974	
Sihala	Anrikning (pilotanlegg)	HEU		Bygd 1978	
Golra	Anrikning (pilotanlegg)	HEU		Bygd 1987	
Multan	Tungtvannsfabrikk	Pu		1980	
Khushab	Tungtvannsreaktor	Pu		1997	40-50 MW <sub>t</sub>
Khushab	Tungtvannsfabrikk	Pu		?	
Khushab	Tungtvannsreaktor	Pu	Naturlig uran	Påbegynt 2001, sannsynligvis operasjonell 2010	
Khushab	Tungtvannsreaktor	Pu	Naturlig uran	Påbegynt 2005	
Khushab	Tungtvannsreaktor	Pu	Naturlig uran	Påbegynt 2011	
Chasma (Khushab)	Reprosesseringsanlegg	Pu		Påbegynt 1978, ukjent status 2012	50-100 tonn tungmetall/år
Rawalpindi	Reprosesseringsanlegg (New Laboratories) PINSTECH	Pu		Ferdigstilt 1981-82, operasjonell 2000	20-40 tonn tungmetall/år
Rawalpindi	Reprosesseringsanlegg (eksperimentelt) PINSTECH	Pu		?	
Khushab	Tritiumfabrikk			1987	Maksimalt 100 g /år
Chasma (Kundian)	Brenselfabrikk (Kundian Nuclear Complex 1, KNC-1)			1978	
<i>Under sikkerhetskontroll</i>					
Rawalpindi	Forskningsreaktor PARR-1, PINSTECH		LEU	1965	9 MW <sub>t</sub>
Rawalpindi	Forskningsreaktor PARR-2, PINSTECH		HEU	1989	27-30 kW <sub>t</sub>
Karachi	Kraftreaktor KANUPP PHWR		LEU	1972	137 MW <sub>e</sub>
Chasma (Kundian)	Kraftreaktor CHASNUPP-1 PWR		LEU	2000	325 MW <sub>e</sub>
Chasma (Kundian)	Kraftreaktor CHASNUPP-2 PWR		LEU	2011	325 MW <sub>e</sub>
Chasma (Kundian)	Kraftreaktor CHASNUPP-3 PWR		LEU	Påbegynt 2011	340 MW <sub>e</sub>
Chasma (Kundian)	Kraftreaktor CHASNUPP-4 PWR		LEU	Påbegynt 2011	340 MW <sub>e</sub>

som konstruksjonen av en ny reaktor ved samme anlegg (Khushab-II), og i 2005 eller 2006 ble en tredje reaktor (Khushab-III) påbegynt rett ved siden av (se Figur 3.1) [67]. Tidlig i 2011 ble en fjerde reaktor påbegynt i Khushab [68], og allerede i april var byggingen kommet så langt at man på bilder kan se at reaktoren likner Khushab-II og III. Fremdriften er mye raskere enn for de tidligere reaktorene, men det antas allikevel at den tidligst kan stå ferdig om noen år.[59]

Khushab-II ble antatt å være klar for oppstart tidlig i 2010 [69], og i desember 2009 ble det oppdaget damp fra kjøletårnet på satellittbilder (se Figur 3.2) [67]. I februar 2010 fikk reaktoren offisielt besøk av statsministeren som skal ha gratulert ingeniørene med et godt gjennomført prosjekt [67;70]. Det er mest sannsynlig at de nye reaktorene har samme effekt som Khushab-I, dvs. 40-50 MW<sub>t</sub>, noe som samlet tilsvarer en årlig plutoniumproduksjon på 10-20 våpenekvivalenter [58].



Figur 3.1 Oversiktsbilde over Khushab fra januar 2011, som viser tre nye reaktorer under bygging [68]. (Bilderettigheter: DigitalGlobe og ISIS.)

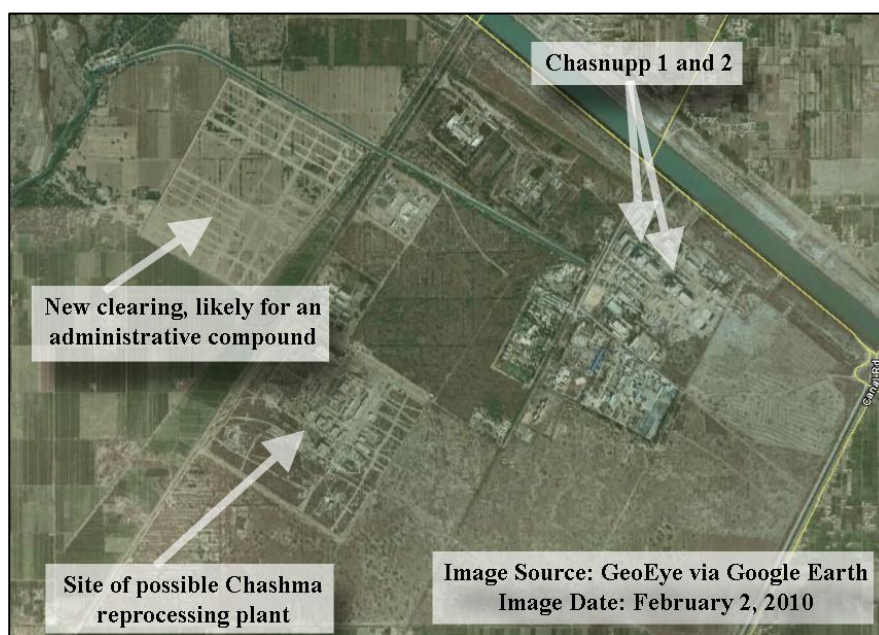
### 3.3.2.2 Reprosessering

Pakistan Institute of Nuclear Science and Technology (PINSTEK) var det originale pilotanlegget for gjenvinning av plutonium fra Khushab-I. Satellittbilder fra perioden 2002 til 2010 (Figur 3.3) [71] viser et nytt anlegg under bygging rett ved siden av, som kunne være egnet til å ta imot brukt brensel fra de nye Khushab-reaktorene [53]. Det er også tegn til at et storskalaanlegg i Chasma, som et fransk firma påbegynte, men forlot i 1978 [50], nå ferdigstilles av Pakistan [53;71]. I 2012 er status for dette anlegget fremdeles usikker. Ved full drift vil Chasma kunne håndtere 100 tonn brukt brensel i året [65], tilsvarende 10-20 kg plutonium [72]. Olli Heinonen, tidligere

visegeneraldirektør i IAEA og nå tilknyttet Harvard, har foreslått at Frankrike skal bruke sin leverandørrolle til å kreve at Chasma-anlegget underlegges sikkerhetskontroll [73].



Figur 3.2 Satellittbilde fra 31. desember 2009, som ser ut til å vise damp fra kjøletårnene ved Khushab II. (Bilderrettigheter: GeoEye og ISIS.)



Figur 3.3 Satellittbilde fra februar 2010 som viser byggingen av det som sannsynligvis er et reprosesseringsanlegg i Chasma [74]. (Bilderrettigheter: GeoEye og ISIS.)

### 3.3.2.3 Sivil kjernekraft

I 2004 opererte Pakistan to kjernekraftreaktorer med samlet elektrisitetsproduksjon på 460 MW<sub>e</sub> (KANUPP og CHASNUPP-1). En tredje kraftreaktor, letvannsreaktoren CHASNUPP-2 på 325 MW<sub>e</sub>, ble koblet til elektrisitetsnettet i mars 2011 [75], og en fjerde og femte reaktor (CHASNUPP-3 og CHASNUPP-4) ble påbegynt i 2011, med forventet oppkobling til elektrisitetsnettet i henholdsvis 2016 og 2017 [75]. Disse leveres av Kina [64]. Alle disse reaktorene er, eller blir, underlagt sikkerhetskontroll. Kinas assistanse med CHASNUPP-3 og 4 er kontroversiell, ettersom Kina ble medlem av NSG i 2004. Kina mener at reaktoravtalene fra før medlemskapet kan brukes som mal for nye avtaler mens de resterende NSG-medlemmene er uenige i dette [64;76].

## 3.4 Leveringsmidler

Pakistan har fly, ballistiske missiler og kryssermissiler som kan bære kjernefysiske stridshoder. Alle disse er samtidig i stand til å bære konvensjonelle våpen. Tabell 3.2 gir en oversikt over leveringsmidlene, mens avsnittene 3.4.1, 3.4.2 og 0 nedenfor gir en mer detaljert beskrivelse av de ulike klassene. Det spekuleres på om Pakistan vurderer å utvide til en full triade ved å utvikle fartøyavfyrte missiler [77], men den pakistanske marinen er lite mer enn en kystvakt og må styrkes kraftig før den eventuelt kan håndtere kjernevåpen [61;78]. Ubåtflåten består av tre konvensjonelle ubåter av den franske Agosta-klassen og utvides kanskje med tre kinesiske ubåter de neste årene (se avsnitt 3.6.2). Fordi Pakistan i all hovedsak har kjernevåpen for å møte trusselen fra India, er det lite trolig at Islamabad vil prioritere utvikling av interkontinentale, ballistiske missiler (ICBMer) [78].

### 3.4.1 Fly

Amerikanske F-16 antas å være den mest sannsynlige kjernevåpenbæreren, selv om franskproduserte Mirage V også kan brukes. Rekkevidden for F-16 på 1600 km er nok til å nå hele India. I 2004 hadde Pakistan henholdsvis 32 operative F-16A/B og 60 Mirage V [50]. F-16-flyene ble levert mellom 1983 og 1987, mens en bestilling på 11 erstatningsfly og 60 nye maskiner, plassert i 1988, ble stoppet av det amerikanske selvpålagte forbudet mot militær assistanse til mistenkte kjernevåpenstater (Pressler Amendment). Da president Bush opphevet Pressler Amendment i etterkant av 11. september-angrepet i 2001, åpnet det for at Bush-administrasjonen i mars 2005 kunne erklære at man ville gjenoppta salget av fly til Pakistan. Pakistan har bedt om 36 F-16C/D i tillegg til 60 oppgraderingspakker for F-16A/B. [53;54] De første 18 F-16C/D ble levert i mars 2011, og pakistanske piloter fikk flere måneders trening i USA i forkant. [58] Leveransen av F-16 fører til utfasing av Mirage V. I mai 2011 hevdet Pakistan å ha inngått en avtale med Kina om kjøp av 50 JF-17 kampfly, et fly Pakistan og Kina samarbeider om, i løpet av seks måneder. [79] Flyene var ikke levert tidlig 2012.

### 3.4.2 Ballistiske missiler

Ballistiske missiler antas fremdeles å være Pakistans viktigste satsningsområde innen leveringsmidler, delvis fordi India foreløpig ikke har noe effektivt forsvar mot denne kapabiliteten [78]. Indias planer om missilskjold og det faktum at India utvikler kryssermissiler

(se avsnitt 2.3.2) kan ha bidratt til at Pakistan også satser på kryssermissiler [78] (se neste avsnitt). Kortdistansemissilene *Ghaznavi* og *Shaheen-1* er ett-trinns faststoffmissiler basert på de kinesiske missilene M-11 og M-9. *Abdali* og *Nasr* er kortdistansemissiler under utvikling, som begge har blitt testet med suksess i 2011 [58]. Mellomdistansemissilet *Ghauri* er ett-trinns, men drives med flytende brensel. *Ghauri* er basert på nordkoreanske No-dong. Nord-Korea solgte 12-25 byggesett for No-dong til Pakistan i 1996/1997 og har gitt teknisk støtte til videre utvikling [61]. Nord-Koreas missilprogram beskrives i delkapittel 4.5. *Shaheen-2*, et totrinns mellomdistansemissil, ble testet i 2004 [50;77] og 2008 [78], men er fremdeles ikke regnet som operativt i juli 2011 [58]. *Shaheen-2* antas å være missilet Pakistan ønsker å basere seg på i årene framover [61]. Alle missilene kan fraktes på vei. Missilene i Pakistan produseres av to konkurrerende enheter; *Pakistan Atomic Energy Commission* (PAEC) står for *Shaheen*-serien, mens *Ghauri* settes sammen av *Kahuta/Dr. AQ Khan Research Laboratory* (KRL) [72].

Tabell 3.2 *Leveringsmidler for kjernefysiske stridshoder i Pakistan 2009. Rekkevidder og nyttevekt som oppgis er maksimale verdier under optimale forhold. Missilene merket med \* er under utvikling. Verdiene i tabellen er hentet fra Nuclear notebook 2011 (N)[58], Sandia 2004 (S) [77], CRS 2009 (C) [54], IISS (I) [61] og Jane's 2009 (J) [80].*

Leveringsmiddel	Rekkevidde (km)	Nyttelast (kg)	Nøyaktighet (m)	I bruk fra
<i>Fly</i>				
F-16A/B	1600 (N)	4500 (1 bombe) (N)	-	1998 (N)
Mirage V	2100 (N)	4500 (1 bombe) (N)	-	(1998)
<i>Ballistiske missiler</i>				
Ghaznavi (Hatf-3)	~400 (N) 100-290 (S, C)	500 (N) 800 (S)	250 (I)	Fra februar 2004 (I, N)
Shaheen-1 (Hatf-4)	>450 (N) 200-650 (S, C)	1000 (N) 850 (S)	200 (I)	Fra mars 2003 (I, N)
Shaheen-2 (Hatf-6)*	>2000 (N, I, C) 700-2200 (S)	1000 (N) 1100 (S)	350 (I)	Under testing (I, N)
Ghauri (Hatf-5)	>1.200 (N, C) 300-1300 (S) 1500 (I)	1000 (N) 680 (S)	2.500 (I)	Fra januar 2003 (I, N)
Abdali (Hatf-2)*	180 (N)	-		Under testing (N)
Nasr (Hatf-9)*	60 (N)	-		Under testing (N)
<i>Kryssermissiler</i>				
Babur (Hatf-7)*	600(N) 500 (J)	400-500 (J)	20-50 (N, J)	Under testing (I, J, N)
Ra'ad (Hatf-8)*	>350 (N) 350 (J)	500 (J)		Under testing (I)



### 3.4.3 Kryssermissiler

Pakistan utvikler to kryssermissiler som kan være i stand til å bære kjernefysiske stridshoder. Bakkeavfyrte *Babur* (Figur 3.4) påstås å likne kinesiske DH-10 og russiske AS-15, og det er også en mulighet at det er en kopi av amerikanske Tomahawk som falt nesten uskadd ned i Sør-Pakistan i 1998 [80]. Utviklingen skjer sannsynligvis i samarbeid med Kina [80]. Missilet er slankere enn Pakistans ballistiske missiler, 6,2 m langt og 0,52 m i diameter [80], noe som kan antyde at utviklingen av et mindre, plutoniumbasert stridshode gjør framskritt. *Babur* har blitt testet sju ganger, senest i februar 2011 [58]. Det verserer rykter om at det planlegges en ubåtavfyrte versjon av *Babur* [78;80], men det har ennå ikke blitt vist fram.

Luftavfyrte *Ra'ad* (Figur 3.5) ble testavfyrte fra et Mirage V i august 2007 og i mai 2008. Ifølge Pakistanske kilder skal missilet ha stealth-egenskaper. [53;78;81] *Ra'ad* er ikke en videreutvikling av *Babur*, men en spesialisert luftdesign. Det er ukjent hvor teknologien stammer fra, men Pakistan har hatt våpensamarbeid med Sør-Afrika, og missilet likner flere foreslåtte sørafrikanske prosjekter [80]. Missilet er 4,85 m langt, men diameter er ikke oppgitt [80].



Figur 3.4 Kryssermissilet Babur. (Bilderettigheter: InterServices Public Relations, Pakistan.)



Figur 3.5 Kryssermissilet Ra'ad. (Bilderettigheter: InterServices Public Relations, Pakistan.)



### 3.5 Kommando og kontroll over kjernevåpene

Pakistans *Strategic Command Organisation* (SCO), etablert i februar 2000, er delt i tre: *National Command Authority* (NCA), *Strategic Plans Division* (SPD) og *Strategic Forces Command* (SFC) [77]. NCA fikk funksjoner og roller presist definert i desember 2007 [82] og har det overordnede administrasjonsansvaret for alle Pakistanske organisasjoner som er involvert i forskning, utvikling og bruk av kjernefysiske våpen og romteknologi, inkludert de relevante strategiske militære enhetene. Det samme dokumentet som definerer NCAs mandat slår fast at brudd på taushetsplikten kan kvalifisere for opptil 25 år i fengsel for både aktivt og pensjonert personell. I utgangspunktet var presidenten formann og statsministeren viseformann i NCA, men i desember 2009 ble formannskapet overført til statsministeren [82]. Andre medlemmer er ti statsråder og ledende militære [83]. NCA består av to komiteer: *Development Control Committee* (DCC) har overordnet teknisk, økonomisk og administrativ kontroll over alle ”strategiske organisasjoner,” inkludert nasjonale laboratorier og forskningsinstitusjoner innen utvikling og modernisering av kjernevåpen. *Employment Control Committee* (ECC) har ansvaret for å utvikle og vedlikeholde teknisk kunnskap og trusselvurderinger for å gi bakgrunn for doktriner og policy for bruk av kjernefysiske våpen. [77] SPD fungerer som sekretariat for NCA, gir forslag til kjernefysisk policy, doktrine og strategi og har den daglige kontrollen med Pakistans strategiske organisasjoner (hvor de viktigste som nevnes i [82] er PAEC, KRL og *Space and Upper Atmosphere Research Commission* (SUPARCO)). [77;84]

*Pakistan Nuclear Regulatory Authority* (PNRA) er et uavhengig myndighetsorgan med ansvar for strålevern og kjernesikkerhet<sup>12</sup>, og er det nasjonale kontaktpunktet mot IAEA. Det har tilsynelatende ingen direkte koblinger med NCA, men konsentrerer seg om tilsyn og lisensiering av de kjernefysiske anleggene.

#### 3.5.1 Lagring av kjernevåpen

IPFM har publisert en oversikt over den antatte utplasseringen av kjernevåpen, inkludert anlegg hvor våpnene lagres, designes, fabrikeres, monteres og demonteres. Tabell 3.3 er direkte hentet fra IPFMs rapport for 2009. Selve stridshodene er sannsynligvis fordelt på åtte ulike lagringssteder. [65] Forsvarsdepartementet i Pakistan hevder at missiler og stridshoder lagres separat, og at fysikkpakkene ikke er plassert i stridshodene. Responstiden for å klargjøre våpnene for bruk er ikke kjent, men anslag varierer mellom minutter og timer. [61]

#### 3.5.2 Kjernefysisk doktrine og policy

Pakistan har utviklet en operasjonell doktrine, men har valgt å ikke avsløre den i sin helhet [77;85]. Daværende president Musharraf kom imidlertid med enkelte avsløringer i 2004 [77]. Bruk av kjernevåpen i krigføring blir ikke regnet som en opsjon i doktrinen [85]. Dette kan være under revurdering med utviklingen av de nye kortdistansemissilene (om missiler, se avsnitt 3.4.2) [58]. Pakistan hevder å ha skaffet seg kjernefysiske våpen for å hindre en ubalanse med India. Hensikten er å avskrekke angrep, og det utelukkes ikke å besvare konvensjonelle angrep med kjernevåpen (førstebruk) [85]. Derimot vil Pakistan ikke bruke kjernevåpen mot ikke-

<sup>12</sup> Tilsvarende Statens strålevern i Norge.

## Pakistan

kjernevåpenstater. Ønsket er å ha en troverdig, kjernefysisk minsteavskrekking, og sannsynligvis blir denne justert etter utviklingen i India. I 2005 annonserte president Musharraf at Pakistan har nådd den nedre grensen for å kunne påberope seg denne minste avskrekkingen. [61] I Pakistan er det konsensus om at minste troverdige avskrekking betyr å kunne påføre uakseptabel skade på en angriper selv etter et kjernefysisk angrep på Pakistan [61;77]. "Uakseptabel skade" har blitt definert av brigader Naeem Ahmad Salik som ødeleggelse av "store befolkningsentre, industrikomplekser, militærbaser og kommunikasjonsentre" [61].

Det uttrykkes også et ønske om å delta i forhandlinger om universelle, ikke-diskriminerende multilaterale nedrustningsavtaler.

Tabell 3.3 Oversikt over antatt utplassering av Pakistans kjernevåpen. Data fra IFPM [65].

Sted	Region	Våpensystem	Kommentar
Fatejhang National Defence Complex	Punjab	Bakke-til-bakke missiler	Anlegg for missilutvikling og mulig lagringskapasitet for stridskoder
Masroor Weapons Depot	Sindh	Flere ulike	Mulig lagring av bomber og/eller stridskoder for bruk med Mirage V
Quetta Air Base	Baluchistan	Bomber	Mulig lagring av flybomber i høy-sikkerhets undergrunnsanlegg
Sargodha Weapons Depot	Punjab	Flere ulike	Mulig lagring av F-16 bomber og stridskoder for ballistiske missiler
Shanka Dara Missile Complex	Punjab	Bakke-til-bakke missiler	Missilutvikling og mulig lagring av stridskoder
Ukjent flyvåpenanlegg	?	Bomber	Sentralt lager for flybomber både for F-16 og Mirage V
Ukjent hærnanlegg	?	Bakke-til-bakke missiler og kryssermissiler	Sentralt lager for stridskoder for bakke-til-bakke missiler og kryssermissiler
Wah Ordnance Facility	Punjab	Flere ulike	Mulig anlegg for produksjon og demontering av stridskoder

Pensjonert generalmajor M.A. Durrani har i en Sandia-rapport fra 2004 [77] intervjuet offisielle representanter for SCO (se delkapittel 3.5) om Pakistans kjernevåpenpolicy. Han oppsummerer fire mål:

- All ekstern aggresjon som kan true Pakistans nasjonale sikkerhet skal avskrekkes.
- Denne avskrekkingen skal oppnås med en kombinasjon av konvensjonelle og strategiske midler.
- Forsøk på å ødelegge Pakistans strategiske midler skal avverges ved å ha troverdig kjernefysisk kapasitet til å svare på et slikt angrep.
- Et kjernefysisk kappløp i Sør-Asia skal unngås.

### 3.6 Andre utviklingstrekk

#### 3.6.1 Forholdet til India

India fikk i 2008 en avtale med USA om overføring av sivil kjernefysisk teknologi (se avsnitt 2.4.3). Denne avtalen øker Islamabad bekymring for at India skal få et kjernefysisk overtak [54;61;83]. Pakistan ønsker en tilsvarende avtale og tar stadig opp temaet når amerikanske og pakistanske myndigheter treffes på høyt nivå. Islamabad uttalte ønske er å bli anerkjent som en stat med kjernefysisk kompetanse og å få støtte til å utvikle en sivil kjernekraftindustri [86]. Offisielle, pakistanske kilder har sagt at ambisjonen er å øke kjernekraftproduksjonen til 8000 MW<sub>e</sub> innen 2030 [87]. Pakistans statsminister, Yosuf Raza Gilani, har utdypet synspunktet med at Pakistan mener å oppfylle samme kriterier som India etter å ha styrket sikkerhetstiltakene rundt kjernefysiske installasjoner og ha implementert effektive ikke-spredningstiltak (se også avsnitt 3.6.3) og derfor må kunne få samme unntak fra NSG-bestemmelsene [88]. USA har så langt avvist avtaler innenfor sivil kjernefysisk energi. [86;88;89]

Pakistan har deltatt i forhandlingene om den multilaterale avtalen om produksjonsstans for fissilt materiale (*Fissile Material Cut-off Treaty*, FMCT). Islamabad håp har vært at en slik avtale ville føre til mindre kjernefysisk isolasjon, men samtidig har sterke krefter fryktet at avtalen ville være et forsøk fra USA på å sementere forskjellen mellom de fem anerkjente kjernevåpenstatene og statene som står utenfor NPT. I tillegg ønsker Pakistan at produksjonsstans må følges av reduksjon i eksisterende lagre for ikke å gi India et permanent større arsenal enn Pakistan selv. I praksis er det Pakistan som blokkerer framgang i disse forhandlingene, og konstruksjonen av nye plutoniumproduserende reaktorer (se avsnitt 3.3.2.1) vil være ytterligere en kompliserende faktor.

Siden FMCT-forhandlingene ikke viser framgang, har Pakistan og India fra 2004 innledet samtaler om bilaterale ”confidence-building measures” relatert til sine kjernefysiske installasjoner. Det har kommet flere konkrete avtaler ut av disse samtalene [90]:

- Det opprettes en sikker kommunikasjonslinje mellom utenriksministrene for å hindre ”kjernefysiske misforståelser.”
- Begge landene har gjentatt at de vil holde seg til sine testmøtorier.
- Den eksisterende kommunikasjonslinjen mellom landenes hærsejere skal oppgraderes.
- En avtale fra 1999 om varsling ved ulykker som fører til utslipp av radioaktivitet, skal implementeres.

#### 3.6.2 Forholdet til Kina

Det er allment antatt at Kina har støttet Pakistans kjernevåpenprogram helt fra oppstarten med teknologi og praktisk støtte både til de kjernefysiske anleggene og til missilprogrammet. I en amerikansk bok fra 2009 [62] hevdes det at Kina strakte hjelpen så langt som til å la Pakistan gjennomføre en prøvesprengning i Kinas Lop Nor testområde i mai 1990 og til å gi blant annet

## Pakistan

Pakistan<sup>13</sup> tegninger til en utprøvd kjernevåpendesign, CHIC-4, en uranbasert implosjonsdesign uten virkningsforsterkning med sprengkraft rundt ti kilotonn. Etter at Kina ble med i NSG i 2004, er Beijing under sterkere press for ikke å selge kjernefysisk teknologi til stater utenfor NPT. Kina bygger to kjernekraftreaktorer i Pakistan, og ønsker å inngå en avtale om to til (se også avsnitt 3.3.2.3). Samarbeidet mellom Kina og Pakistan dreier seg like mye om konvensjonelt militært samarbeid, og nylig ble det innledet forhandlinger om kjøp av tre kinesiske ubåter av ukjent type [91]. Hvis kryssermissilet Babur videreutvikles (se avsnitt 0) kan det potensielt plasseres på disse.

### 3.6.3 Interne forhold

Økende uro i Pakistan, med stadig hyppigere angrep fra Taliban og Al-Qaida, politisk uro som potensielt kunne føre til en mer ekstremistisk regjering og avsløringer av ekstremister innenfor det kjernefysiske programmet, har ført til mer uttalte bekymringer rundt sikkerheten til landets kjernefysiske arsenaler. Etter at USA drepte Bin-Laden på pakistansk jord, har forholdet mellom USA og Pakistan blitt mer anstrengt, og USA har frosset overføringen av 800 millioner dollar i militær assistanse [92;93]. USA har tidligere etterspurt mer informasjon om plasseringen av og sikkerheten ved Pakistans kjernefysiske anlegg i sammenheng med at Washington har gitt finansiell støtte til sikringstiltak, uten at det har blitt dokumentert akkurat hva pengene har blitt brukt til. USA har også tilbudt militær støtte for å sikre kjernevåpnene. Pakistans daværende president Musharraf avviste tilbudet i 2008 med begrunnelsen at fremmede stater ikke kan få oversikt over våpnenes plassering eller detaljer om de kjernefysiske anleggene [94]. Pakistanske myndigheter har med henvisning til nasjonale interesser ikke gitt noen detaljerte opplysninger, utover forsikringer om at ”alt er under kontroll,” og noe kvalitativt om hvilke tiltak som er gjennomført i nyere tid. Generaldirektøren i SPD, pensjonert generalløytnant Khalid Kidwai, presiserte i 2008 [60] at strukturene for kontroll over arsenalet nylig er institusjonalisert, at moderne teknologi er tatt i bruk for å styrke den fysiske og formelle kontrollen med våpen og produksjonsanlegg, og at mer enn 2000 ansatte er sikkerhetsklarert eller reklarert siden 2003. I en tale til Naval Postgraduate School i Monterey i 2006 [83] nevnte Kidwai spesielt at Pakistan har innført ”funksjonelle ekvivalenter” til tomannsregelen og *permissive action links* (PALs). Pakistanske myndigheter har også skjerpet kampen mot spredning av kjernefysisk teknologi etter avsløringen av Khan-nettverket [51], blant annet ble det i 2004 innført en ny lov om eksportkontroll [61].

På importsiden kan det se ut som om Pakistan fremdeles er i aktivitet: Russiske myndigheter rapporterte i juli 2006 at Pakistan hadde forsøkt å kjøpe kjernefysisk teknologi, og en europeisk etterretningsrapport fra juli 2005 skal ha hevdet at landet fra tidlig 2004 viste økt interesse for høykvalitets aluminium, ringmagneter og maskineringsutstyr. Offisielle pakistanske kilder har hevdet at man trenger å gjenskaffe utstyr som ble skadet under jordskjelvet i 2005, men dette forklarer ikke kjøpene i 2004. [61] I mars 2011 ble en pakistansk statsborger bosatt i USA arrestert og anklaget for flere tilfeller av eksport av flerbruksteknologi fra USA til Pakistan uten lisens. Mottagerne skal ha vært Chasma kjernekraftverk og SUPARCO. Anklagene hevder at

---

<sup>13</sup> I tillegg nevnes Algerie og Nord-Korea som mottakere av utstrakt kinesisk assistanse.

pakistanske myndighetspersoner var oppdragsgivere og ga råd om hvordan amerikansk eksportkontroll kunne omgås. [95]

### **3.7 Oppsummering og kommentarer**

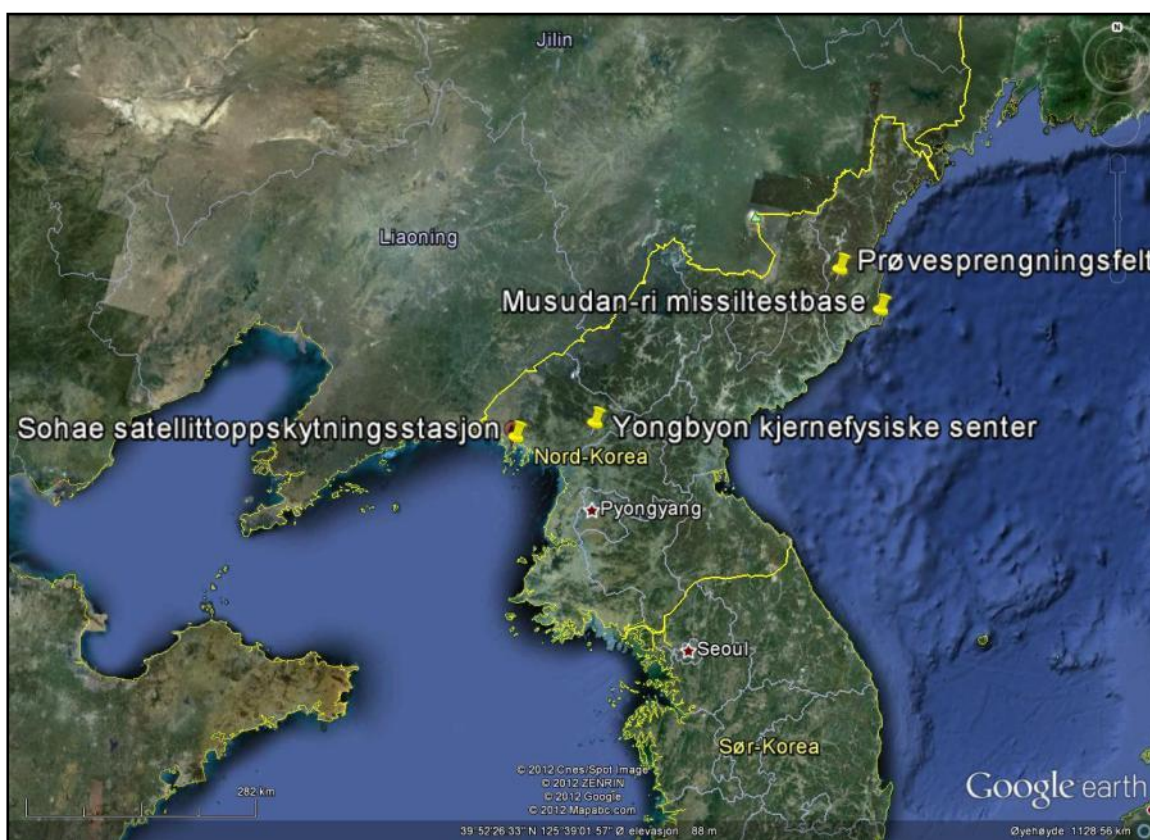
Pakistan bygger aktivt opp sitt kjernevåpenarsenal, og kan om kort tid ha flere stridskoder enn Storbritannia. Der landet tidligere har basert seg på uranvåpen, ser det nå ut til at plutonium blir en viktigere del av strategien. Mer kompakte stridskoder vil kunne leveres av kryssermissiler, som antas å være det leveringsmiddelet Pakistan konsentrerer utviklingskapasiteten om.

Ønsket om å være på høyde med, og helst ha noe overtak på, India er fremdeles en motiverende faktor for oppskalering av arsenalet. Islamabad ønsker å få en avtale med USA på det nukleære området tilsvarende det India har fått, men USA er tilbakeholdent. Det gjøres grep i Pakistan for å vise seg som en ansvarlig partner med høye sikkerhetsstandarder, men utvidelsen av kjernevåpenprogrammet foregår samtidig relativt åpent.

## 4 Nord-Korea

FFI rapporterte sist om den kjernefysiske utviklingen i Nord-Korea i 2003 [96]. Siden den gang har det skjedd en rekke ting knyttet til landets kjernefysiske opprustning, teknologisk utvikling og eksport av sensitiv teknologi. Nord-Korea har dessuten gjennomført to kjernefysiske prøvesprengninger. Vi går nærmere inn på de viktigste hendelsene og utviklingstrekkene i det følgende.

De viktigste stedene knyttet til det nordkoreanske kjernevåpenprogrammet og landets missiltester er gjengitt i kartet i Figur 4.1 nedenfor.



Figur 4.1 Kart over de viktigste stedene knyttet til Nord-Koreas kjernevåpen- og missilprogram. (Foto: Google Earth)

### 4.1 Tidligere vurderinger

Oppbyggingen av en infrastruktur for produksjon av plutonium i Yongbyon i Nord-Korea, den diplomatiske krisen forbundet med oppstarten av Reaktor to i Yongbyon tidlig på 1990-tallet og rammeavtalen "Agreed Framework" som satte en stopper for plutoniumproduksjonen er grundig beskrevet i FFI-rapporten fra 2003 [96]. Der ble det også beskrevet hvordan Nord-Korea trakk seg fra NPT i januar 2003 etter å ha blitt konfrontert med amerikanske påstander om at de hadde et hemmelig anrikningsprogram, hvilket førte til rammeavtalens kollaps høsten 2002. Våren 2003 var Nord-Korea i gang med sin første offisielle produksjonskampanje for plutonium etter å

ha startet opp Reaktor to (se Figur 4.2) og reprosesseringsanlegget. Det forelå allerede mistanker om at landet hadde separert plutonium fra tidlige, forsøksvise kjøring av Reaktor to, hvilket var en vesentlig årsak til den nevnte diplomatiske krisen i 1993. Vestlige tjenestemenn og uavhengige analytikere antok at Nord-Korea fram til 1993 hadde separert omkring 6–13 kg plutonium, nok til én til to kjerneladninger, men dette var på ingen måte bekreftet. Senere ble dette estimatet nedjustert til 8,3–8,5 kg. Per dags dato er ikke Nord-Koreas tidlige plutoniumproduksjon verifisert av utenforstående. [97;98]



Figur 4.2 Kommersielle satellittbilder fra vinteren 2003 viser damp fra kjøletårnet til Reaktor to i Yongbyon, hvilket betyr at reaktoren ble startet mellom 5. februar og 5. mars 2003. (Bilderrettigheter: ISIS og DigitalGlobe)

## 4.2 Bruddet med NPT og ny plutoniumproduksjon

Dersom en stat ønsker å trekke seg fra NPT, sier avtalens artikkel X at staten må melde fra til alle parter samt FNs sikkerhetsråd (UNSC) om sine intensjoner minimum tre måneder før utmeldingen kan tre i kraft. Det må også gis en begrunnelse med henvisning til en ekstraordinær trussel mot rikets sikkerhet *relatert til avtalens tema* (underforstått: en kjernefysisk trussel). Under krisen i 1993 varslet Nord-Korea sin utmelding fra NPT, men suspenderte denne utmeldingen etter 89 dager. Da landet i januar 2003 fant det for godt å trekke seg fra NPT med henvisning til amerikanske trusler, hevdet Pyongyang at det bare var nødvendig å vente én dag før utmeldingen ville tre i kraft, siden de 89 første dagene allerede var gjort unna ti år tidligere. Denne tolkningen ble bestridt av de fleste stater. Mange har fortsatt å hevde at Nord-Korea stadig er bundet av NPT, siden landet ikke fulgte formelle prosedyrer ved sin utmelding. Men for alle praktiske formål ble Nord-Koreas NPT-forpliktelser avsluttet 11. januar 2003. [99]

Reprosesseringskampanjen som altså startet i 2003, og som antas å ha tatt omtrent et halvt år,<sup>14</sup> kan i løpet av noen få måneder ha gitt Nord-Korea så mye som 20–28 kg plutonium av våpenkvalitet fra de 8000 bestrålte brenselstavene som hadde ligget lagret siden 1994. Mengden

<sup>14</sup> Den årlige kapasiteten til reprosesseringsanlegget skal være over 200 tonn uranbrensel fordelt på to produksjonslinjer. Kun den ene produksjonslinja har vært i drift til nå. En hel reaktorkjerne fra Reaktor to består av 50 tonn uranbrensel.

avhenger sterkt av den noe uklare driftshistorien. Utbrenningen skal i gjennomsnitt ha vært 635 MWd/tU, hvilket gir en plutoniumkvalitet på rundt 95 % plutonium-239. Vanligvis defineres ”våpenplutonium” eller ”våpenkvalitet plutonium” som minst 93 % plutonium-239. [96;97;100]

Reaktor to ble som nevnt startet opp igjen samme vinter og kjørt fram til mars eller april 2005. Reaktoren og det ferske brenselet var i bedre forfatning enn mange forventet, og oppstarten gikk dermed ganske problemfritt. Brenselet fra denne perioden ble kjølt i vannbasseng kun fram til juni samme år, da neste reprosesseringskampanje tok til. Direktøren ved Yongbyon kjernefysiske senter, Ri Hong Sop, skal ha hevdet overfor amerikanske eksperter at reaktoren i denne perioden ble kjørt med en maksimal effekt på 25 MW<sub>t</sub> med en ”oppetid” på over 80 %. Det gir i så fall en gjennomsnittlig utbrenning på 330 MWd/tU og dermed en plutoniumkvalitet på rundt 97 % plutonium-239 [100]. Mengden har blitt estimert til 13–17 kg avhengig av ”oppetiden,” som er blitt anslått til 70–90 %. [98;101]

Den foreløpig siste kjøringen av Reaktor to varte fra juni 2005 og til slutten av februar 2007. Brenselet ble repossert etter at Nord-Korea trakk seg fra Seksnasjonssamtalene i april 2009 (se delkapittel 4.6). Den gjennomsnittlige utbrenningen kan anslås til 210–270 MWd/tU ved en maksimal effekt på 25 MW<sub>t</sub> og en ”oppetid” på 70–90 %. Tabellverdier [100] gir et plutoniuminnhold på omtrent 0,20 – 0,26 kg/tU og en samlet konsentrasjon av plutonium-240, plutonium-241 og plutonium-242 på så lite som 1,6–2,0 %. Med 50 tU i reaktorkjernen gir det 10–13 kg plutonium, hvor andelen plutonium-239 er hele 98,0–98,4 %. Uformelt kalles plutonium med mindre enn 3 % plutonium-240 av og til for ”super-grade plutonium.” Denne karakteristikken kan dermed gis til plutonium fra begge reaktorkjernene etter gjenoppstarten i 2003. Rent praktisk betyr en høy renhet av plutonium-239 at utfordringer knyttet til varmeutvikling, strålehygiene og fare for predetonasjon (på grunn av spontante fisjonsnøytroner) blir mindre. Den kritiske massen blir dessuten noe lavere. De praktiske forskjellene mellom våpenplutonium og ”super-grade plutonium” er imidlertid små.

I prinsippet kan Nord-Korea også ha separert plutonium fra bestrålt brensel fra IRT-2000-reaktoren (beskrevet i [96]), men det vil i så fall være snakk om plutonium av lavere kvalitet enn fra Reaktor to, siden IRT-2000 (”Reaktor én”) er en lett vannskjølt reaktor drevet av anriket uran. Den maksimale mengden plutonium fra IRT-2000 har blitt anslått til 4 kg. Dersom Nord-Korea har valgt å benytte seg av dette plutoniumet, så kan den forringede kvaliteten i prinsippet ha blitt kompensert ved å blande det med plutonium av svært høy kvalitet fra Reaktor to. Det er imidlertid ingen indikasjoner på at dette har vært gjort. [102]

Oppsummert kan vi anslå at den totale mengden plutonium som Nord-Korea har produsert, separert og gjort tilgjengelig til våpen, trolig ligger et sted mellom 51 kg og 71 kg. Her har vi ikke trukket fra det som ble brukt i landets to prøvesprengninger. I en deklarasjon av sin plutoniumbeholdning i 2008 skal Nord-Korea ha hevdet kun å ha brukt 2 kg i prøvesprengningen i 2006 [103;104]. Dersom vi antar at Nord-Korea brukte 2–7 kg per prøvesprengning, hvor øvre del av intervallet tar høyde for betydelig svinn i prosessen, så vil restbeholdningen ligge mellom 44 kg og 67 kg. Dersom landet har brukt den samme mengden plutonium til eventuelle klargjorte



ladninger, så vil det i prinsippet kunne ha 6–33 kjerneladninger, hvor usikkerhet knyttet til svinn gjør den lavere delen av dette området klart mest sannsynlig. Svinnet er vanligvis størst de første gangene en framstiller plutonium. De aller fleste regner med at Nord-Korea har færre enn ti kjerneladninger.

Er det realistisk at Nord-Korea kan ha benyttet så lite som 2 kg plutonium i sin første prøvesprengning? Verdens første plutoniumbaserte implosjonskjernevåpen, ”Gadget” og ”Fat Man,” benyttet over 6 kg plutonium. De etablerte kjernevåpenstatene brukte mange tester på å utvikle virkningsfulle kjernevåpen med så lite som 2 kg plutonium. I en artikkel fra 1995 av Thomas B. Cochran og Christopher E. Paine om hvor mye plutonium eller høyanriket uran som er nødvendig for å produsere kjernevåpen, slår forfatterne fast at en med en lavteknologisk design<sup>15</sup> – eksemplifisert med ”Fat Man” – kun vil oppnå en sprengkraft av størrelsesorden 0,1 kt med så lite som 2 kg plutonium. Videre hevder de at med en middels sofistikert design kan en oppnå 4 kt med 2 kg plutonium. Som vi skal se i det følgende, stemmer disse tallene svært godt med Nord-Koreas påstand om at landet forsøkte å oppnå en sprengkraft på 4 kt med 2 kg plutonium i 2006. Vi tar allikevel betydelig forbehold om at Pyongyang skal ha forsøkt seg på en såpass sofistikert design allerede i sine to første tester, selv om den svært begrensede plutoniumbeholdningen kan ha motivert landet til å forsøke på store teknologiske sprang. [105]

Det er ikke ventet at Nord-Korea vil øke sin plutoniumbeholdning på kort eller mellomlang sikt. Som vi kommer tilbake til i avsnitt 4.6.3, ligger hele produksjonslinja for plutonium nede per 2011, og det er ingen signaler om at Nord-Korea ønsker å gjenoppbygge denne. Våre beste estimater av Nord-Koreas plutoniumproduksjon oppsummeres i Tabell 4.1 nedenfor. Her er plutonium brukt i de to prøvesprengningene ikke trukket fra.

Tabell 4.1 Anslåtte mengder og kvalitet av separert plutonium i Nord-Korea.

Separert (år)	Reaktor	Nedre grense (kg)	Øvre grense (kg)	Andel Pu-239 (%)
?	IRT-2000	0	4	?
Før 1993	Reaktor to	8,3	8,5	Ukjent, høy
2003	Reaktor to	20	28	95
2005	Reaktor to	13	17	97
2007	Reaktor to	10	13	98
<b>Sum</b>		<b>51</b>	<b>71</b>	<b>&gt; 95</b>

### 4.3 Prøvesprengningene

Først 10. februar 2005 innrømte Nord-Korea at landet hadde utviklet kjernevåpen og hadde som intensjon å ”styrke sin kjernefysiske avskrekkingsevne” [106]. Den endelige bekreftelsen på evnen til å sette av en kjerneladning kom med landets første prøvesprengning 9. oktober 2006.

<sup>15</sup> Forfatterne skiller på hvor teknologisk sofistikert design det er snakk om kun ved å se på ulike kompresjonsgrader, så en lavteknologisk design tilsvarer relativt lite komprimert materiale.

Testen ble utført i en relativt grunn tunnel i et fjellområde nordøst i landet, nær byen Kilchu i Nord-Hamgyong-provinsen (omkring 60 km nordvest for missilttestbasen i kystnære Musudan-ri, se Figur 4.1). Nord-Korea annonserte seks dager tidligere at landet planla en kjernefysisk test. Media rapporterte at nordkoreanske ledere skal ha informert Kina 20 minutter før testen om at de planla å teste en ladning på rundt 4 kt. Som vi skal se nedenfor, var testen trolig delvis mislykket med en sprengkraft på under 1 kt. [107;108]

Landets andre test kom 25. mai 2009 som en respons på at FNs sikkerhetsråd i en presidentuttalelse måneden før fordømte Nord-Koreas oppskytning av bæreraketten Unha-2 (diskutert i avsnitt 4.5.2 og avsnitt 4.6.4). Den andre testen ble utført i samme område som den første, men i en annen tunnel. Den første testen ble bekreftet å ha vært kjernefysisk ved påvisning av radioaktiv, kortlivet xenongass i luftmasser fra det aktuelle området. Slik xenongass forekommer ikke naturlig, men er et fisjonsprodukt. Forskere fra svenske FOI (tilsvarende FFI) var de første til å påvise xenon fra denne testen fra en mobil målestasjon i Sør-Korea.<sup>16</sup> En stasjonær, kanadisk målestasjon påviste også xenon ved denne anledningen. Det lot seg ikke gjøre å påvise xenon fra den andre testen, til tross for at denne var kraftigere og burde ha produsert langt mer av denne edelgassen. Det kan være en indikasjon på at test nummer to ble utført dypere under jorda enn den første testen, muligens med det formål å forhindre andre stater i å hente informasjon om de testede kjerneladningene gjennom analyser av radioisotoper. I tråd med dette ble testdybden i 2006 estimert til 200 m, mens den i 2009 ble estimert til 550 m [110]. Ved atmosfæriske lekkasjer av fisjonsprodukter kan spesielt forholdet mellom xenon-133 og xenon-135 si noe om isotopsammensetningen til kjerneladningens spaltbare materiale. Disse xenonisotopenes høye spesifikke aktivitet gjør at deteksjonsgrensen er uhyre lav, av størrelsesorden ett atom per  $5 \cdot 10^{23}$  atomer av luft. [107;111]

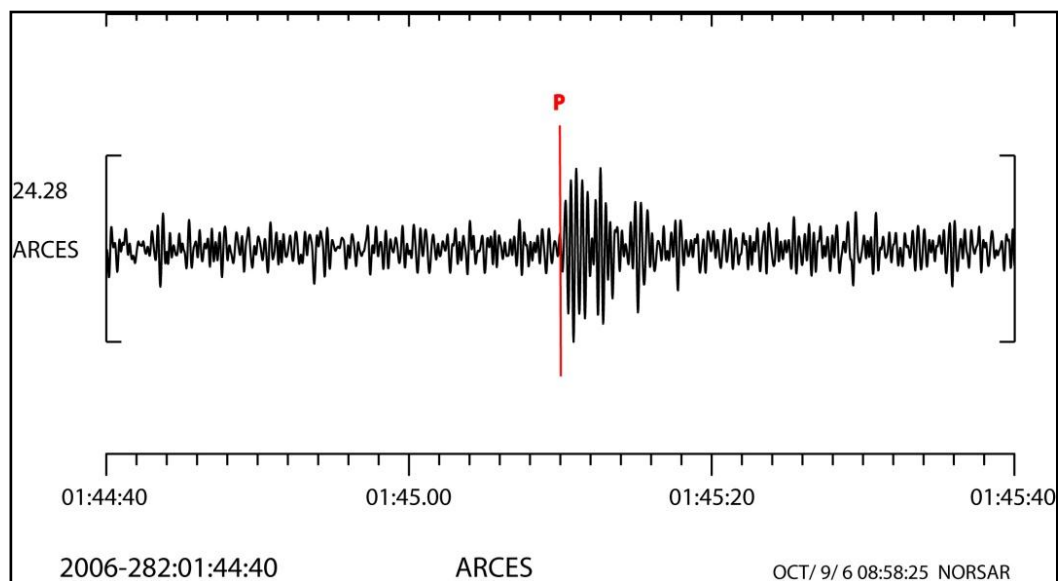
Norske NORSAR, som er blant verdens fremste innen jordskjelvmålinger, målte den første nordkoreanske testen til 4,2 på Richters skala (jf. Figur 4.3). Det samme tallet kom US Geological Survey (USGS) fram til, mens det globale gjennomsnittet fra *Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization* (CTBTO) sitt globale målenettverk (*International Monitoring System*, IMS) lå på 4,1. Richter-tallet til test nummer to ble målt til 4,7 av NORSAR (Figur 4.4) og USGS. Globalt varierte estimatene mellom 4,5 og 5,0. Sammenhengen mellom sprengkraft og målt Richter-tall for en prøvesprengning er gitt ved den empiriske formelen [112-114]:

$$m_b = k + 0,75 \cdot \log Y$$

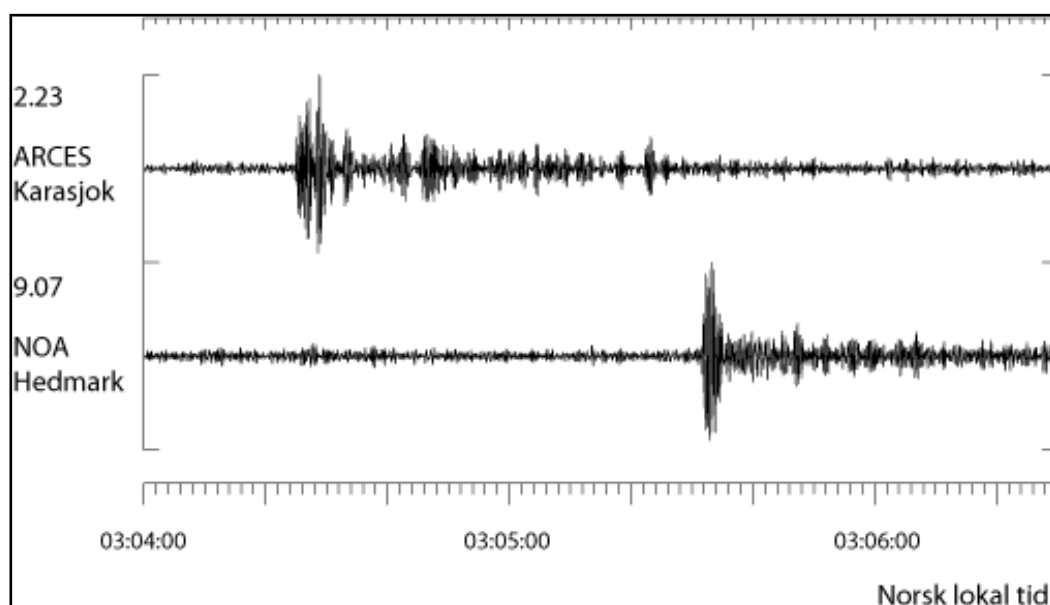
Her står  $m_b$  for skjelvstyrken målt i Richter-tall for seismiske P-bølger,<sup>17</sup>  $k$  er en geologisk konstant ("intercept-verdi") som angir hvor sterk koblingen til jordskorpen er og  $Y$  er

<sup>16</sup> Senere målinger av denne typen har for øvrig gitt opphav til spekulasjoner fra FOIs Lars-Erik De Geer om at Nord-Korea kan ha foretatt en prøvesprengning som var for svak til å bli fanget opp av seismiske målestasjoner i april eller mai 2010. Per juni 2012 har ikke disse spekulasjonene blitt støttet av uavhengig vitenskapelig hold eller av politiske uttalelser, og er således vanskelig å bekrefte. [109]

<sup>17</sup> P-bølger er den longitudinale komponenten av trykkbølger i jordskorpa som følge av et jordskjelv. De forplanter seg raskere enn de transversale S-bølgene. "P" og "S" henspiller på "primære" og "sekundære", siden P-bølgene ankommer målestasjonene først og S-bølgene deretter. [111]



Figur 4.3 Den seismiske bølgeformen målt av NORSARs målestasjon i Karasjok (ARCES) etter prøvesprengningen i 2006. [115]



Figur 4.4 Seismiske bølgeformer målt av NORSARs målestasjoner i Karasjok og Hedmark etter prøvesprengningen i 2009. [112]

sprengkraften målt i kt. Tallet 0,75 er empirisk bestemt og brukes for alle prøvofelt. Den geologiske konstanten varierer noe fra område til område. For eksempel regner man med en verdi på 4,45 for testfeltet i Shagan River i Kasakhstan og 4,25 for det nordlige testfeltet på Novaja Semlja. Sistnevnte regnes som en mer allment representativ verdi enn førstnevnte. Dersom en ønsker å skjule en kjernefysisk test, så kan en redusere denne verdien ved å detonere kjerneladningen i et hulrom i et område preget av amorfe materialer som salt- eller kullgruver, såkalt "dekobling." Da kan en i prinsippet bringe  $k$  ned til under 1 i verdi. Det er imidlertid ingen grunn til å anta at Nord-Korea har ønsket å skjule sine tester ved bruk av dekobling.

Snarere har testene blitt brukt til å vise styrke. Vi regner derfor med at verdien for  $k$  for de to nordkoreanske testene ligger mellom 4,25 og 4,45. Det lar oss estimere sprengkraften på testen i 2006 til 0,25–0,86 kt, dersom vi tar høyde for en usikkerhet på 0,1 i Richter-tallet (som dermed blir 4,0–4,2 når vi bruker IMS' middelerdi på 4,1). På samme måte kan vi estimere testen i 2009 til 1,6–5,4 kt, hvor Richter-tallet er variert med et avvik på 0,1 fra verdien på 4,7. Et interessant poeng er at den tilsynelatende mest sannsynlige verdien til den geologiske koblingen  $k$ , altså 4,25, sammen med NORSARs måling av jordskjelvstyrken (4,7) gir en sprengkraft på 4,0 kt, hvilket er hva Nord-Korea skal ha forsøkt på i 2006. Det kan derfor hende at testen i 2009 var helt vellykket, hvis det også da var 4 kt som var målsettingen. [114;116;117]

Den mest anerkjente vitenskapelige vurderingen av sprengkraften til de to nordkoreanske testene, av Murphy et al., estimerer testen i 2006 til 0,9 kt og testen i 2009 til 4,6 kt. Her er en rekke ulike metoder tatt i bruk på et bredt datagrunnlag. Deres estimat for testen i 2006 tangerer den øvre skranken for vårt intervall på 0,25–0,86 kt, mens estimatet for testen i 2009 er like under den øvre skranken for vårt intervall på 1,6–5,4 kt. [110]

Dersom det er riktig at Nord-Korea skal ha siktet seg inn på en sprengkraft på så lite som 4 kt, så kan det tyde på at de har forsøkt en miniatyrisert design med en liten mengde plutonium allerede med sin første ladning. Kan hende har de da brukt så lite som 2 kg plutonium, som de hevdet i sin deklarasjon i 2008 (jf. delkapittel 4.2). I så fall kan veien være kortere enn mange har regnet med til Nord-Korea har utplasserbare stridshoder. Den svært lave, angivelige plutoniummengden taler for at landet kan ha forsøkt å gjøre store kjernevåpenteknologiske sprang for å unngå å sløse med det spaltbare materialet. Hver test gir dessuten mye internasjonalt ”politisk nedfall,” hvilket taler for å gjøre så få tester som mulig. Samtidig antas disse prøvesprengningene å gi en innenrikspolitisk gevinst. Spesielt viser mange til at Nord-Koreas kjernevåpentester skal ha virket blidgjørende på det militære lederskapet, som dermed føler at militær slagkraft blir høyt prioritert.

## 4.4 Urananrikning

### 4.4.1 Tidlige mistanker og påstander

Helt siden 1980-tallet har det figurert påstander om at Nord-Korea har hatt et anrikningsprogram i tillegg til det etter hvert velkjente plutoniumprogrammet. Indisier som har støttet disse mistankene har blant annet vært anskaffelser av spesielle vakuumsmelteovner egnet til forming av gassentrifuger av mareldet stål, anskaffelser av store mengder aluminiumsrør, egnet som såkalte ”preformer” til ytterkapslingen til P-2-sentrifuger, samt samhandelen med Khan-nettverket. I forbindelse med sistnevnte har det vært hevdet at de to statene utvekslet anrikningsteknologi mot missilteknologi. A.Q. Khan har selv innrømmet å ha solgt anrikningsteknologi til Nord-Korea. Slektskapet mellom det nordkoreanske No-dong-missilet og de pakistanske Ghauri-missilene er velkjent og omtalt blant annet i avsnitt 3.4.2. [50;51;96;118;119]

I perioden hvor ”Agreed Framework” var i kraft (1994–2002) var det altså ingen produksjon av plutonium i Nord-Korea, men bekymringen for at landet hadde et hemmelig anrikningsprogram

vokste i takt med mengden av indisier knyttet til suspekke anskaffelser. Det nådde etter hvert et punkt hvor USA fant det nødvendig å konfrontere Pyongyang med mistankene, som USA mente var et brudd på en interkoreansk erklæring fra 1992 [120] om å gjøre Korea-halvøya fri for kjernevåpen og anlegg for å produsere våpenegnet spaltbart materiale (inkludert anrikningsanlegg). Selv om ”Agreed Framework” dreide seg om anleggene knyttet til plutoniumproduksjon, inneholdt avtaleteksten også en referanse til erklæringen fra 1992. Eventuelle nordkoreanske anrikningsanlegg ville dermed utgjøre et brudd på landets forpliktelser både med hensyn til erklæringen fra 1992 og ”Agreed Framework.” Som tidligere beskrevet førte den amerikanske konfrontasjonen med Nord-Korea til at ”Agreed Framework” kollapset høsten 2002. I årene som fulgte kom det imidlertid lite ny informasjon til allmennheten som forsterket de amerikanske påstandene. Og med den amerikanske etterretningsfadesen knyttet til opptakten til Irak-krigen som bakteppe, ble den internasjonale diskursen rundt det angivelige anrikningsprogrammet til Pyongyang preget av stadig større skepsis. Et absolutt vendepunkt i så måte kom ikke før høsten 2010.

#### 4.4.2 Avsløringen av anrikningsanlegget og lett vannsreaktoren i Yongbyon

I november 2010 besøkte en amerikansk delegasjon det kjernefysiske senteret i Yongbyon etter invitasjon fra nordkoreanske myndigheter. Delegasjonen ble ledet av Siegfried S. Hecker fra Stanford University, tidligere direktør ved kjernevåpenlaboratoriet i Los Alamos i USA. Hecker har flere ganger vært i Nord-Korea per invitasjon, og flere ganger har han kunnet bevitne vesentlige utviklingstrekk ved det nordkoreanske kjernevåpenprogrammet. Det kan virke som Nord-Korea benytter Hecker som et troverdig sannhetsvitne for sine kjernefysiske bedrifter overfor verdenssamfunnet. Før besøket i november 2010 var det kjent fra kommersielle satellittbilder at Nord-Korea så ut til å bygge noe nytt på fundamentet til det raserte kjøletårnet fra Reaktor to (som vi kommer tilbake til i avsnitt 4.6.3). [121]

I Heckers rapport fra besøket ved Yongbyon var det to store overraskelser. For det første kunne han fortelle at Nord-Korea hadde begynt byggingen av en liten lett vannsreaktor på grunnen hvor kjøletårnet til Reaktor to sto (Figur 4.5). Reaktorens tiltenkte elektriske effekt ble av Hecker anslått til 25–30 MW<sub>e</sub> basert på observerte dimensjoner samt at nordkoreanske tjenestemenn anga en termisk effekt på 100 MW<sub>t</sub>. Formålet med reaktoren ble sagt å være forsøk med strømproduksjon. For det andre kunne Hecker endelig fjerne enhver tvil rundt Nord-Koreas påståtte anrikningsprogram. Han fikk se et tilsynelatende topp moderne anrikningsanlegg bestående av omlag 2000 gassentrifuger. Anlegget var etablert i en bygning som tidligere var en del av brenselfabrikken som har levert brensel til Reaktor to (se Figur 4.6). Det er betydelig symbolikk i at Nord-Korea etablerer nye anlegg knyttet til lett vannsreaktortechnologi på grunnen til anlegg forbundet med de utdaterte gass-grafittreaktorene landet tidligere satset på. Per november 2011 så det ut til at Nord-Korea var kommet overraskende langt i byggingen av denne reaktoren, som vist i Figur 4.5. Det er allikevel trolig flere år til reaktoren kan settes i drift. [122;123]



Figur 4.5 Bygging av en eksperimentell lett vannsreaktor i Yongbyon. Bildet er tatt 3. november 2011. (Bilderettigheter: DigitalGlobe)

Selv om Nord-Koreas kjernevåpenambisjoner er utvilsomme, er det også hevet over enhver tvil at landet har et sterkt ønske om å produsere kjernekraft. Landet har lenge vært plaget av et kronisk kraftunderskudd. Allerede før "Agreed Framework" regnet de fleste observatører med at den største reaktoren under bygging i Nord-Korea (i Taechon) var tiltenkt strømproduksjon, selv om den også ville egnet seg til storskala plutoniumproduksjon. Bistand til lett vannsbasert kjernekraft var også en sentral del av "Agreed Framework," og Nord-Korea har gjentatte ganger tatt opp dette temaet i senere samtaler. Det er derfor rimelig å anta at Nord-Korea har reelle kjernekraftambisjoner knyttet til sin satsning på anrikning og lett vannsreaktorer, selv om det naturlig nok knytter seg betydelig bekymring omkring de åpenbare militære anvendelsesmulighetene som følger med et anrikningsanlegg.



Figur 4.6 Satellittbilde som viser hvor Nord-Koreas anrikningsanlegg ligger. Bygningen med blått tak er en del av den nedlagte uranbrenselfabrikken i Yongbyon, og den inneholder gassentrifugeanlegget. (Bilderettigheter: DigitalGlobe og ISIS.)

#### 4.4.3 Mulig produksjon av våpenuran

Heckers observasjoner, samt svarene han fikk på spørsmål til operatøren, tyder på at gassentrifugene i det nye anrikningsanlegget er rundt 1,80 m høye ("seks fot" ifølge Hecker) med en ytre diameter på ca. 20 cm, at det var seks kaskader på i alt 2000 sentrifuger, at rotorene inneholdt jern (dermed trolig mareldet stål) og at den totale kapasiteten til anlegget skulle være 8000 SWU/år. Hvis dette stemmer, betyr det at sentrifugene ikke er av P-1/IR-1-type slik Iran har i sitt største anrikningsanlegg, siden en ikke kan oppnå mer enn 2–3 SWU/år per slik sentrifuge. Mer trolig er det snakk om P-2-sentrifuger, som er basert på tyske G-2-sentrifuger med rotorer av mareldet stål. Slike sentrifuger kan maksimalt oppnå 5 SWU/år, hvilket er konsistent med påstanden om at det nordkoreanske anlegget skal ha en kapasitet på 8000 SWU/år fordelt på 2000 sentrifuger. Nordkoreanerne skal ha hevdet at alle sentrifugedelene er lagd i Nord-Korea, men at designen er basert på sentrifuger fra URENCOs anlegg i Almelo i Nederland, hvor A.Q. Khan jobbet, samt japanske sentrifuger i anrikningsanlegget i Rokkasho-mura. Sistnevnte sentrifuger finnes det lite informasjon om i åpne kilder. [122]

Nord-Korea har begrunnet sitt anrikningsanlegg med et behov for å produsere lavanriktet brensel til lett vannsreaktoren som nå er under bygging. Det er overensstemmelse mellom den angitte anrikningskapasiteten og behovet gitt av en reaktor av den aktuelle typen og størrelsen. Samtidig kan et anrikningsanlegg med en årlig kapasitet på 8000 SWU relativt enkelt brukes til å produsere ca. 40 kg våpenuran i året, hvilket er nok til to til tre kjerneladninger, avhengig av design og svinn. Dersom Nord-Korea faktisk behersker både produksjon av effektive gassentrifuger og stabil drift av et anrikningsanlegg, er det all grunn til å regne med at landet vil kunne oppskalere sin anrikningskapasitet enten for å møte behovet for lavanriktet brensel til kjernekraft, eller for å produsere store mengder våpenanriktet uran. [122]

#### 4.4.4 Flere anlegg?

Anrikningsanlegget i Yongbyon skal ha blitt påbegynt i april 2009, rett etter at IAEAs inspektører ble kastet ut av landet. Dersom anlegget faktisk var i full drift i november 2010, så er det utenkelig at det er det første anrikningsanlegget i Nord-Korea. Til sammenlikning startet Iran driften av sitt fullskala anrikningsanlegg i Natanz vinteren 2007 etter å ha testet sentrifuger enkeltvis og i små og fulle kaskader i andre anlegg i årevis. Iran har per utgangen av 2011 fortsatt ikke oppnådd en årlig anrikningskapasitet på 8000 SWU i Natanz, som Nord-Korea altså hevder de allerede har oppnådd med mer effektive sentrifuger. Det er derfor all grunn til å tro at det finnes minst ett eldre anrikningsanlegg i Nord-Korea, muligens av mindre størrelse og med fleksibilitet til å teste ulike kaskadekonfigurasjoner. Dessverre kjenner ikke verdenssamfunnet til hvor resten av Nord-Koreas anrikningsinfrastruktur er lokalisert, noe som gjør eventuelle forhandlinger om verifikasjon svært komplisert. Nord-Korea nekter dessuten for at det finnes flere anrikningsanlegg enn det som er gjort kjent. Utviklingen kan imidlertid ikke utelukkende ha foregått i det skjulte i det nå kjente anlegget i Yongbyon, siden IAEA inspiserte brenselfabrikken i Yongbyon i perioden fra juli 2007 til april 2009 uten å rapportere om noen slike aktiviteter. [124-126]

De uttalte ambisjonene om å være selvforsynt med lett vannsbasert kjernekraft innebærer at vi kan forvente at Nord-Korea vil bygge flere anrikningsanlegg som vil gjøres kjent for omverdenen i årene framover. Disse anleggenes flerbruksnatur gjør at muligheten til å produsere våpenuran vil bli betydelig. Det er dessuten tankevekkende at det i åpne kilder ikke fantes det minste spor av mistanke om at et anrikningsanlegg var under bygging i Yongbyon, som er svært hyppig fotografert av kommersielle satellitter. Det mer enn antyder at Nord-Korea og andre stater enkelt kan etablere anrikningsanlegg av militært relevant størrelse uten at satellittbilder kan avsløre det. I Nord-Korea er det dessuten lange tradisjoner for å bygge militære og militærindustrielle anlegg under bakken.

### 4.5 Missilutvikling

Ballistiske missiler er og blir det mest aktuelle leveringsmiddelet for kjernevåpen i Nord-Korea. Siden 2003 har Nord-Korea gjort betydelige framskritt i utviklingen av flere typer ballistiske missiler. Dersom landet har utplasserte kjernevåpen, regner de fleste med at disse er i form av kjernefysiske stridshoder på mellomdistansemissiler av typen *No-dong* (beskrevet i [96]). No-dong antas å ha en rekkevidde på inntil 1300 km avhengig av nyttelasten. Basert på hva som er kjent om Nord-Koreas import av teknologi til navigasjonssystemer, anslår åpne kilder treffsikkerheten til No-dong til 2–4 km CEP.<sup>18</sup> Pakistanske *Ghauri* og iranske *Shahab-3* regnes som kloninger eller svært nære slektninger av No-dong, noe som vitner om utstrakt samarbeid og/eller salg av missilteknologi (tidligere omtalt i avsnitt 3.4.2 og avsnitt 4.4.1). No-dong og dens slektninger antas å være utviklet av Nord-Korea med utenlandsk assistanse fra slutten av 1980-tallet og fram til tidlig på 1990-tallet (missilet gjennomgikk en feilet test i 1992 og en relativt vellykket test i 1993). Under en parade i oktober 2010 viste Nord-Korea blant annet fram flere No-dong-liknende missiler med trikoniske nesepartier, tilsvarende iranske Ghadr og Sejil (se delkapittel 6.6). Dette er nok et tegn på det tette samarbeidet mellom disse to landene. Rekkevidde og presisjon kan ha blitt forbedret med det nye nesepartiet. [127;128]

#### 4.5.1 Operative brigader

Nord-Korea antas å ha tre brigader for ballistiske missiler; én med Scud-varianter (anslagsvis 600 missiler), én med No-dong (200–300 missiler) og muligens én med *Musudan* (ukjent, men trolig vesentlig lavere antall). Alle disse missilene kan avfyres fra mobile ramper. Mer langtrekkende missiler antas ikke å være utplassert og organisert i brigader. Nord-Koreas Scud-varianter kalles *Hwasong*, og har rekkevidder fra 300 km til 700 km. De antas ikke å spille noen rolle som mulige kjernevåpenbærere, men kanskje som leveringsmidler for kjemiske våpen. En regner med at Musudan er basert på det sovjetiske *SS-N-6 Serb* (også kalt *R-27* og *BM-25*). Serb var et ubåtlevret missil (SLBM) med en rekkevidde på 2400 km med et 650 kg stridshode, mens Musudan er en modifisert utgave tilpasset landmobile ramper. Rekkevidden kan være så lang som 3200 km avhengig av nyttelasten. Samtidig vil tilpassing til landmobile ramper kreve både en styrking av skroget (som er bygd for utskyttningsrør i ubåter) og innføring av temperaturkontrollerte utskyttningsrør, siden drivstoffet (usymmetrisk dimetylhydrazin, UDMH) og oksidasjonsmiddelet (nitrogenetraoksid, NTO) har et noe snevert operativt

<sup>18</sup> CEP står for *circular error probable*. Halvparten av missilene forventes å treffe innenfor CEP.



temperaturintervall.<sup>19</sup> Styrking av skroget vil kunne medføre en reduksjon i rekkevidde grunnet høyere totalvekt. Musudan vil med sin betydelige rekkevidde og diameter på 1,5 m uansett være et egnet leveringsmiddel for kjernevåpen. Missilet har aldri vært testet i Nord-Korea, så estimatet av rekkevidden er i stor grad basert på kunnskap om SS-N-6 Serb. Missilet ble vist fram under en parade i Pyongyang i oktober 2010 (Figur 4.7), men det er på ingen måte sikkert at dette var ekte vare. Musudan er for øvrig påstått eksportert til Iran i 18 eller 19 komplette eller demonterte eksemplarer. Det kommer vi tilbake til i kapittelet om Irans atomprogram (delkapittel 6.6). [128;130-134]



Figur 4.7 Musudan-missiler på mobile ramper, vist fram under en parade i Pyongyang 10. oktober 2010. (Bilde: Scanpix - Yonhap News Agency - Epa)

#### 4.5.2 Taepo-dong/Unha-programmet

Som beskrevet i [96], skjøt Nord-Korea opp et missil omverdenen døpte *Taepo-dong-1* i 1998. Oppskytingen ble ikke forhåndsannonsert, og det førte til betydelig oppstandelse, spesielt i Japan som missilet passerte over. Dette totrinnsmissilet skal ha vært designet for å kunne levere en nyttelast på 1000–1500 kg over en avstand på 1500–2500 km, men det antas å være produsert i kun få eksemplarer og siden gitt opp. Det nordkoreanske navnet var på det tidspunktet ukjent, så missilet ble gitt navnet til et administrativt distrikt nær oppskytningsstedet i Musudan-ri, på samme måte som med No-dong (hvis nordkoreanske navn fortsatt er ukjent). Senere har det kommet fram at Nord-Korea omtaler sine Taepo-dong-missiler som *Paektusan*, som er navnet på det høyeste fjellet på Korea-halvøya (”san” betyr fjell) og det påståtte fødestedet til Kim Jong-il (i realiteten ble han født i det russiske Fjerne østen). Navnet Taepo-dong har imidlertid blitt værende i bruk blant de fleste observatører. Ifølge nordkoreansk propaganda skal en klar ledestjerne ha vist seg på himmelen over Paektu-fjellet den natten Kim Jong-il ble født. ”Kwangmyongsong” betyr ledestjerne på koreansk og er navnet på satellittene Nord-Korea

<sup>19</sup> Under atmosfærisk trykk fryser NTO ved -11 °C og koker allerede ved 21 °C [129].

## Nord-Korea

forsøkte å sende i bane i 1998, 2009 og 2012. Den nasjonale symbolbruken knyttet til romprogrammet er altså særdeles framtreddende og vitner om hvilken vekt lederskapet legger på å lykkes i å mestre denne teknologien. [127;130]

Etter de svært negative reaksjonene på testen av Taepo-dong-1 i 1998 gikk Nord-Korea med på et frivillig moratorium for tester av ballistiske missiler. Moratoriet ble overholdt fram til 2006. Den 5. juli 2006 ble hele sju ballistiske missiler skutt opp fra to ulike steder i Nord-Korea. Foruten fire Scud-varianter ble to No-dong-missiler testet med hell i Kangwon-provinsen sørøst i landet. Fra testbasen i Musudan-ri nordøst i landet, hvor tidligere tester av No-dong og Taepo-dong-1 hadde funnet sted, ble Taepo-dong-2 forsøkt skutt opp. Antakelig var denne i en bærerakettkonfigurasjon med eller uten reell nyttelast, men feilet etter litt over 40 sekunder i lufta. Disse testene ble fordømt av FNs sikkerhetsråd gjennom resolusjon 1695 vedtatt 15. juli samme år. Denne resolusjonen påla dessuten Nord-Korea å legge ned alle sine aktiviteter knyttet til ballistiske missiler. I resolusjonen nevnes ikke testen av Taepo-dong-2 eksplisitt. Det ble dermed ikke tatt stilling til om akkurat denne oppskytningen ble betraktet som en test av et ballistisk missil eller av en bærerakett til lovlig utforskning av verdensrommet. I sistnevnte tilfelle er det først og fremst oppskytningsbanen og nyttelasten som avviker fra den tradisjonelle konfigurasjonen til et ballistisk missil. [127;135]

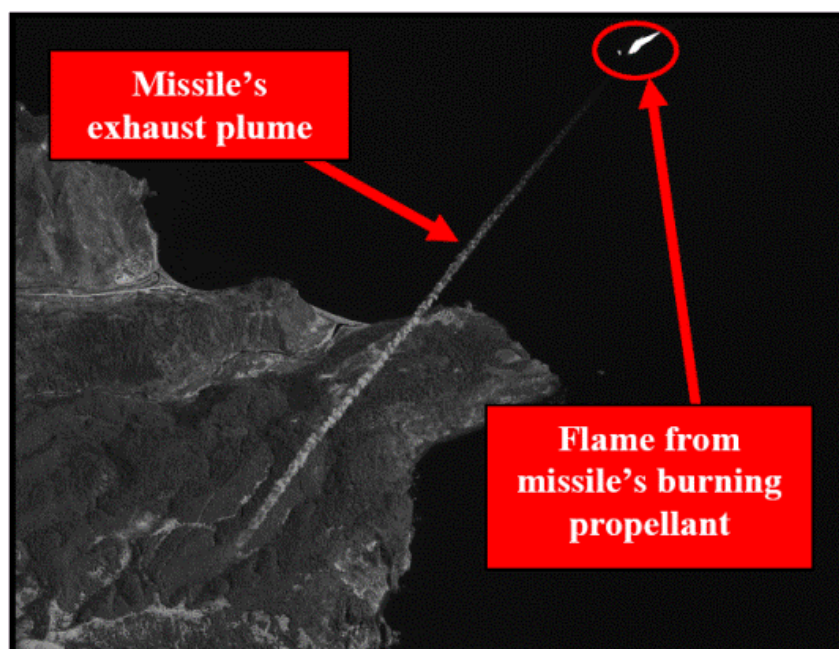
Den 5. april 2009 forsøkte Nord-Korea igjen å skyte opp Taepo-dong-2 fra testbasen i Musudan-ri (vist i Figur 4.8 og Figur 4.9). Denne gangen var det et annonsert forsøk på å få en satellitt i bane rundt jorda. Nordkoreanske myndigheter omtalte bæreraketten som *Unha-2* ("Galakse-2"). Satellitten, kalt *Kwangmyongsong-2* ("Ledestjerne-2"), var en knøttliten eksperimentell kommunikasjonssatellitt, som visstnok hadde som oppgave å sende patriotiske sanger fra en lav bane. Oppskytningen var denne gangen langt mer vellykket enn i 2006, men det siste trinnet lyktes ikke å separere og gå i bane rundt jorda. Nord-Korea fikk allikevel vist at de behersket motorteknologien og separasjonen av de to første trinnene til Unha-2/Taepo-dong-2. De to første trinnene skal ha falt ned i de på forhånd angitte sikkerhetssonene, henholdsvis i Japanhavet 540 km fra oppskytningsfeltet og i Stillehavet 3200 km fra oppskytningsfeltet. Det tredje trinnet fikk enten ikke løsrevet seg fra trinn to, eller det fikk løsrevet seg, men ikke startet motoren. [136]

Testen av Unha-2/Taepo-dong-2 vakte som tidligere omtalt sterkt negative reaksjoner internasjonalt, selv om Nord-Korea sendte ut advarsler på forhånd. Dette kom spesielt fram i Sikkerhetsrådsresolusjon 1874 fra 12. juni 2009, som først og fremst var en reaksjon på prøvesprengningen i mai samme år, men hvor missiltesting også fikk betydelig oppmerksomhet. Alle stater har i utgangspunktet rett til å utforske verdensrommet for eksempel gjennom å sende satellitter i bane rundt jorda. Men utvikling av bæreraketteknologi og teknologi for langtrekkende ballistiske missiler går hånd i hånd, så et progressivt romprogram bringer i realiteten en stat nærmere og nærmere evnen til å bygge interkontinentale, ballistiske missiler (ICBM), det vil si missiler som har en rekkevidde på over 5500 km med en militært relevant nyttelast. Denne iboende dualiteten gjør at enhver test av en bærerakett i et spent område vil bli sett på gjennom militære linser. Nord-Korea var dessuten pålagt et totalt forbud mot alle aktiviteter som var

relatert til ballistiske missiler gjennom Sikkerhetsrådsresolusjon 1695 (2006). Sikkerhetsrådsresolusjon 1874 presiserte dette forbudet ved å kreve stans i alle kjernefysiske tester eller oppskytninger *med bruk av teknologi fra ballistiske missiler*. Det inkluderte dermed bæreraketter, så lenge disse benytter motorer fra ballistiske missiler som No-dong og Musudan. [135;137]



Figur 4.8 Oppskytning av Unha-2/Taepo-dong-2 fra testbasen i Musudan-ri 5. april 2009. (Bilde: Scanpix - KCNA - AFP)



Figur 4.9 Satellittbilde som viser en søyle av avgasser fra Unha-2/Taepo-dong-2 under oppskytningen 5. april 2009. (Bilderettigheter: DigitalGlobe og ISIS)

Én kilde [136] angir en potensiell rekkevidde på hele 10 000–15 000 km for Taepo-dong-2 i en tretrinnskonfigurasjon og 7000–7500 km i en totrinnskonfigurasjon (med ett tonns stridshode i begge tilfeller). Dersom dette stemmer, betyr det at Taepo-dong-2 i prinsippet kan true den amerikanske vestkysten. En annen kilde [138] hevder Taepo-dong-2 kun har en potensiell rekkevidde på 4000–8000 km med 1000–1500 kg nyttelast, hvor rekkeviddeestimatets øvre grense gjelder for minste nyttelast. Nå bør det legges til at missilet neppe er tiltenkt en snarlig operativ rolle, men representerer utviklingsfronten i Nord-Koreas missilprogram. Et missil av denne typen har lang klargjøringsstid og må skytes opp fra store, fastmonterte ramper eller siloer. Overlevelsessevnen med hensyn til forkjøpsangrep er dermed svært dårlig sammenliknet med missiler montert på mobile ramper, som de tre brigadene med Scud-kloninger, No-dong og Musudan. Som vi skal tilbake til i delkapittel 6.6, er det påfallende mange likheter mellom Unha-2/Taepo-dong-2 og den iranske bæreraketten *Simorgh*. Spesielt skal første trinn inneholde fire No-dong-motorer i begge tilfellene. Trinn to av Unha-2/Taepo-dong-2 har blitt hevdet å benytte hovedmotoren til Musudan, mens tredje trinn skal ha benyttet styringsmotorene til Musudan. Det er imidlertid vanskelig å få bekreftet disse påstandene. [134;136]

Nord-Koreas operative ballistiske missiler avfyres som nevnt fra landmobile ramper, mens større missiler og bæreraketter har blitt skutt opp fra basen i Musudan-ri. Taepo-dong-2 er for eksempel over 30 m langt, hvilket gjør mobile ramper upraktiske. I de senere årene har det kommet rapporter om og bilder av en ny og større rakettoppskytningsbase under bygging i *Tongchang-dong* nær landets vestkyst (se kartet i Figur 4.1). Basen ble trolig ferdigstilt i 2011. Dens offisielle navn er *Sohae satellittoppskytningsstasjon*. Årsaken til å bygge et nytt anlegg for testing av langtrekkende missiler og bæreraketter i denne delen av landet kan være et ønske om ikke å krenke luftrommet til Japan og Sør-Korea ved oppskytninger. Jordrotasjonen legger føringer på hvilken bane en bærerakett bør følge for å oppnå maksimal banehøyde med den tilgjengelige drivstoffmengden. Satellittoppskytninger fra Musudan-ri medfører enten at luftrommet over Japan må krenkes eller at en må velge en mindre optimal bane. En annen gevinst ved det nye utskytningsanlegget er at et eventuelt luftangrep mot en base i den vestre delen av landet enten må utføres ved å krysse det nordkoreanske fastlandet fra Japanhavet i øst, eller komme fra Gulehavet i vest. I sistnevnte tilfelle vil i så fall Kina bli krenket. [139]

Den 13. april 2012 fikk Sohae satellittoppskytningsstasjon sin ilddåp. Da ble bæreraketten *Unha-3* (Figur 4.10) skutt opp til ære for Kim Il-sung, hvis hundreårsdag var to dager senere. Denne hadde som formål å sende satellitten *Kwangmyongsong-3* (Figur 4.11) i lav, polar bane. Den ca. 100 kg tunge satellittens formål var å ta bilder av værsystemer og tilstanden til landbruksområder, og sende bildene tilbake til kontrollstasjonen. Unha-3 viste seg å være en noe forlenget versjon av Unha-2. Årsaken til oppskaleringen var etter alt å dømme at Nord-Korea denne gangen ikke ønsket å sende raketten opp i den mest energieffektive retningen, som er østover i retning Japan, som de gjorde med Taepo-dong-1 og Taepo-dong-2/Unha-2 fra Musudan-ri-basen på landets østkyst. Valget av en mindre energiøkonomisk oppskytningsbane rett sørover gjorde dermed at det var nødvendig å øke drivstoffmengden og dermed skrogets lengde. Ønsket om en polar bane kan også ha vært bestemmende for valget av oppskytningsbane. Japans holdning til oppskytningen ble illustrert ved at deres missilforsvarssystemer ble satt i beredskap i



den aktuelle perioden med ordre om å skyte ned gjenstander som kunne bli en trussel mot landet.  
[140]



*Figur 4.10 Bæreraketten Unha-3 på oppskytningsrampen i Sohae satellittoppskytningsstasjon, 8. april 2012. (Bilde: Scanpix - AP - David Guttenfelder)*



*Figur 4.11 En modell av den nordkoreanske satellitten "Kwangmyongsong-3" vist fram 8. april 2012. (Scanpix - AP - David Guttenfelder.)*

Unha-3 feilet kort tid etter oppskytningen. Det er per mai 2012 noe uklart eksakt hvor raketten falt ned, og hva som var årsaken til fiaskoen. Enkelte rapporter antydte at hele raketten falt ned mellom 300 og 400 km fra oppskytningspunktet, utenfor kysten av Sør-Korea. Det er noe kortere enn det annonserte nedfallspunktet for trinn én. Første trinn kan ha brent helt ut, men det er ikke klart om trinnet separerte før framdriften stoppet. Flukttiden kan ha vært noe under to minutter. Landets ledere gikk i etterkant til det uvanlige skritt å innrømme fiaskoen for sitt eget folk. Tidligere mislykkede tester har blitt omtalt som vellykkede i nordkoreanske medier. Kan hende gjorde tilstedeværelsen av inviterte, utenlandske eksperter og journalister at det åpenbare faktum vanskelig lot seg skjule. Fiaskoen ledet uansett raskt til internasjonal frykt for at Nord-Korea kort tid etter ville gjenopprette inntrykket ved å foreta en ny kjernefysisk prøvesprengning, muligens med bruk av våpenuran. Uansett hva årsaken til den feilede oppskytningen var, så viste det utfordringen ved politisk drevne beslutninger i utviklingen av noe så komplisert som flertrinnsraketter. Den teknologiske modenheten var åpenbart ikke til stede, men behovet for å ære ”Den evige leder” drev allikevel fram en oppskytning. [140;141]

### 4.5.3 Nytt, landmobilt ICBM?

I forbindelse med feiringen av Kim Il-sungs hundreårsdag 15. april 2012 ble det gjennomført en omfattende militærparade i Pyongyang. I skyggen av den mislykkede rakettoppskytningen ble seks missiler av en til da ukjent type paradert på mobile ramper (Figur 4.12). Det nye missilet ble raskt gitt typebetegnelsen ”KN-08” av vestlige analytikere. Hele missilet så ut til å være rundt 18 m langt med en diameter på litt under 2 m for de to første trinnene og litt over 1 m for det tredje trinnet.



Figur 4.12 Missilet KN-08 under en parade i Pyongyang 15. april 2012. (Scanpix - AFP Photo - Pedro Ugarte.)

Denne uforutsette opptreden ledet til en rekke spekulasjoner i medier og blant uavhengige observatører om hvorvidt det var snakk om modeller av et langt utviklet system eller bare et narrespill, og hva slags teknologi som eventuelt lå til grunn. Enkelte pekte på en rekke designmessige uregelmessigheter, som for eksempel at det var betydelige forskjeller mellom de seks missilene som ble paradert, og at det ikke var noen klare separasjonsplan mellom de tre hovedtrinnene (det var i stedet en slags hvite bånd rundt missilskrogene der separasjonsplanene ventelig befant seg). Det ble også pekt på motstridende designtrekk, som på den ene siden pekte på bruk av fast drivstoff, samtidig som det var tydelige ventiler for fylling av flytende drivstoff. De fleste var imidlertid enige om at dersom KN-08 en gang blir realisert, så vil missilet gi Nord-Korea en fullverdig, mobil ICBM-kapabilitet, det vil si en rekkevidde på godt over 5500 km. [129;142;143]

#### 4.6 Seksnasjonssamtalene

Etter at Nord-Korea trakk seg fra NPT og gjenopptok plutoniumproduksjonen i Yongbyon, forventet stormaktene at Kina skulle ta initiativ til å finne en løsning på situasjonen. Kina har i alle år hatt en ”storebrorrolle”<sup>20</sup> overfor Nord-Korea. Beijing har ofte forsvart Pyongyangs handlinger i internasjonale sammenhenger. Kina gir også betydelig mat- og energibistand til Nord-Korea. Kina fulgte opp forventningene fra verdenssamfunnet ved å samle de største statlige interessentene til samtaler i Beijing om Nord-Koreas atomprogram med ujevne mellomrom fra august 2003 til desember 2008. De såkalte ”Seksnasjonssamtalene” inkluderte Japan, Kina, Nord-Korea, Russland, Sør-Korea og USA.

Nord-Korea ser på USA som sin største sikkerhetstrussel. De har derfor ofte uttrykt at denne konflikten bør løses i bilaterale samtaler med USA. USA under George W. Bush så imidlertid på bilaterale samtaler som en måte å belønne Nord-Korea på og ville ikke la seg utsette for ”kjernefysisk utpressing” ved å tilby Nord-Korea økonomisk eller politisk gevinst for å legge ned sitt kjernevåpenprogram, noe mange mente ”Agreed Framework” i praksis medførte.

Utfordringen ved å inkludere flere andre stater i samtaler om Nord-Koreas kjernevåpenprogram var at langt flere temaer og bekymringer nødvendigvis ble brakt fram. Spesielt stilte Japan krav om en unnskyldning, økonomisk erstatning, gjenforening og oppklaring av en rekke bortføringssaker fra fortiden for å stille med økonomiske garantier i en eventuell pakkeløsning med Nord-Korea. Japanske borgere skal ha blitt bortført til Nord-Korea på 1970- og 1980-tallet.

Seksnasjonssamtalene hadde som formål å fjerne trusselen som det nordkoreanske kjernevåpenprogrammet utgjorde, samt å bedre den generelle sikkerhetssituasjonen i Øst-Asia ved å ta for seg de enkelte staters største sikkerhetsutfordringer. Spesielt ønsket Nord-Korea garantier fra USA om at landet ikke ville gå til militært angrep. Dette ble gjort med henvisning til den tøffe retorikken til president George W. Bush da han i sin tale om rikets tilstand i januar 2002 omtalte Nord-Korea som en del av ”Ondskapens akse” sammen med Iran og Irak. Den senere invasjonen av Irak minsket neppe de nordkoreanske bekymringene for voldsomme, amerikanske

<sup>20</sup> Kina omtales ofte som Nord-Koreas viktigste allierte, men disse to landene har ingen formell allianse.

## Nord-Korea

reaksjoner. Hele den nordkoreanske atomopprustningen etter at ”Agreed Framework” brøt sammen kan forstås i dette perspektivet.

I tillegg krevde Nord-Korea at lettvannsreaktorene som de ble lovet gjennom ”Agreed Framework” skulle bli bygd, og at en rekke sanksjoner ble hevet. Spesielt fikk Nord-Korea etter hvert gjennomslag for ønsket om å bli fjernet fra den amerikanske lista over stater som støtter terrorisme<sup>21</sup> og lista over stater man ikke skal handle med fordi de anses som fiender (i henhold til lovbestemmelsen ”Trading with the Enemy Act”).

De andre partene i Seksnasjonssamtalene hadde som sin viktigste målsetting å sørge for komplett, verifiserbar og irreversibel nedrustning av det nordkoreanske kjernevåpenprogrammet, samt å få Nord-Korea tilbake til NPT og tillate IAEA-inspeksjoner igjen. Nord-Korea sluttet seg relativt tidlig til målsettingen om å gjøre Korea-halvøya fri for kjernevåpen, men uenigheter omkring andre krav og bekymringer, spesielt om verifikasjon av nedrustningsprosessen, førte gjentatte ganger til tilbakeslag. To høydepunkter kom imidlertid i september 2005 og i februar 2007.

### 4.6.1 September 2005-erklæringen

Etter fjerde runde med samtaler i Beijing lyktes det partene endelig å enes om en felles erklæring i form av seks punkter [144]:

1. Målet for Seksnasjonssamtalene er å gjøre Korea-halvøya fri for kjernevåpen på en verifiserbar og fredelig måte. Nord-Korea forpliktet seg til å oppgi all kjernevåpenutvikling og snarest vende tilbake til NPT og IAEA-inspeksjoner. USA og Sør-Korea fastholdt at de stadig respekterte forpliktelsene om å holde også Sør-Korea fri for kjernevåpen i tråd med erklæringen fra 1992 om en kjernevåpenfri koreansk halvøy. Nord-Koreas rett til fredelig bruk av kjerneteknologi ble understreket, og det ble enighet om å diskutere på et passende tidspunkt leveranser av lettvannsreaktorer til Nord-Korea.
2. Japan og USA ble enige med Nord-Korea om å normalisere relasjonene i tråd med FN-charteret, legge fortidens konflikter bak seg og respektere hverandres suverenitet.
3. Partene var enige om å fremme økonomisk samarbeid særlig innen energi og handel. Nord-Korea ble lovet energibistand av de fem andre partene, spesifikt to gigawatt elektrisitet fra Sør-Korea.
4. Partene forpliktet seg til å samarbeide om å fremme fred og stabilitet i Nordøst-Asia, samt forhandle om en fredsavtale på Korea-halvøya i et annet forum.
5. Partene var enige om å implementere de fire første punktene stegvis i faser, forpliktelse for forpliktelse.
6. Det var enighet om å møtes for nye forhandlinger i november samme år.

Denne erklæringen ble sett på som et mulig gjennombrudd i de diplomatiske forsøkene på å få Nord-Korea til å vende tilbake til NPT som en ikke-kjernevåpenstat. Det tok imidlertid ikke lang tid før det dukket opp betydelige skjær i sjøen. Parallelt med samtalene i Beijing fant nemlig det

---

<sup>21</sup> Lista over ”State sponsors of terrorism” inkluderer per 2011 kun Cuba, Iran, Sudan og Syria ifølge [www.state.gov/s/ct/c14151.htm](http://www.state.gov/s/ct/c14151.htm).



amerikanske finansdepartementet det for godt å svarteliste *Banco Delta Asia* (BDA) i Macau for angivelig å ha bidratt til hvitvasking av falske dollarsedler produsert i Nord-Korea. Svartelistingen var hjemlet i ”USA Patriot Act,” som åpner for finansielle sanksjoner mot ”røverstater” og stater som støtter terrorisme. Sanksjonene førte til at 24 millioner dollar tilhørende den nordkoreanske eliten ble frosset av Macaus myndigheter, samt at BDA og dermed Nord-Korea i praksis mistet tilgangen til det internasjonale bankvesenet. Denne handlingen ble sett svært negativt på i Pyongyang, og snart ble det et krav å reversere den før Seksnasjonssamtalene kunne videreføres. Dette førte til stagnasjon i samtalene. [145]

Utsiktene til videre framgang i Seksnasjonssamtalene så ikke lysere ut etter den nordkoreanske prøvesprengningen 9. oktober 2006, som ble nærmere omtalt i delkapittel 4.3. Stormaktene reagerte på prøvesprengningen ved å vedta Sikkerhetsrådsresolusjon 1718 bare fem dager senere. Denne resolusjonen fordømte prøvesprengningen og krevde at Nord-Korea ga opp sitt kjernevåpenprogram og vendte tilbake til NPT. Videre påla den alle stater å stanse forsendinger til Nord-Korea av tunge konvensjonelle våpensystemer, kjernefysisk teknologi, teknologi relatert til ballistiske missiler og andre masseødeleggelsesvåpen enn kjernevåpen, samt listede luksusvarer. [146]

#### 4.6.2 Februar 2007-erklæringen

Tross det forsurede klimaet mellom Nord-Korea og de fem andre partene i Seksnasjonssamtalene etter prøvesprengningen og Sikkerhetsrådsresolusjon 1718, førte en intens diplomatisk innsats fra kinesisk hold til at samtalene ble gjenopptatt allerede i desember 2006.

Treghet i det amerikanske byråkratiet og kompliserte regler i det internasjonale finansmarkedet gjorde imidlertid at disputten om de beslaglagte, nordkoreanske midlene tok lang tid å løse. Saken så endelig sin løsning i januar 2007. Nord-Korea ble lovet tilgang til sine midler etter en serie med bilaterale samtaler mellom USA og Nord-Korea i forbindelse med Seksnasjonssamtalene. BDA er imidlertid per 2011 fortsatt underlagt sanksjoner.

Et nytt gjennombrudd i Seksnasjonssamtalene ble markert ved en ny, felles erklæring 13. februar 2007 [147]. I denne erklæringen stilte partene seg bak forpliktelsene inngått i september 2005, og de konkretiserte en stegvis implementering av disse. Erklæringen inneholdt følgende punkter:

1. Partene fastholdt september 2005-erklæringen og var enige om å implementere forpliktelsene handling for handling.
2. I en første fase var det enighet om å gjøre følgende innen 60 dager:
  - a. Stenge og forsegle de plutoniumrelaterte anleggene i Yongbyon, og invitere IAEA til å verifisere det.
  - b. Samarbeide om å utarbeide en full deklarasjon av det nordkoreanske kjernevåpenprogrammet inkludert ekstraherte plutoniummengder.
  - c. Avholde bilaterale samtaler mellom USA og Nord-Korea for å utvikle diplomatiske relasjoner. USA skulle begynne prosessen med å fjerne Nord-Korea fra lista over stater som støtter terrorisme og stater som rammes av ”Trading with the Enemy Act.”

- d. Avholde bilaterale samtaler om normalisering av relasjonene mellom Japan og Nord-Korea. Herunder var det meningen å ta for seg tidligere bortføringer av japanske borgere til Nord-Korea, noe som har vært en verkebyll mellom de to landene i årevis.
  - e. Starte forsyningen av 50 000 tonn tungolje som energibistand til Nord-Korea.
3. Partene skulle opprette fem arbeidsgrupper for å jobbe for en kjernevåpenfri koreansk halvøy, normalisere relasjonene med hhv. Japan og USA, inngå økonomi- og energisamarbeid og utvikle en freds- og sikkerhetsmekanisme for Nordøst-Asia. Arbeidsgruppene skulle møtes innen 30 dager.
  4. I neste fase skulle Nord-Korea levere den fulle deklarasjonen av sitt kjernevåpenprogram mot en samlet energibistand tilsvarende én million tonn tungolje (inkludert de første 50 000 tonnene).
  5. Partene skulle holde et møte på ministernivå for å bekrefte implementeringen av avtalen og diskutere alternativer for sikkerhetssamarbeid i Nordøst-Asia.
  6. Partene skulle arbeide for å øke gjensidig tillit og fremme fred og stabilitet i regionen og forhandle om en fast fredsavtale på Korea-halvøya i et annet forum.
  7. Seksnasjonssamtalene skulle videreføres.

Til tross for problemer med frigjøring av de nordkoreanske midlene fra BDA, som i mellomtiden var overført til en kinesisk bank, og at Japan var misfornøyd med manglende framgang i bortførings sakene, begynte Nord-Korea å gjennomføre sine forpliktelser i Yongbyon sommeren 2007. [148]

### 4.6.3 Avvikling av driften i Yongbyon

Fra midten av juli 2007 stengte og forseglet Nord-Korea både brenselfabrikken, Reaktor to, Reaktor tre<sup>22</sup> og reprosesseringsanlegget i Yongbyon, samt den uferdige reaktoren i Taechon. IAEA ble kort tid etter invitert til å verifisere dette og montere forseglinger og overvåkingsutstyr. [149]

Begrepsbruken som ble knyttet til stengningen i Yongbyon var svært bevisst. Der man vanligvis snakker om ”dismantlement” (full demontering), var det her snakk om ”disablement.” I praksis betydde det at anleggene ikke ble revet i første omgang, men at grep ble foretatt for å sette anleggene ut av drift på en slik måte at det ville ta betydelig tid å få dem tilbake i drift igjen. På den måten sikret man at Nord-Korea ikke produserte mer plutonium mens Seksnasjonssamtalene ble videreført, samtidig som landet beholdt foten i døra dersom Pyongyang skulle ombestemme seg.

Det mest markante steget Nord-Korea foretok seg for å avvikle de plutoniumrelaterte anleggene, var sprengningen av kjøletårnet til Reaktor to den 26. juni 2008. Sprengningen ble gjort til et PR-stunt hvor utenlandske journalister ble invitert til å ta bilder og filme (Figur 4.13). Dette var

---

<sup>22</sup> Reaktor tre er nærmere beskrevet i FFI-rapporten fra 2003 [96]. Den var en gass-grafittreaktor tilsvarende Reaktor to, men med ti ganger høyere effekt. Reaktoren har aldri blitt ferdigstilt, og det er ingen tegn til at den noen gang vil bli det heller.

først og fremst en viktig symbolsk handling. Å reetablere kjølekretsen ville ikke være det mest ressurs- og tidkrevende skrittet dersom Nord-Korea skulle ønske å gjenoppta plutoniumproduksjonen. Som for ytterligere å understreke at epoken med plutoniumproduksjon i Reaktor to er over, har så Nord-Korea begynt å bygge en lettvannsreaktor på grunnen hvor kjøletårnet sto, som omtalt i avsnitt 4.4.2. [150]



Figur 4.13 Sprengning av kjøletårnet til Reaktor to i Yongbyon, 26. juni 2008. (Scanpix - AP Photo)

Gjennom diskusjoner i en arbeidsgruppe under Seksnasjonssamtalene sommeren og høsten 2007 kom man fram til hvilke steg Nord-Korea skulle foreta seg for å sette brenselfabrikken, Reaktor to og reprosesseringsanlegget ut av drift. Disse stegene skulle foretas under oppsyn av IAEA og amerikanske eksperter. Nord-Korea ønsket å gjøre reversible steg i denne fasen, mens de andre partene helst så for seg mer permanente steg. Den amerikanske utsendingen til Seksnasjonssamtalene, Christopher Hill, uttalte på et tidspunkt at målsettingen fra amerikansk side var at det skulle ta minst ett år å få anleggene i drift igjen. Stegene partene ble enige om innebar fjerning av vitalt utstyr som smelteovner og væsketanker i brenselfabrikken, ødeleggelse av ferske brenselstaver, demontering av kjølekretsen til Reaktor to og fjerning av utstyret for mottak og oppkutting av bestrålt brensel i reprosesseringsanlegget. Sentrale prosesslinjer i reprosesseringsanlegget ble bevart av behov for behandling av eksisterende avfall. Det bestrålte brenselet i Reaktor to ble gradvis tatt ut og plassert i et vannbasseng for kjøling. Nord-Korea utførte alle stegene som avtalt. [151;152]

#### 4.6.4 Brudd i samtalene

Nord-Koreas deklarasjon av hele sitt kjernefysiske program ble imøtesett med stor spenning. Et springende punkt var hvorvidt landet ville innrømme eksistensen av anrikningsprogrammet sitt. Et annet avgjørende punkt var den deklarererte mengden produsert plutonium. Dessuten hersket det betydelig uenighet mellom partene om graden av nødvendig innsyn i verifikasjonen av den nordkoreanske deklarasjonen. For eksempel ville en troverdig verifikasjon av plutoniummengden kreve tilgang til destruktive målinger av grafitmoderatoren fra Reaktor to og flere typer filtre fra reprosesseringsanlegget. Det ville være nødvendig for å danne et mest mulig komplett bilde av den totale produksjonshistorien for plutonium i Yongbyon. Det nødvendige verifikasjonsomfanget ble ikke mindre av at Nord-Korea aldri på noe tidspunkt tidligere hadde

I 1994 la IAEA foreta en fullstendig verifikasjon av de deklarererte anleggene og spaltbare materialene sine. En hadde dermed ikke noe troverdig utgangspunkt for tidligere kjente mengder av uran og plutonium. [151]

Pyongyangs generelle skepsis mot fremmede makters innblanding gjør nærgående verifikasjonsprosedyrer svært vanskelig å akseptere. Å verifisere ikke-eksistensen av anrikningsanlegg, typisk ved å inspisere mistenkte anlegg, virker dermed som en umulig oppgave i et land som håndhever betydelige reiserestriksjoner innenfor egne grenser selv for egne borgere. Prinsipielt sett kan en selvsagt aldri bevise ikke-eksistensen av noe, men høy grad av fysisk tilgang kan styrke tilliten til at ingenting holdes skjult. De interne forholdene i Nord-Korea gjør det vanskelig å se for seg implementering av noen form for meningsfullt verifikasjonsregime. Samtidig tilsier det lave tillitsnivået at omfattende inspeksjoner er desto mer nødvendig. En innsiktsfull diskusjon av de iboende utfordringene knyttet til verifikasjon i Nord-Korea er gitt av James Acton i en konferanseartikkel fra 2009. [153]

Mot slutten av 2007 la Nord-Korea fram det de hevdet var en fullstendig deklarasjon av sitt kjernefysiske program. Mengden av reprosesert plutonium ble angitt til 30 kg, hvilket var lavere enn hva for eksempel Siegfried S. Hecker estimerte (34–44 kg), men så vidt innenfor intervallet som det Washington-baserte *Institute for Science and Global Security* (ISIS) anga (28–50 kg). Svært oppsiktsvekkende hevdet Nord-Korea i sin deklarasjon at de kun hadde brukt 2 kg plutonium i prøvesprengningen i 2006 (jf. delkapittel 4.2 og delkapittel 4.3). Det var ingen referanser til anrikningsaktiviteter, men på spørsmål om skjebnen til aluminiumsrørene som ble antatt å være tiltenkt gassentrifuger (omtalt i avsnitt 4.4.1), henviste Nord-Korea til missilproduksjon. USA fikk etter hvert lov til å ta destruktive prøver av rørene og påviste til alt overmål partikler av høyanriket uran på dem. Pyongyang benektet at partiklene stammet fra anrikning foretatt i Nord-Korea. Det er ikke helt urealistisk at partiklene kan ha stammet fra opphavlandet til aluminiumsrørene. De færreste vurderte at Nord-Korea på det tidspunktet hadde anlegg som var kommet langt nok til å anrike uran til høye nivåer. En mulighet kan ha vært at partiklene stammet fra Pakistan, siden Nord-Korea skal ha anskaffet deler til P-2-sentrifuger derfra (se avsnitt 4.4.1). [103;152;154;155]

Funnene av høyanriket uran la ingen demper på mistankene om at den nordkoreanske deklarasjonen ikke var komplett. Konsultasjonene fortsatte derfor parallelt med avviklingsstegene i Yongbyon for å få Pyongyang til å legge flere kort på bordet. Dette kravet inkluderte også informasjon om og stans av eventuell kjernefysisk assistanse (nærmere omtalt i avsnitt 4.7.2), noe som ble sterkt aktualisert etter at det i 2007 kom fram at Nord-Korea skal ha assistert Syria i bygging av en reaktor (se kapittel 7). I juni 2008 la Nord-Korea fram en mer detaljert deklarasjon som blant annet inkluderte 18 000 sider med dokumentasjon av driften av Reaktor to. Utrolig nok skal amerikanske eksperter ha påvist anrikede uranpartikler også på disse papirene. Det er høyst uklart hvor disse partiklene kan ha kommet fra, siden et anrikningsprogram på ingen måte behøver å være samlokalisert med en plutoniumproduserende reaktor. [156]

Det amerikanske kravet om et grundig verifikasjonsregime med prøvetaking viste seg å være umulig å akseptere for Nord-Korea. Sammen med de vedvarende påstandene om eksistensen av et anrikningsprogram og uklarhet rundt spredning av kjerneteknologi, ble klimaet for videre framgang i Seksnasjonssamtalene så dårlig mot slutten av 2008 at partene siden desember det året ikke har møttes i offisielle undergrupper eller fulle samtaler. Nord-Korea fortsatte imidlertid med avviklingsstegene i Yongbyon utover vinteren 2009, og den avtalte energibistanden fortsatte også. Den foreløpig siste spikeren i kista til Seksnasjonssamtalene kom først våren 2009.

I april 2009 testet Nord-Korea romraketten Unha-2, som beskrevet i avsnitt 4.5.2. Testen førte til sterk fordømmelse i FNs Sikkerhetsråd, siden utvikling av denne typen raketteknologi har stor overføringsverdi til ballistiske missiler. Selv om formålet med testen øyensynlig og offisielt var av sivil art (oppskytning av en satellitt), tolket de fleste land forsøket som en test av et ballistisk missil. Sikkerhetsrådsresolusjon 1718 (2006) forbød Nord-Korea å foreta oppskytninger av ballistiske missiler. Den internasjonale fordømmelsen ledet Pyongyang til å annonsere at Nord-Korea aldri igjen ville ta del i Seksnasjonssamtalene, at landet ikke lenger anså seg forpliktet av September 2005-erklæringen og at landet ville gjenoppta kjernevåpenprogrammet sitt. IAEAs inspektører ble kort etter kastet ut av landet. Noen uker etter testet altså Nord-Korea sin andre kjernefysiske ladning, som omtalt i delkapittel 4.3. [146;157]

Sommeren og høsten 2011 møttes amerikanske og nordkoreanske utsendinger for å diskutere betingelsene for en eventuell gjenopptakelse av Seksnasjonssamtalene uten at de kom til enighet. Japan, Sør-Korea og USA var i denne perioden enige om at Nord-Korea måtte stanse alle anrikningsaktiviteter, tillate IAEA å gjenoppta sine inspeksjoner og ikke foreta noen flere missiltester eller prøvesprengninger for at Seksnasjonssamtalene skulle kunne gjenopptas. Nord-Korea foreslo på sin side i september 2011 at Sør-Korea kunne kjøpe Nord-Koreas gjenværende, ubestrålte uranbrenselstaver som et tillitsbyggende grep for å gjenoppta samtalene, men dette ble avvist av Sør-Korea. Den 29. februar 2012 kunne endelig amerikanske tjenestemenn og det offisielle nordkoreanske nyhetsbyrået *Korean Central News Agency* (KCNA) annonsere at Nord-Korea var gått med på å stanse all kjernevåpenutvikling, inkludert anrikningsprogrammet, og ikke teste langtrekkende missiler eller kjernevåpen, samt tillate IAEA-overvåking av dette moratoriet. Det ble henvist til September 2005-erklæringen. Til gjengjeld lovet USA å gjenoppta matforsyningene til Nord-Korea. Disse signalene så ut til å kunne muliggjøre en gjenopptakelse av Seksnasjonssamtalene. Med tidligere historikk friskt i minnet, ble dette tatt imot med avventende optimisme i den vestlige verden. Den såkalte "Skuddårsavtalen" falt også raskt sammen da Nord-Korea to uker senere annonserte planer om å hedre Kim Il-sung ved å skyte opp bæreraketten Unha-3 i forbindelse med Kim Il-sungs hundreårsdag 15. april 2012, som omtalt i avsnitt 4.5.2. [158;159]

Nord-Korea hevdet på sin side at "Skuddårsavtalen" ikke omfattet fredelige rakettoppskytninger, mens amerikanerne holdt fast ved at moratoriet skulle gjelde alle tester av langtrekkende missiler og raketter. Dessuten sier Sikkerhetsrådsresolusjon 1874 at Nord-Korea forbys enhver test som innebærer bruk av teknologi fra ballistiske missiler. Nord-Koreas bæreraketter benytter motorer fra ballistiske missiler, og er således omfattet av dette forbudet. Nord-Korea gjennomførte

oppskytningen til tross for at USA dermed trakk sine løfter om matvareforsyninger. Hendelsen førte til en fordømmelse fra Sikkerhetsrådet, men ingen ny resolusjon. Sikkerhetsrådet gjorde det dessuten klart at oppskytningen var et klart brudd på Resolusjon 1874. [137;160]

### 4.7 Andre utviklingstrekk

#### 4.7.1 Maktøvertakelsesproblematikk og spenninger med Sør-Korea

I august 2008 rapporterte internasjonale medier at Nord-Koreas ubestridte leder, Kim Jong-il, hadde hatt et hjerneslag. Nordkoreanske kilder avfeide det hele med at det var et utenlandsk plott. I alle fall førte det til at mange stater begynte å forberede seg på et snarlig maktskifte i Pyongyang. De mest pessimistiske så for seg et Nord-Korea i kaos og borgerkrig. I månedene som fulgte kom det rapporter om at Kim gradvis vendte tilbake til sitt virke. Dessuten utnevnte han sin tredje sønn, Kim Jong-un, til flere betydningsfulle maktposisjoner. Etter hvert ble det en akseptert kjensgjerning at Kim Jong-un var utpekt som sin fars maktarvtaker. Flere observatører har forstått prøvesprengningen i 2009 som delvis motivert av behovet for å vise styrke overfor resten av makteliten i Nord-Korea i en periode preget av usikkerhet rundt det øverste lederskapet. I dette perspektivet ble det ansett som lite sannsynlig at Nord-Korea ville inngå signifikante nedrustningsforpliktelser i denne perioden, hvilket fort kunne bli sett på som å vise svakhet overfor omverdenen.

Kim Jong-il gikk bort etter et hjerteinfarkt 17. desember 2011. Kim Jong-un har siden blitt presentert som Nord-Koreas nye leder. Det vil antakelig ta mange år før Kim Jong-un får etablert den nødvendige posisjonen i det nordkoreanske maktapparatet til å ta fullstendig over for sin far. Kim Jong-il ble på sin side uformelt utpekt som arvtakeren til Kim Il-sung allerede i 1974, og fikk stegvise utnevnelser som styrket hans posisjon fram til hans far gikk bort i 1994. Allikevel tok det noen år etter Kim Il-sungs død før Kim Jong-il hadde sikret seg de nødvendige verv og tilstrekkelig lojalitet hos resten av makteliten. En sørgeperiode på tre år var noe av årsaken til dette. [161-164]

Lite er offentlig kjent om Kim Jong-un. Selv fødselsdatoen til Kim Jong-un er en statshemmelighet. Men en tidligere internasjonal sekretær i Nord-Koreas vennskapsforening (*Korean Friendship Association*) med kontakter i regimet har hevdet overfor FFI at Kim Jong-un har nære bånd til det hemmelige politiet (*Ministry of People's Security*), og at dette har holdt en beskyttende hånd over ham i hele hans liv.

Mange har fryktet at maktøvertakelsesproblematikken i Nord-Korea vil føre til vedvarende aggressiv atferd fra Pyongyangs side. I mars 2010 ble det sørkoreanske marinefartøyet *Cheonan* senket i Gulehavet av det de fleste regner med var en nordkoreansk torpedo avfyrt fra en ubåt. Hele 46 mennesker omkom. Hendelsen ble fordømt i Sikkerhetsrådet, men Kina sørget for at Nord-Korea ikke ble eksplisitt anklaget for udåden. Daværende forsvarsminister i USA, Robert Gates, sa i august 2010 rett ut at han fryktet at bakgrunnen for denne hendelsen var et behov for å styrke Kim Jong-uns posisjon blant de militære lederne, på samme måte som Kim Jong-il antas å ha stått bak angrep mot sørkoreanske mål i de første årene etter det ble klart at han skulle ta over

for Kim Il-sung. Selv om det er umulig å bekrefte slike antakelser, betyr de i hvert fall at det hersker usikkerhet omkring Pyongyangs intensjoner og tvil om mulighetene til å inngå spenningsreducerende avtaler knyttet til kjernevåpen eller andre spørsmål. [165-167]

Nord-Korea og Sør-Korea har siden våpenhvilen i 1953 vært i konflikt angående sjøterritorialgrensene i Japanhavet og Gulehavet. Den såkalte *Nordre delelinje* (*Northern Limit Line – NLL*) ble stipulert av den amerikanske øverstkommanderende for FN-styrkene etter våpenhvilen i 1953. Selve våpenhvileavtalen inneholder ingen referanser til sjøterritorialgrenser. NLL går i Gulehavet mye lengre nord enn en forlengelse av landterritorialgrensen (den demilitariserte sonen, DMZ) skulle tilsi. Dessuten omkranser NLL i dette farvannet en rekke øyer langt nord. Nord-Korea har av disse grunner aldri anerkjent NLL, og det har i perioder vært trefninger mellom Nord-Korea og Sør-Korea i det omstridte farvannet i Gulehavet. Sør-Korea avholder dessuten fra tid til annen store marineøvelser i det samme farvannet, noe Nord-Korea ser på som en vesentlig provokasjon. [168;169]

I november 2010 oppsto en ny trefning i det samme farvannet som Cheonan ble senket i. I forbindelse med en stor marineøvelse avfyrte Sør-Korea granater i havet. Siden Nord-Korea så på dette som sitt farvann, besvarte de ilden med å bombardere den befolkede øya Yeonpyeong, som ligger mindre enn 4 km sør for NLL. Yeonpyeong huser rundt tusen sørkoreanske marinesoldater samt 1600 sivile. Amerikanske kilder hevdet at hele 175 granater ble avfyrt mot øya, hvilket førte til at to soldater ble drept og femten soldater og tre sivile såret. Frykten var stor for at dette skulle lede til en eskalering til en større væpnet konflikt, men begge sider besinnet seg heldigvis i tiden som fulgte. [170]

Utvikling av egne kjernevåpen har i mange år vært fullstendig tabu i Sør-Korea. Landet har vært under beskyttelse av en amerikansk ”atomparaply” helt siden Koreakrigen, og selv om USA trakk sine taktiske kjernevåpen ut av Sør-Korea i 1991, er det fortsatt amerikanske baser med store styrker stasjonert på sørkoreansk jord. Til tross for amerikanske sikkerhetsgarantier har det i de senere år vært enkelte politikere og samfunnsdebattanter i Sør-Korea som har tatt til orde for at landet selv bør utvikle kjernevåpen for å møte den nordkoreanske kjernevåpentrustelsen. Veien er imidlertid lang fra at noen få stemmer bryter et tabu og til at Seoul faktisk bestemmer seg for å utvikle egne kjernevåpen. [171]

#### 4.7.2 Bistand til andre stater

Sikkerhetsrådsresolusjon 1874 pålegger stater å stanse forsendelser til Nord-Korea dersom det er rimelig grunn til å mistenke at lasten inneholder missiler, missilteknologi, masseødeleggelsesvåpen eller teknologi for å framstille masseødeleggelsesvåpen. Det gir et folkerettslig grunnlag for såkalte *PSI-aksjoner*. *Proliferation Security Initiative*, PSI, er et frivillig regime som ble introdusert av USA under George W. Bush, hvor stater samarbeider om å stanse forsendelser relatert til masseødeleggelsesvåpen eller missiler. De senere årene har verden sett flere slike aksjoner på åpen sjø, hvor lasteskip av nordkoreansk opprinnelse har blitt inspisert og i noen tilfeller blitt tvunget til å snu. Ofte har Myanmar, Iran eller Syria vært sluttdestinasjonen for disse skipene. Det er i første rekke missilteknologi og konvensjonelle

## Nord-Korea

våpen som har blitt forsøkt eksportert i de rapporterte tilfellene. I stadig mindre grad har ferdige missiler blitt forsøkt eksportert. Årsaken er trolig at lista over aktuelle kjøpere har blitt kortere, og at Nord-Korea har bistått flere stater i å etablere sine egne produksjonslinjer for ballistiske missiler. Iran og Nord-Korea antas å være noenlunde likeverdige samarbeidspartnere i utvikling av ballistiske missiler. Det er betydelig slektskap mellom de fleste av de to landenes kjente ballistiske missiler. [137;172;173]

FNs sikkerhetsråd opprettet i forbindelse med resolusjon 1874 et ekspertpanel med mandat til å overvåke implementeringen av resolusjonen gjennom konsultasjoner med FN's medlemsland. I november 2010 rapporterte panelet til Sikkerhetsrådet om sine funn. Blant hovedtrekkene var at Nord-Korea i betydelig grad praktiserte en rekke strategier for å omgå resolusjonens krav gjennom blant annet utstrakt bruk av forfalskede sluttbrukererklæringer, falske identiteter og frontselskaper. I tillegg drives kompetanseoverføring i form av utveksling av vitenskapelig personell og data, samt samarbeid om testoppskytninger. [128;137]

Når det gjelder kjernefysisk bistand til andre stater, skal Nord-Korea ha solgt 1,6 tonn uranheksafluorid til Libya i 2001 og 45 tonn yellowcake til Syria i september 2007. Førstnevnte handel skal ha blitt foretatt gjennom Khan-nettverket som en del av Libyas gassentrifugeprogram. Uranet som skal ha blitt solgt til Syria antas å ha vært tiltenkt som brensel til reaktoren i Dair Alzour, som ble bombet kort tid etter (se kapittel 7). Den teknologiske bistanden i forbindelse med denne reaktoren er det klart mest alvorlige kjente tilfelle av nordkoreansk assistanse til andre stater innen området kjernefysisk teknologi. [174-176]

Det stadig tettere samarbeidet mellom Myanmar og Nord-Korea har ført til bekymring for at sistnevnte skal selge sensitiv kjerneteknologi til førstnevnte. Heldigvis er det ikke bekreftet at dette har skjedd til nå. Det er spesielt koblingen mellom Myanmar og det nordkoreanske selskapet *Namchongang Trading Company* som har fått varsellampene til å lyse. Namchongang skal blant annet ha stått for bistand til Syria i forbindelse med byggingen av reaktoren i Dair Alzour. Det har dessuten vært involvert i anskaffelser av vakuumpumper, aluminiumsrør og annet anrikningsrelatert utstyr til Nord-Korea siden 1990-tallet. Selskapet er underlagt sanksjoner i form av reiseforbud og beslagleggelse av kapital gjennom Sikkerhetsrådsresolusjon 1718. [146;177;178]

Lite har vært skrevet i åpne kilder om eventuelle forbindelser mellom Nord-Korea og Iran på det kjernefysiske området. Det tette samarbeidet på andre områder gjør allikevel at en ikke kan utelukke at det foregår utveksling også av kjerneteknologi. En anonym, vestlig etterretningskilde hevdet i august 2011 at Nord-Korea så sent som vinteren 2011 solgte den sensitive programvaren MCNPX 2.6.0, samt opplæring i bruken av denne, til iranere som skulle være involvert i utvikling av kjernefysiske stridshoder. Det er imidlertid vanskelig å vurdere troverdigheten i disse påstandene [179]. De ulike utgavene av MCNPX er egnet til å gjøre kriticalitetsberegninger, ikke bare til sivile trykghetsformål, men også til kjernevåpendesign.



#### 4.8 Oppsummering og kommentarer

Det nordkoreanske kjernevåpenprogrammet har produsert et lavt antall plutoniumbaserte kjernevåpen med begrenset sprengkraft (under 5 kt), og de færreste analytikere antar at disse våpnene er utplassert. Vi kan imidlertid ikke utelukke at noen kjerneladninger er utplassert på ballistiske missiler, fortrinnsvis No-dong eller Musudan. To ganger har landet testet sine kjerneladninger; én gang uten særlig hell og én gang tilsynelatende med rimelig grad av suksess. Den resterende plutoniumbeholdningen er anslagsvis tilstrekkelig til alt fra seks til over tretti kjerneladninger, hvor det lavere antallet er klart mest sannsynlig, og hvor et høyere antall svarer til svært lavt svinn og at Nord-Koreas deklarasjon er korrekt med hensyn til hvor mye plutonium de brukte i sin første test.

Infrastrukturen for å produsere mer plutonium er i stor grad demontert i tråd med forpliktelser inngått gjennom Seksnasjonssamtalene. Det vil ta måneder og kanskje år å reetablere denne. Til gjengjeld har Nord-Korea lyktes i å etablere et lite anrikningsanlegg med gassentrifuger. Anleggets angivelige formål er å anrike uran til kjernebrensel til en lett vannsbasert forsøksreaktor for kjernekraft under bygging i Yongbyon. Med evnen til å anrike uran har Nord-Korea skaffet seg et håndgripelig alternativ til sin tidligere plutoniumproduksjon. Landet kan tenkes å ha flere til nå ukjente anrikningsanlegg for produksjon av våpenuran. Dette utviklingstrekket gjør at vi ikke lenger har like god oversikt over helheten i det nordkoreanske kjernevåpenprogrammet som før. Urananrikning kan i framtiden muliggjøre en mangedobling av det nordkoreanske kjernevåpenarsenalet siden landet har enorme uranforekomster og er i stand til å produsere alle nødvendige uranforbindelser.

Nord-Korea har eksportert uranforbindelser og kjernereaktortechnologi til andre land. Selv om eksporten av komplette missiler antakelig har gått ned, regnes landet fortsatt som verdens fremste eksportør av teknologi for ballistiske missiler. Internasjonale og frivillige eksportkontrollinitiativer og -regimer har imidlertid gjort det vanskeligere for Nord-Korea både å importere og eksportere sensitiv kjernefysisk eller missilrelatert teknologi. Allikevel har Pyongyang oppnådd betydelig framgang i produksjon og utplassering av mellomdistansemissiler med en potensiell kjernevåpenmisjon, samt utvikling av bæreraketeknologi med klar overføringsverdi til framtidige ICBMer.

Mange har fryktet ytterligere trefninger og provokasjoner mellom Nord-Korea og Sør-Korea i den første tiden etter innsettelsen av Kim Jong-un. En fornyet forpliktelse om å legge ned kjernevåpenprogrammet vil normalt kreve en stor innenrikspolitisk maktbase og betydelig handlingsrom. Det har man regnet med at arvtakeren Kim Jong-un ville bruke en del tid på å oppnå. Av den grunn var det en positiv overraskelse at Nord-Korea 29. februar 2012 erklærte at de var villige til å gå med på et verifisert moratorium for kjernevåpenutvikling, inkludert anrikning, og testing av ballistiske missiler. Dessverre tok optimismen raskt slutt da Nord-Korea gjennomførte oppskytingen av Unha-3 til store internasjonale protester. I eventuelle framtidige samtaler står en fredsavtale med Sør-Korea og USA høyt på ønskelisten i Pyongyang, i tillegg til energi- og matbistand. Kan hende er en fredsavtale en forutsetning for å oppnå en fullstendig, verifisert nedrustning av kjernevåpen i Nord-Korea.

## 5 Israel

*The bomb that never is*<sup>23</sup>

Det er allment antatt av analytikere verden over at Israel ikke bare innehar nødvendig kunnskap og kjernefysisk infrastruktur til å utvikle kjernevåpen, men at landet også i lengre tid har hatt et ikke ubetydelig arsenal av slike våpen. Det hevdes mer presist at landet hadde sine første, enkle kjernevåpen klare allerede ved utbruddet av Seksdagerskrigen i 1967 [181]. Det hevdes også at daværende statsminister Golda Meir ga daværende forsvarsminister Moshe Dayan tillatelse til å klargjøre og utplassere landets 13 kjernefysiske stridshoder da situasjonen var som mørkest for Israel under Yom Kippur-krigen i oktober 1973 [182]. Alt dette er imidlertid forhold som Israel selv verken vil bekrefte eller benekte. Denne holdningen setter landet i en særstilling siden alle andre stater enten har prøvesprengt kjernevåpen og vedstår seg dem offisielt, eller de antas ikke å ha noe kjernevåpenarsenal i det hele tatt.

Den offisielle tvetydigheten omkring Israels atomprogram gjør at tilfanget på pålitelige kilder omkring dette programmet er enda mer begrenset enn for de statene som har prøvesprengt. Mye er spekulativt eller basert på mer eller mindre velbegrunnede antakelser, men mye kan også utledes fra de brikkene i puslespillet som etter hvert er kommet fram gjennom avgraderte dokumenter, satellittbilder osv.

De historiske og politiske detaljene i den tidlige utviklingen av atomprogrammet er kanskje ikke av direkte betydning for vurderingen av dagens atomprogram, men de forteller en god del om tankegangen bak og filosofien forbundet med den kjernefysiske oppbyggingen. Det er mye fascinerende lesestoff her. Den klassiske studien på området er Avner Cohens mye omtalte bok *Israel and the Bomb* [181] fra 1998 som gir en grundig, omfattende og veldokumentert beskrivelse av de politiske og organisatoriske forholdene omkring oppbyggingen av Israels atomprogram. Cohen er en historiker som har studert og arbeidet både i Israel og USA. Han har senere fulgt opp med boka *The Worst-Kept Secret: Israel's Bargain with the Bomb* [183]. En annen klassiker er boka *The Samson Option: Israel's Nuclear Arsenal and American Foreign Policy* [184] som ble skrevet av journalisten Seymour Hersh i 1991.

Israel har ikke undertegnet Ikke-spredningsavtalen for kjernevåpen (*the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons*, NPT).

---

<sup>23</sup> Tittel på artikkel av Avner Cohen [180].

## 5.1 *Nuclear opacity* – kjernefysisk uklarhet

Cohen bruker gjerne begrepet *nuclear opacity*, som egentlig betyr *kjernefysisk ugjennomsiktighet*, men som vi også kan kalle *kjernefysisk uklarhet*, om tvetydigheten omkring Israels atomprogram. Han definerer dette begrepet slik [181]:

*Kjernefysisk uklarhet (nuclear opacity)* er en situasjon der en stats kjernefysiske kapabiliteter ikke er bekreftet, men likevel anerkjent på en slik måte at de påvirker andre staters oppfatninger og handlinger.

Israel utviklet sin kjernefysiske uklarhetspolitikk på 1960-tallet, trolig som et resultat av at mange rundt om i verden (og spesielt USA) da begynte å interessere seg for hvilke kjernefysiske aktiviteter som egentlig foregikk i landet. Det er lett å se at det ville vært vanskelig for Israel å framstå som kjernevåpenstat overfor sine støttespillere i Vesten, og at en slik innrømmelse også ville ha kunnet føre til et kjernevåpenkappløp i Midtøsten. Samtidig vil uklarheten påvirke nabostatenes ”oppfatninger og handlinger” på en måte som trolig er til Israels fordel, i hvert fall på kort sikt. Israels offisielle linje har hele tiden vært at landet ”ikke skal være det første til å introdusere kjernevåpen i Midtøsten” (se faktaboksen nedenfor). Og så kan man filosofere over hva det egentlig innebærer ”å introdusere kjernevåpen.” Er det å designe dem? Bygge dem? Utplassere dem? Eller detonere dem?

“I can tell you most clearly that we will not introduce nuclear weapons to the region, and certainly we will not be the first.”

*Israels viseforsvarsminister Shimon Peres i møte med USAs president John F. Kennedy  
2. april 1963 [185]*

Israel is determined “not to be the first to introduce nuclear bombs in the Middle East.”

*Israels president Shimon Peres i The Wall Street Journal 21. juli 2007*

## 5.2 Starten på atomprogrammet

Israels atomprogram ble i all hovedsak skapt av tre personer. *David Ben-Gurion* (Figur 5.1) var landets første statsminister, og bortsett fra et kortere avbrudd ledet han Israel fra staten erklærte seg selvstendig 14. mai 1948 fram til juni 1963. Han var dypt opptatt av Israels sikkerhet, og var svært bekymret over nabolandenes inngrodde fiendtlighet mot den nye staten. Hans faglige og visjonære rådgiver i kjernefysiske spørsmål var *Ernst David Bergmann* (også i Figur 5.1), egentlig organisk kjemiker, og hans politiske håndverker på den internasjonale arenaen var *Shimon Peres*, kjent som både kreativ og pågående. Peres gjorde i unge år lynkarriere i det israelske forsvarsdepartementet, og gjennom årene har han innehatt en rekke ulike politiske verv i Israel. Siden 2007 har Peres vært landets president.

Ben-Gurion hadde generelt stor tro på betydningen av vitenskap og teknologi for den unge staten. Han skal ha vært opptatt av kjernevåpnenes sikkerhetsmessige betydning helt fra statens begynnelse, men det var trolig først etter at han hadde vært forsvarsminister en periode midt på 1950-tallet, og etter at USA hadde tilbudt Israel en forskningsreaktor under *Atoms for Peace*-programmet, at planene tok form for alvor.



*Figur 5.1 Sentrale personer under oppbyggingen av Israels atomprogram. Til venstre landets første statsminister, David Ben-Gurion, fotografert i 1959. Bildet til høyre viser Ernst David Bergmann, som her taler ved åpningen av Atoms for Peace-utstillingen i Israel i 1956. (Bilder fra Wikimedia Commons, offentlig eiendom.)*

For en grundig gjennomgang av den politiske utviklingen som lå til grunn for utviklingen av Israels atomprogram, vises det til Cohens bok [181]. Generelt må det kunne sies at Israel utviste stor utholdenhet og kreativitet i denne perioden. Den tekniske utviklingen er beskrevet i korte trekk i resten av dette kapittelet.

### 5.3 Kjernefysisk infrastruktur

Dette avsnittet tar for seg arbeidet med den kjernefysiske brenselssyklusen i Israel og institusjoner som måtte ha en direkte rolle i en eventuell utvikling av kjernevåpen.

#### 5.3.1 Soreq Nuclear Research Center

Soreq Nuclear Research Center ligger ved siden av Palmachim Air Force Base nær Yavne sør for Tel Aviv (se kartet i Figur 5.3) og er kjent som ”Israels Los Alamos.” Ifølge senterets egne hjemmesider<sup>24</sup> foregår det her en allsidig teknologisk forskning med en mengde sivile anvendelser. Andre kilder rapporterer imidlertid at Soreq NRC dessuten er senter ikke bare for Israels kjernevåpenforskning, men også for utvikling og design av landets kjernefysiske våpen [186;187].

<sup>24</sup> <http://www.soreq.gov.il/>

### 5.3.1.1 IRR-1

Blant fasilitetene ved Soreq NRC er Israels første kjernereaktor. Dette er en forskningsreaktor som var en gave til Israel fra USA i forbindelse med programmet *Atoms for Peace* under president Dwight D. Eisenhower. Reaktoren er kjent som IRR-1. Den er på 5 kW<sub>t</sub> og gikk kritisk første gang i 1960. Dette er en lett vannsreaktor<sup>25</sup> (bassengtype) som stadig er i bruk til nøytronforskning og radiografi. Reaktoren er underlagt IAEAs sikkerhetskontroll og er dessuten såpass liten at den også av den grunn ikke kan spille noen vesentlig rolle som plutoniumprodusent i et kjernevåpenprogram. [188;189]

### 5.3.2 Negev Nuclear Research Center (Dimona)

*I was always of the opinion that we should tell [the Americans] the truth [about Dimona] and explain why. ... if we deny that Dimona exists, then it cannot be used as a source for bargaining because you cannot bargain over something that does not exist.*

Israels utenriksminister Golda Meir i internt møte 13. juni 1963 [190].

Det mest omtalte atomanlegget i Israel er nok Negev Nuclear Research Center nær Dimona sørøst i landet. Her har Israel en kjernereaktor (IRR-2) som egner seg til produksjon av våpenplutonium, og trolig anlegg for repressering og videre bearbeiding av plutoniumet. Dette blir nærmere diskutert i underavsnittene nedenfor. Det er svært sparsomt med offisiell informasjon om Negev NRC, men som utsagnet ovenfor fra senere statsminister Golda Meir viser, har hemmeligholdet vært tema for diskusjon. Det må sees som en del av den tilsiktede kjernefysiske uklarheten, som også Golda Meir var delaktig i å utvikle.



Figur 5.2 Dimona-anlegget fotografert fra en amerikansk spionsatellitt av typen KH-4 CORONA i 1968 (bilde fra Wikimedia Commons, offentlig eiendom).

<sup>25</sup> Det vil si at den kjøles og modereres av vanlig vann (i motsetning til tungtvann).

### 5.3.2.1 IRR-2

IRR-2 er det offisielle navnet på Dimona-reaktoren. Dette er en tungtvannsreaktor, og slike reaktorer er generelt velegnet for produksjon av våpenplutonium.<sup>26</sup> Reaktoren var opprinnelig på 24 MW<sub>t</sub>, men den er senere trolig modifisert for høyere effekt, og det verserer påstander om en effekt på opptil 70-150 MW<sub>t</sub> [191]. Byggeprosessen ble startet med fransk bistand etter en avtale mellom de to landene i 1957. Ifølge denne skulle Frankrike også bygge et reprosesseringsanlegg for å utvinne plutonium fra det brukte kjernebrenselet. Selv om NPT ennå ikke eksisterte, var det likevel i mange kretser en viss skepsis til å bistå med teknologi som kunne brukes til produksjon av kjernevåpen, og det var ikke helt enkelt for Israel å få bygd opp et slikt hemmelig reaktoranlegg. Frankrike brøt da også avtalen om å bygge reprosesseringsanlegget i 1960 etter at Charles de Gaulle var kommet til makten i landet. [181;192]



Figur 5.3 Kart over Israel med aktuelle steder markert.

Det er mye hemmelighetskremmeri rundt IRR-2 og tynt med offisiell informasjon om reaktoren. I IAEAs database over forskningsreaktorer står det at den er en tungtvannsreaktor som gikk kritisk 1. desember 1963, og at den tilhører Israel Atomic Energy Commission. Effekten oppgis til 26 MW<sub>t</sub>, men informasjonen er ikke verifisert. Reaktoren er *ikke* underlagt IAEAs sikkerhetskontroll fordi Israel som står utenfor NPT, står fritt til selv å avgjøre hvilke anlegg som skal åpnes for internasjonale inspeksjoner så lenge ingen leverandørland har stilt krav om slike inspeksjoner i forbindelse med sine leveranser. [189]

### 5.3.2.2 Norsk bistand

Norge bidro til oppbyggingen av Dimona-anlegget, først og fremst i form av salg av norsk tungtvann. NRK Brennpunkt har omtalt dette i detalj og fikk i 2005 Utenriksdepartementet til å avgradere de siste dokumentene i denne saken [192;193]. Fra NRK Brennpunkts detaljerte, kronologiske oversikt [192] tar vi med at de første forespørslene om tungtvann kom i 1956, uformelt via Arbeiderpartiets israelske kontakter og formelt til Norsk Hydro. Hydro, som solgte

<sup>26</sup> Dette er fordi tungtvannsreaktorer kan drives med naturlig uranbrensel (99,3 % uran-238). Moderat forbrenning av dette fører til at det brukte brenselet vil inneholde plutonium av våpenkvalitet (relativt rent plutonium-239).



store mengder kunstgjødelse til land i Midtøsten, var imidlertid skeptisk til å delta i dette og ga i august 1958 beskjed om at de ikke ville levere tungtvann til Israel. I mellomtiden hadde norske myndigheter i 1957 fått opplysninger om at Israel var interessert i et samarbeid med Sverige og Canada om produksjon av kjernevåpen, og firmaet Noratom hadde samme år levert et tilbud til Israel på bygging av en reaktor på 40 MW<sub>t</sub> samt en ”plutoniumsfabrikk.” Norge leverte til slutt 20 tonn tungtvann til Israel ved at Noratom først kjøpte dette tungtvannet fra Storbritannia (norskprodusert tungtvann som Storbritannia hadde kjøpt, men likevel ikke hadde behov for) og deretter i februar 1959 solgte det til Israel. Det hadde da vært mye fram og tilbake mellom norske og israelske myndigheter om en kontrollavtale for bruken av tungtvannet. I et notat datert februar 1959 forklarte FFI at tungtvannsreaktorer er den best egnede reaktortypen for produksjon av plutonium [194]. En hemmelig kontrollavtale ble inngått i februar 1959, men den ble bare i svært liten grad fulgt opp av norske myndigheter.

Den eneste andre aktuelle eksportøren av tungtvann på den tiden var USA. Det norske tungtvannet var dobbelt så dyrt som det amerikanske, men USA stilte mye strengere krav til kontroll og innsyn enn Norge gjorde. Den israelske ambassadøren i Oslo, Chaim Yahil, uttalte da også til norske myndigheter at ”man ikke betalte den høye prisen for de blå øynes skyld.” [192]

Etter at Frankrike høsten 1960 begrenset sine atomleveranser til Israel, mottok Noratom en rekke bestillinger på utstyr til plutoniumanlegget. Mye av dette ble levert til Israel utover på 1960-tallet. Norge leverte i 1970 ytterligere ett tonn tungtvann til Israel. I 1991 kjøpte Norge tilbake 10,5 tonn tungtvann fra Israel. Den andre halvparten var ifølge israelerne gått tapt på grunn av svinn. [192] Svinnet av norsk tungtvann er selvsagt umulig å fastslå nøyaktig, men 50 % svinn gjennom mange år er ikke et urealistisk anslag [195].

### 5.3.2.3 Forsvunnet uran

I 1968 forsvant en skipslast med 560 tønner inneholdende 200 tonn yellowcake (naturlig uranoksid fra gruveindustrien) underveis fra Antwerpen i Belgia til Genova i Italia. Skipet *Scheersberg A* kom aldri til Genova, men dukket i stedet etter 15 dager på sjøen opp i Iskenderun i Tyrkia – uten uranet. Forsvinningsnummeret ble først offentlig kjent i 1977, og TIME Magazine utførte da et grundig stykke gravende journalistikk i et forsøk på å komme til bunns i saken [196]. TIME sannsynliggjør at hele transporten var en omstendelig operasjon satt i scene av israelske tjenester, og at uranet ble lastet om i åpen sjø og ført til den israelske havnebyen Haifa. En av de involverte var ifølge magasinet Dan Ærbel som senere ble dømt for delaktighet i Lillehammer-saken i 1973.<sup>27</sup> Det er i så fall mest nærliggende å anta at dette uranet er blitt brukt som brensel i IRR-2.

### 5.3.2.4 Mordechai Vanunus historie

Mordechai Vanunu hadde arbeidet som ”nuclear technician” ved Dimona-anlegget i en tiårsperiode da han ble sagt opp sammen med mange andre i en rasjonaliseringsprosess høsten 1985. Året etter ble han den første, og til nå eneste, insideren som har fortalt i detalj om dette

<sup>27</sup> Agenter fra den israelske etterretningstjenesten, Mossad, drepte i 1973 en marokkaner bosatt på Lillehammer. Flere av agentene ble arrestert av norske myndigheter og dømt for sin delaktighet i drapet.

anlegget og om hva som foregår der. Dette skjedde i en artikkel i den britiske avisen *The Sunday Times* 5. oktober 1986 [197]. Han offentliggjorde også en rekke bilder som skulle ha vært tatt inne i Dimona-anlegget.

En av ekspertene som ble forelagt Vanunus beretninger før offentligjørelsen, var Frank Barnaby, som blant annet hadde vært fysiker ved Atomic Weapons Establishment i Storbritannia på 1950-tallet og direktør for Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) 1971–1981. Han fant Vanunu svært troverdig. Dimona-anlegget er ifølge Barnabys oppsummering oppdelt i ni enheter (ordet for enhet er *machon*) som holder til i separate bygninger. Machon 1 er reaktoren. Den skal ha produsert om lag 30 kg plutonium årlig. Vanunu hevdet at Israel bruker 4 kg plutonium i hvert stridshode. I så fall produserte Dimona-anlegget plutonium til ca. sju kjernevåpen årlig. Barnaby utleder at reaktoren da må ha en effekt på kanskje fire ganger den oppgitte effekten på 26 MW<sub>t</sub>.<sup>28</sup> Den totale mengden plutonium produsert antyder at Israel på slutten av 1980-tallet kunne ha så mange som 100-150 kjernefysiske stridshoder. Machon 2, som har to etasjer over bakken og seks under, inneholder reprosesseringsanlegget for plutonium, et anlegg for separasjon av litium-6 og et produksjonsanlegg for tritium. Her lages plutoniumkulene som inngår i kjernevåpnene. Vanunu fortalte at det også ble laget halvkuleskall av litiumdeuterid, noe som ifølge Barnaby er et tegn på at Israel lager virkningsforsterkede kjernevåpen. [198;199]

### 5.3.3 Rafael Yodefats

I rapporter fra før og rundt årtusenskiftet hevdes det at israelske kjernevåpen monteres og demonteres ved et anlegg drevet av firmaet Rafael nær Yodefats (også skrevet Yodfat) vest for Haifa. Anlegget er kjent som "Division 20." Ved dette anlegget produseres det også missiler, og det drives forskning av ulike slag. [186;200] Det er uklart om anlegget i dag brukes til kjernevåpenformål.

### 5.3.4 Spaltbare materialer

Ifølge oversikten som ble publisert av *International Panel on Fissile Materials* (IPFM) i 2009 [65] antas det at Israel har om lag 100 kg høyanriket uran av våpenkvalitet, nok til anslagsvis 5-10 kjernefysiske stridshoder. Dette er uran som i så fall ble anskaffet i hemmelighet fra USA (Nuclear Materials and Equipment Corporation, NUMEC) før 1966 (se [65] og videre referanser der), men realitetene i dette er omdiskutert [184], som så mye annet som gjelder Israels atomprogram. Israel kan også ha anriket noe uran til våpenkvalitet selv, men det finnes ikke tilgjengelig informasjon om dette. IPFM anslår Israels totale produksjon av våpenplutonium til mellom 600 kg og 740 kg, tilstrekkelig til godt over 100 kjernefysiske stridshoder. [65]

## 5.4 *The Vela Incident*

Det er ikke observert eller detektert noen kjernefysiske prøvesprengninger som direkte kan tilskrives Israel. En slik hendelse ville da også nødvendigvis ha betydd slutten på landets policy

---

<sup>28</sup> Dette samsvarer godt med tommelfingerregelen om at en tungtvannsreaktor med naturlig uranbrensel produserer om lag 1 g plutonium per MW<sub>t</sub>d [100]. Antas 80 % oppetid på reaktoren, må den da være på 103 MW<sub>t</sub> for å produsere 30 kg årlig.

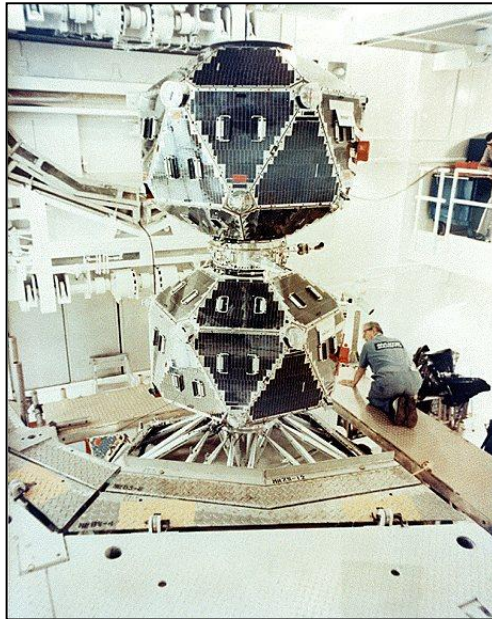


om kjernefysisk uklarhet. Klokket 00.52.43 UTC 22. september 1979 [201] gjorde imidlertid den amerikanske Vela 6911-satellitten (se Figur 5.4) som da var over Sør-Atlanteren, en observasjon som av mange stadig antas å ha sammenheng med det påståtte israelske kjernevåpenprogrammet. Dette er senere blitt kjent som *the Vela Incident*.

Velasatellitene var utstyrt med to måleinstrumenter som reagerte på raske endringer i lysintensitet, såkalte *bhangmetere*. Instrumentene hadde ulik følsomhet. Disse satellittene hadde oppdaget mange kjernefysiske eksplosjoner ved å identifisere et karakteristisk ”dobbelglimt” – to raske lysglimt med noen millisekunders mellomrom. Men de ble også trigget til stadighet av andre hendelser, først og fremst lyn og kosmisk stråling. De aller fleste av disse andre hendelsene kunne lett forkastes fordi de ikke hadde det karakteristiske dobbeltglimtet. [202]

Signalet som ble observert 22. september 1979 liknet på alle måter på dem som hadde blitt observert fra kjernefysiske prøvesprengninger og utløste derfor hektisk aktivitet i amerikanske etterretningsmiljøer. På den tiden var vurderingene høyt gradert, men flere rapporter er senere blitt delvis avgradert og byr på interessant lesning, for eksempel [201;203-205]. Felles for disse studiene er at de alle holder det for mest sannsynlig at det observerte dobbeltglimtet faktisk kom fra en kjernefysisk detonasjon. I den grad hendelsen ble koblet til noen stat, var det imidlertid ikke Israel, men naturlig nok Sør-Afrika som var den hovedmistenkte [205].

For å få en offisiell avklaring oppnevnte president Jimmy Carters vitenskapsrådgiver et ekspertpanel med mange sterke navn ledet av Jack Ruina (kjent som *Ruina-panelet*). Panelet hadde sitt avsluttende møte i april 1980, og i motsetning til andre kjente studier konkluderer panelet i sin rapport [202] at det omtalte signalet sannsynligvis *ikke* skyldtes en kjernefysisk eksplosjon, men i stedet refleksjoner fra partikler som var blitt slått løs fra satellitten av en meteoroid. Dette er en mye omdiskutert konklusjon fordi det er svært vanskelig å tenke seg omstendigheter som kunne ha ført til de observerte signalene. Det er imidlertid et problem at det ikke finnes andre, uavhengige observasjoner til støtte for påstandene om en kjernefysisk eksplosjon. Det ble for eksempel uten hell etter radioaktivt nedfall i tiden etter hendelsen [206].



Figur 5.4 Vela-satellitter. Satellittene ble skutt opp parvis. (Foto: Los Alamos National Laboratory).

Det var altså Sør-Afrika som først fikk mistanken rettet mot seg etter Vela-observasjonene. Med det vi nå vet om Sør-Afrikas den gang skjulte kjernevåpenprogram, var landet trolig i stand til å gjennomføre en prøvesprengning omtrent på den tiden [207]. Dersom Sør-Afrika alene hadde stått for en prøvesprengning, ville det ha vært liten grunn til å holde det skjult i dag. Det er etter hvert kommet mange spekulasjoner som kobler Israel til hendelsen, alene eller sammen med Sør-Afrika [184;206;207], og FFIs svenske søsterorganisasjon FOI gikk i 2005 så langt som til å konkludere at "the evidence points to the fact that a clandestine Israeli test did take place in the Indian Ocean in 1979 without the involvement of any other state" [206]. Et argument som taler mot en israelsk og/eller sørafrikansk prøvesprengning er at begge stater den gang (som nå) var tilsluttet *Traktat om forbud mot prøver med kjernefysiske våpen i atmosfæren, det ytre verdensrom og under vannet*<sup>29</sup> som forbød denne typen prøvesprengninger [208], men det kan selvsagt også sees som et argument for å holde en eventuell prøvesprengning hemmelig.

## 5.5 Leveringsmidler

Det er mulig at Israel har en komplett triade (landbaserte missiler, fly og ubåter) for levering av kjernefysiske våpen. Nedenfor følger en kort gjennomgang av leveringssystemene som er aktuelle for kjernevåpen. For stedsnavnene henvises det til kartet i Figur 5.3.

### 5.5.1 Landbaserte, ballistiske missiler

Israel har vist interesse for landbaserte missiler helt siden landets atomprogram kom i gang. Utviklingen av *Jericho 1*-missilet skal ha startet i 1962 i samarbeid med det franske firmaet Dassault. De første 14 missilene skal ha blitt produsert i Frankrike, mens Israel selv produserte

<sup>29</sup> Også kjent som "Den delvise prøvestansavtalen," "Partial Test Ban Treaty" (PTBT) eller "Limited Test Ban Treaty" (LTBT). Avtalen trådte i kraft 10. oktober 1963.

ytterligere 50 Jericho 1-missiler mellom 1971 og 1978. Jericho 1 var et totrinnsmissil med fast drivstoff, og det skulle kunne transportere et stridshode på 450 kg opptil 500 km med en treffsikkerhet på 1000 m CEP.<sup>30</sup> [209;210] I 1974 henviste amerikansk etterretning til Jericho 1s egenskaper som et vesentlig indisium for at Israel hadde et kjernevåpenprogram. Et ressurskrevende leveringsmiddel med så lav presisjon at det bare ville være "marginally useful" med en konvensjonell ladning, ble ansett å være "compelling substantiation for the judgment that Israel has nuclear weapons" [211]. Jericho 1 skal ha hatt en nyttelast på opptil 650 kg, og det har vært hevdet at dette kunne gitt mulighet for et typisk kjernefysisk stridshode på for eksempel 20 kt [209]. Jericho 1 ble satt i tjeneste i 1973 og ble lagret underjordisk ved Zacharia-basen sørøst for Tel Aviv. Missilet ble avfyrt fra mobil rampe, en såkalt *transporter erector launcher* (TEL). Alle Jericho 1-missilene skal nå være tatt ut av tjeneste [209].

Dagens aktive, strategiske missiler i Israel er trolig alle av *Jericho 2*-typen [1]. Utviklingen av dette missilet startet i 1977 og da trolig i samarbeid med Iran. Dette samarbeidet endte ved revolusjonen i Iran i 1979, men det skal være indikasjoner på senere samarbeid med Sør-Afrika. Som forløperen, er også Jericho 2 et totrinnsmissil med fast drivstoff. Jericho 2 ble satt i tjeneste i 1989 og kan trolig ta en nyttelast på rundt 1500 kg (for eksempel et kjernefysisk stridshode på opptil 1 Mt) og transportere denne 1500 km. Med mindre last vil rekkevidden kunne være betydelig lengre, kanskje mer enn 3500 km med en nyttelast på 1000 kg. Også Jericho 2 lagres underjordisk ved Zacharia og avfyres fra en TEL. I 2010 ble det antatt at basen inneholdt om lag 90 operative Jericho 2-missiler. [209]

*Jericho 3* er et noe større og tyngre missil som trolig ble avfyrt for første gang i en test 17. januar 2008. Det antas å ha en rekkevidde på mellom 4800 km og 6500 km og skal kunne ta en nyttelast på 1000–1300 kg. Dette vil muliggjøre et kjernefysisk stridshode på 750 kg eller kanskje to-tre uavhengige stridshoder (MIRV). Det har vært hevdet at Jericho 3 skulle settes i tjeneste senest i 2010, men missilet var i 2011 trolig ennå ikke tatt i bruk. [1;209]

Også den israelske *Shavit*-raketten må nevnes her. Dette er en rakett for utplassering av mindre satellitter i bane rundt jorda. Utviklingen av Shavit ("Komet" på norsk) var basert på Jericho 2-missilet. Shavit har tre trinn som drives med fast drivstoff, og raketten har plassert en rekke israelske *Ofeq*-satellitter i lav jordbane. Den første, Ofeq 1, ble skutt opp i september 1988 og hadde en masse på 156 kg. Oppskytingen av Ofeq 4 og Ofeq 6 var mislykket, men Ofeq 5 fra mai 2002, Ofeq 7 fra juni 2007 og Ofeq 9 fra juni 2010, som alle hadde en masse på ca. 300 kg, var vellykket og har trolig gitt Israel en mengde verdifull etterretningsinformasjon. Ofeq 7 og Ofeq 9 ble skutt opp med en forbedret Shavit-rakett som omtales som *Shavit 2*. (Det er litt forvirring omkring Ofeq 8, men diverse kommentarer antyder at dette var en satellitt av en annen og større type som ble plassert i sin bane av en indisk rakett.) Shavit-rakettene skytes opp fra Palmachim Air Force Base nær Yavne sør for Tel Aviv. Israelske oppskytinger vanskeliggjøres både av at landet ligger relativt langt fra ekvator og ikke minst av at rakettene må skytes opp mot vest, altså mot jordrotasjonen, for å unngå å ramme nabolandene ved eventuelle uhell. En stat som kan sette satellitter i bane rundt jorda mestrer nødvendigvis mye av teknikken med å lage

<sup>30</sup> CEP står for *circular error probable*. Halvparten av missilene forventes å treffe innenfor CEP.

## Israel

virkelig langtrekkende missiler. Det har vært hevdet at dersom Shavit 2-raketten konverteres til et ballistisk missil, vil den ha en rekkevidde på 4000 km med en nyttelast på 775 kg [1]. [212;213]

Tabell 5.1 gir en oversikt over de israelske, landbaserte missilene.

*Tabell 5.1 Israelske ballistiske missiler og raketter av betydning for et eventuelt kjernevåpenprogram. Tallverdiene i tabellen er svært usikre. Generelt vil en mindre nyttelast for et gitt missil gi lengre rekkevidde. [1;186;209;212]*

Navn	I tjeneste	Nyttelast (kg)	Rekkevidde (km)	Kommentar
Jericho 1	1973-?	450-650	500-1200	Trolig tatt ut av tjeneste før 2010
Jericho 2	1989-	750-1500	1500-3500	Om lag 90 operative missiler
Jericho 3		1000-1300	4800-6500	Trolig ikke i tjeneste ennå
Shavit	1988-2004	ca. 300	i bane	
Shavit 2	2007-	ca. 300	i bane	Skal kunne rekke 4000 km med 775 kg

### 5.5.2 Fly

De siste 40 årene har Israel hatt en rekke fly som kunne ha vært i stand til å levere kjernefysiske bomber. I dag antas det at i hvert fall noen av landets 205 F-16-fly er utstyrt for dette. I tillegg har Israel 25 mer langtrekkende fly av typen F-15, og noen av disse kan også være tiltenkt en kjernefysisk rolle. [1] Eventuelle bomber kan være lagret rundt omkring i landet der flyene har sine baser, men det spekuleres i litteraturen om ikke det er mest logisk at de alle lagres på samme sted, og da er det basen Tel Nof sentralt i landet som pekes ut [186;210]. Tabell 5.2 gir en oversikt.

*Tabell 5.2 Israelske fly som kan være utstyrt for leveranse av kjernefysiske bomber [1;210]. Maksimal våpenlast for F-15 er oppgitt til i overkant av 11 000 kg [214].*

Flytype	Antall	Rekkevidde (km)	Nyttelast (kg)
F-16A/B/C/D/I Fighting Falcon	205	1600	5400
F-15I Thunder	25	4450	

### 5.5.3 Ubåter

Israels ubåtflåte består av tre relativt nye, tyskbygde, konvensjonelle ubåter av Dolphin-klassen (type 800): *Dolphin* (i tjeneste juli 1999), *Leviathan* (november 1999) og *Takuma* (juli 2000) [215]. Se Figur 5.5. Ubåtene opererer fra en base i Haifa. Deres eventuelle rolle som leveringsmiddel for kjernevåpen er uklar, men det virker rimelig å anta at de er tiltenkt en slik funksjon. Dolphin-ubåtene er stillegående og derfor vanskelige å oppdage, og de kan utstyres med kryssermissiler. Israel har gjentatte ganger forsøkt å anskaffe amerikanske Tomahawk kryssermissiler, men har så langt ikke lyktes. Det spekuleres imidlertid på om landet kan bruke

egenutviklede missiler i stedet, og det er ubekreftede rapporter om at et israelsk kryssermissil ble testet i det Indiske hav i juni 2000. Dersom ubåtene utstyres med kryssermissiler med kjernefysisk stridshode, vil dette gi Israel evnen til å slå tilbake selv om landet ellers skulle være lammet av et kjernefysisk overfall. Ubåtene er utstyrt med ti torpedorør i baugen, seks av dem med standarddiameteren 533 mm og fire med diameter 650 mm. Disse muliggjør fleksibel bruk av en rekke våpen (torpedoer og kryssermissiler), og de største rørene kan også brukes til å slippe ut dykkere. [215;216]

Israel har inngått en avtale med Tyskland om ytterligere to ubåter. Dette er modifiserte Dolphin-klasse ubåter som skal være ca. 10 m lengre enn de gamle (som er 57,3 m lange og har et deplasement på 1930 tonn i neddykket tilstand). Den økte lengden skal gi plass til et brenselcellesystem som vil muliggjøre et friskluftuavhengig framdriftssystem. De to nye ubåtene forventes overlevert til Israel i 2013 eller 2014. [216]



Figur 5.5 INS Dolphin fotografert i 2010. (Foto fra Wikimedia Commons.)

## 5.6 Mulig kjernevåpenarsenal

*... this Government's commitment to and support of Israel could be seriously jeopardized if it should be thought that we were unable to obtain reliable information on a subject as vital to peace as the question of Israel's effort in the nuclear field.*

USAs president John F. Kennedy i brev til Israels statsminister Levi Eshkol 5. juli 1963 [217].

Det er stor usikkerhet blant analytikere om størrelsen på Israels mulige kjernefysiske arsenal. Det er imidlertid generell enighet om at landet *har* kjernevåpen. Reaktoren i Dimona kan ha

## Israel

produsert tilstrekkelig plutonium for opptil rundt 200 kjernefysiske ladninger, og dette setter en øvre grense for det antatte arsenalet. En generell vurdering fra 2011 [1] anslår ut fra helhetsbildet med leveringsmidler osv. at landet har om lag 80 kjernefysiske stridshoder, 50 av disse på Jericho 2-missiler, og de resterende 30 i form av bomber som kan slippes fra fly av type F-15 eller F-16. Disse anslagene virker fornuftige og velfunderte, men er selvsagt svært usikre.

Det har vært spekulert i om Israel også kan ha ikke-strategiske, kjernefysiske våpen i form av artillerigranater eller landminer, og at disse kan være lagret ved et anlegg nær Eilabun nordøst i landet [186;200;210]. Selv om lageranlegget virker reelt nok [200], ser det ut til at muligheten for ikke-strategiske kjernevåpen generelt er tonet ned, og det er ikke tatt høyde for slike våpen i totalanslaget ovenfor.

Det er verdt å merke seg at de antatte lagrene for Israels strategiske kjernevåpen (Zacharia og Tel Nof) ligger dypt inne på tradisjonelt israelsk territorium (i den grad noe kan ligge dypt inne i et så lite land som Israel) og trolig vil være blant de siste områdene som tas av en eventuell, overlegen motpart. Dette er i samsvar med antakelsene om at Israel ikke planlegger en førsteangrepsrolle for kjernevåpnene, men betrakter dem som en siste utvei når selve statens eksistens er truet.<sup>31</sup> [184;200]

### 5.7 Oppsummering og kommentarer

Svært lite om Israels atomprogram er offisielt bekreftet. Landet har to forskningsreaktorer hvorav den ene er underlagt IAEAs sikkerhetskontrollsystem, og det bedrives noe kjernefysisk forskning. Israel har aldri bekreftet eller avkreftet eksistensen av et kjernevåpenprogram, men summen av de mange uavhengige ”puslespillbrikkene” som er dukket opp, gir en sterk indikasjon på at landet faktisk har utviklet kjernevåpen. Landet har tilsynelatende den infrastrukturen som er nødvendig for en kjernevåpenstat, og det er generelt antatt at Israel har et arsenal av egenproduserte kjernevåpen som kan klargjøres for bruk på relativt kort tid. Disse kjernevåpnene må i så fall i all hovedsak være plutoniumbasert.

---

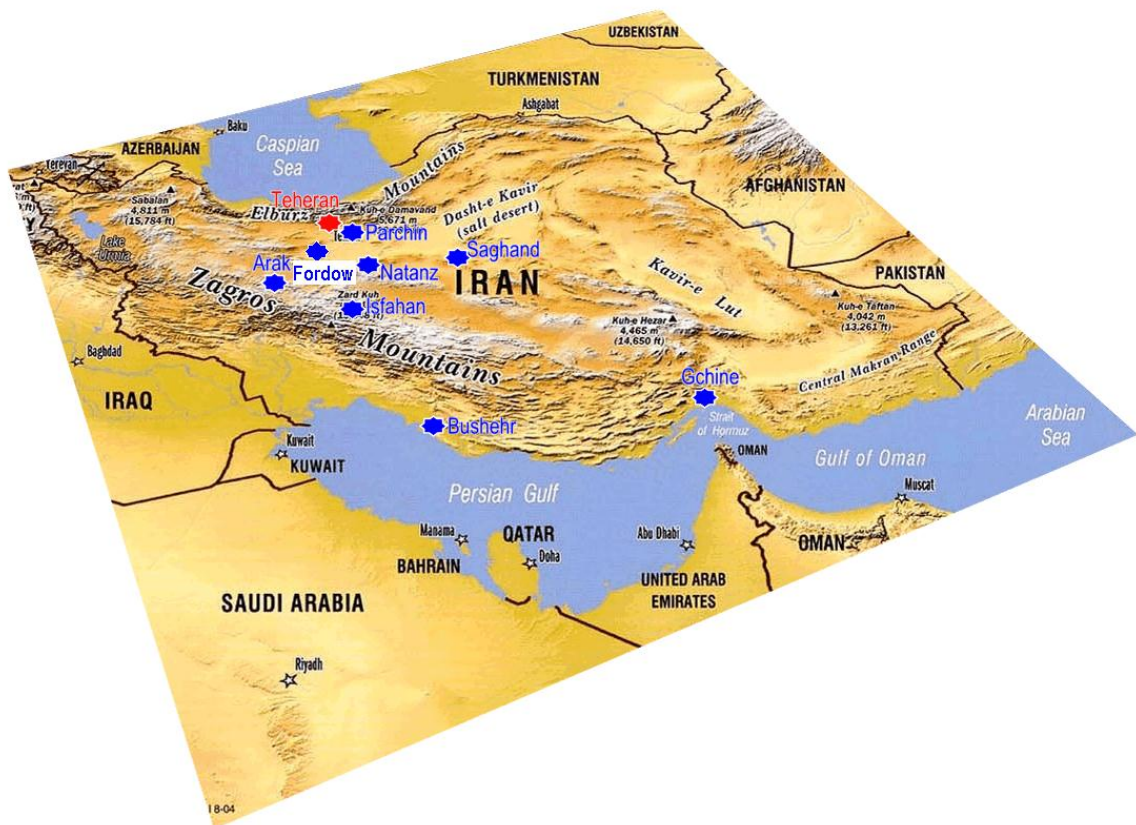
<sup>31</sup> Boktittelen *The Samson Option* [184] gjenspeiler denne filosofien. Tittelen henspiller på fortellingen om Samson i Bibelen. Han blir fanget og blindet, men får styrke til å rive ned bygningen han er i og dermed knuse både sine motstandere og seg selv [218].



## 6 Iran

Irans kjernefysiske utvikling har blitt nøye vurdert ved FFI gjennom flere år. Landets kjernefysiske program ble grundig presentert i rapporten ”Irans kjernefysiske program – for kraftproduksjon eller kjernevåpen?” som ble utgitt i mai 2009 [132]. FFI har også utgitt en rapport som vurderer Irans muligheter til å utvikle en skjult kjernefysisk brenselssyklus [219], samt en rapport som drøfter mulig multilateralt samarbeid med Iran om produksjon av kjernebrensel [220]. I 2011 ble det dessuten skrevet en masteroppgave ved FFI om muligheter og fordeler ved å konvertere Irans uferdige tungtvannsreaktor (IR-40) til en mindre spredningssensitiv reaktortype. En artikkel basert på disse resultatene ble publisert av tidsskriftet *Science & Global Security* høsten 2012. [221;222]

Dette kapitlet gir en oppdatering av Irans kjernefysiske utvikling i perioden mai 2009 til mai 2012, samt en viss behandling av relevante politiske utviklingstrekk i den samme perioden. Det gis også en ny vurdering av Irans muligheter for å produsere kjernevåpen. Kartet i Figur 6.1 viser de viktigste kjernefysiske installasjonene, inkludert gruver og møller.



Figur 6.1 De viktigste kjernefysiske anleggene i Iran. (Basert på et kart fra [223].)

## 6.1 Tidligere vurderinger

Vi har tidligere beskrevet Irans omfattende kjernefysiske infrastruktur [132]. Iran behersker urananrikning i stor skala, hvilket er den mest krevende delen av den kjernefysiske brenselssyklusen, og landet har lagret store mengder lavanriket uranheksafluorid (LEUF<sub>6</sub>). Per mai 2009 hadde Iran 4920 sentrifuger i drift i anrikningssenteret i Natanz. Landet hadde imidlertid ikke anrikt høyere enn til 3–4 % uran-235, som tilsvarer behovet til moderne kjernekraftverk. Det internasjonale atomenergibyrådet (IAEA) hadde på det tidspunktet god overvåking og månedlige inspeksjoner ved anrikningssenteret, og det ville av den grunn vært nærmest umulig for Iran å anrike uranet til våpenkvalitet (over 90 % uran-235) i Natanz i det skjulte. Bekymringen var derimot om Iran kunne bygge skjulte anrikningsanlegg med militære intensjoner. For å få tilgang til uran uten at IAEA kunne oppdage det, ville det i så fall ha vært nødvendig for Iran også å ha skjulte, udeklarte urangruver og konverteringsanlegg, eventuelt at Iran importerte yellowcake, uranheksafluorid eller andre uranforbindelser uten å deklare dette til IAEA slik sikkerhetskrollavtalen fra 1974 krever. Det ble også uttrykt en vesentlig bekymring for at Iran på et tidspunkt skulle velge å trekke seg fra Ikke-spredningsavtalen for kjernevåpen (*the Treaty on the Non-proliferation of Nuclear Weapons*, NPT) og åpent utvikle kjernevåpen med bruk av allerede eksisterende anlegg. [224]

Det ble tidligere vurdert som sannsynlig at Iran i det skjulte kunne produsere uranmalm som biprodukt i andre gruver og etablere kjemiske konverteringsanlegg for uran i petrokjemiske anlegg (raffinerier) [219]. For å hindre at Iran kan avlede nukleære materialer eller utvikle kjernefysiske anlegg i det skjulte, har IAEA og FNs sikkerhetsråd forsøkt å overbevise Iran om å implementere IAEAAs såkalte *Tilleggsprotokoll* for sikkerhetskroll. Denne gir IAEA anledning til å anmode om tilgang til å inspisere anlegg som ikke er deklart som kjernefysiske. [225]

Det ble tidligere beskrevet at Iran hadde to urangruver under etablering i Saghand og Gchine. Iran hadde også to anlegg for produksjon av yellowcake under bygging i Ardakan nær Saghand og et samlokalisert med gruva i Gchine (*Bandar Abbas Uranium Production Plant*). I 2009 hadde dessuten Iran et operativt urankonverteringsanlegg i Isfahan samlokalisert med en uranbrenselfabrikk under ferdigstilling. Her kunne Iran konvertere yellowcake til uranheksafluorid eller gjøre det om til naturlig urandioksibrensel. Ikke minst hadde Iran en nesten ferdigstilt lett vannsreaktor til kraftproduksjon i Bushehr, samt en operativ tungtvannsfabrikk og en tungtvannsreaktor under bygging i Arak. [132;226]

Dersom Iran skulle velge å bryte ut av NPT, ble det vurdert som sannsynlig at Iran ville være i stand til å utvikle sin første kjernefysiske ladning i løpet av ett år. Ingenting tilsa at Iran hadde tatt en slik beslutning per 2009.

## 6.2 Teknologisk utvikling

Iran har de siste årene videreutviklet sin kjernefysiske infrastruktur. Vi vil i dette delkapittelet gå inn på de viktigste hovedtrekkene i denne utviklingen.



### 6.2.1 Utvidelse av anrikningskapasiteten i Natanz

Høsten 2002 ble det avslørt at Iran bygde et omfattende anlegg for anrikning av uran med gassentrifugeteknologi i Natanz. Anlegget består i dag av et fullskala, underjordisk produksjonsanlegg kalt *Fuel Enrichment Plant* (FEP), samt et pilotskala anlegg over bakken, kalt *Pilot Fuel Enrichment Plant* (PFEP) [132]. FEP består av to haller med kaskader, gjerne omtalt som produksjonshallene A og B. Alle sentrifugene i produksjonshall A er av typen IR-1. Iran har per mai 2012 ikke installert sentrifuger i produksjonshall B. Produksjonshall A er designet for åtte moduler med plass til atten kaskader av sentrifuger i hver modul, som illustrert i Figur 6.2.<sup>32</sup> Tidligere besto alle kaskadene av 164 sentrifuger, men per mai 2012 var hele 30 av totalt 54 installerte kaskader i de tre første modulene rekonfigurert til 174 sentrifuger per kaskade. I en fjerde modul tydet installasjonsarbeidet på at alle kaskadene ville ha 174 sentrifuger hver. Iran har ikke erklært hva som er årsaken til endringen i kaskadekonfigurasjonen. En mulig grunn kan være at Iran har innsett at IR-1-sentrifugene ikke bør drives med maksimal rotasjonshastighet, på grunn av den høye feilraten. IR-1 er basert på P-1-sentrifugen, som skal være i stand til å yte 2–3 SWU per år.<sup>33</sup> Iran har imidlertid bare lyktes å få IR-1 til å yte av størrelsesorden 0,5–1,0 SWU per år i FEP.<sup>34</sup> Kan hende har de innsett sentrifugens begrensninger og heller tilpasset kaskadekonfigurasjonen til den mer begrensede yteevnen. Også i anrikningsanlegget i Fordow, som vi kommer inn på i avsnitt 6.2.3, har Iran valgt å installere 174 sentrifuger per kaskade. [227;228]

Helt til utgangen av 2011 kunne IAEA rapportere om at Iran hadde mellom 4000 og 6000 IR-1-sentrifuger i drift, til tross for at det totale antallet sentrifuger i FEP i størsteparten av denne perioden var mellom 8000 og 9000. Det er ikke klart hva som er årsaken til at Iran i denne perioden ikke så ut til å ville øke antallet operative sentrifuger i FEP nevneverdig. En mulig årsak er at IR-1-sentrifugetyper fungerer så dårlig at de vil spare råmaterialer og gulvplass til bedre modeller. En annen mulig årsak kan være begrenset tilfang av visse deler og råmaterialer, for eksempel spesielle magneter, maredet stål eller korrosjonsbestandig vakuumpstyr som trykktransducere og annet. Politiske hensyn kan også ha spilt inn, selv om Iran hele veien har lagt stor vekt på sine anrikningsambisjoner i sin offisielle retorikk. Først i 2012 ble det rapportert om at Iran hadde nesten 8000 sentrifuger i drift i FEP, med en månedlig produksjon på 229 kg av ca. 3,5 % LEUF<sub>6</sub> i perioden mellom februar og mai 2012. Det er en betydelig produksjonsøkning sammenliknet med perioden fra utgangen av 2009 til utgangen av 2011, hvor den månedlige produksjonsraten lå mellom 100 og 150 kg LEUF<sub>6</sub>. Per mai 2012 hadde Iran produsert 6197 kg med LEUF<sub>6</sub> anrikt til under 5 %. Dersom denne utviklingen stabiliserer seg, så kan det tyde på

<sup>32</sup> Iran har aldri angitt hvordan produksjonshall B vil bli konfigurert, men begge hallene vil i prinsippet kunne romme ni moduler hver, som illustrert i Figur 6.2. Det er ikke klart hvorfor Iran kun har valgt å bygge ut åtte av ni mulige moduler i produksjonshall A.

<sup>33</sup> Separative Work Units (SWU) er en måleenhet for anrikningskapasitet og anrikningsarbeid. Dette er nærmere beskrevet i FFI-rapporten "Irans kjernefysiske program – for kraftproduksjon eller kjernevåpen?" som ble utgitt i 2009. [132]

<sup>34</sup> Disse tallene er alltid befengt med store usikkerheter, siden de kun baserer seg på øyeblikksbilder av antall sentrifuger ved starten og slutten av hver av IAEAs rapporteringsperioder. Til enhver tid er det en rekke kaskader som er installert, men som ikke er i drift. Det totale antall sentrifuger i drift fluktuerte derfor mellom starten og slutten på rapporteringsperioden.

## Iran

at Iran endelig begynner å få ned feilraten på IR-1-sentrifugene sine, slik at ressursene kan settes inn på å øke nettokapasiteten framfor å erstatte feilede sentrifuger. Den høye feilraten har etter alt å dømme mye å gjøre med angrepet fra dataormen "Stuxnet," som vi kommer tilbake til i avsnitt 6.8.2, i tillegg til at sentrifugene i utgangspunktet har en design preget av svakheter. [227;228] I PFEP har Iran produsert totalt 110,1 kg med  $UF_6$  anriket opp til 19,75 %.

Vi kommer tilbake til hva slags kapasitet FEP representerer til eventuell framtidig produksjon av våpenuran i delkapittel 6.5.

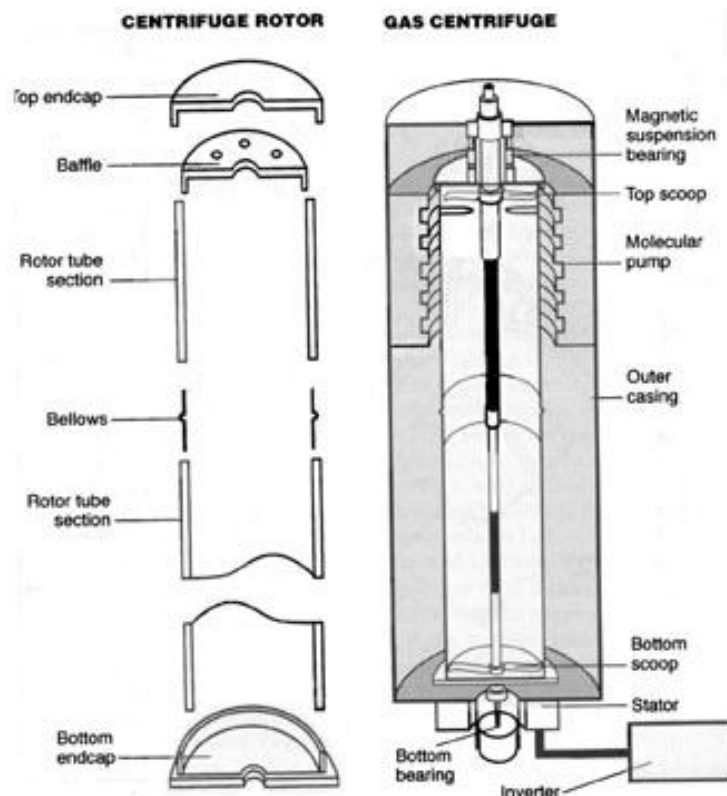


Figur 6.2 Satellittbilde fra februar 2003 som viser inndelingen av de to produksjonshallene i Fuel Enrichment Plant (FEP) i moduler. (Tilpasset fra bilde fra ISIS / Digital Globe.)

### 6.2.2 Mer avanserte gassentrifuger

IR-1-sentrifugene, som fortsatt er selve arbeidshesten i det iranske anrikningsprogrammet, har så langt medført store utfordringer for Iran. Sentrifugene bryter relativt hyppig sammen på grunn av grunnleggende designsvakheter. Selv om den nominelle kapasiteten til IR-1 som nevnt i forrige avsnitt skal være 2–3 SWU per sentrifuge per år, har den i de senere årene altså variert mellom ca. 0,50 SWU og 1,0 SWU. Dette er svært lave verdier sammenliknet med de mest moderne av dagens gassentrifuger, som kan oppnå flere hundre SWU per sentrifuge per år. Allerede tidlig på 1960-tallet overgikk europeiske gassentrifuger kapasiteten til dagens IR-1-sentrifuger. Behovet for å utvikle mer effektive sentrifuger er derfor åpenbart til stede i Iran. Ikke minst understrekes dette av at Iran vanskelig får tak i nødvendige råmaterialer som maredet stål, høykvalitets karbonfiber og spesielle ringmagneter egnet til bruk i det øvre opphenget til gassentrifuger

(jmfør Figur 6.3). Irans ressursbruk bør derfor i større grad rettes inn mot utvikling av mer effektive sentrifuger. [228;229]



Figur 6.3 Skisse av en typisk gassentrifuge med to rotorsegmenter ("rotor tube section") atskilt av en belg ("bellows"). [230]

Vi beskrev i 2009 hvordan Iran utviklet sentrifuger kalt IR-2 og IR-3 [132]. IR-3-modellen har ikke vært omtalt i IAEAs sikkerhetskontrollrapporter siden juni 2009. IR-2 ble antatt å være en sentrifuge med kun ett rotorsegment av karbonfiber og dermed ingen belg, men med en nominell kapasitet nær den til den pakistanske P-2, på 5 SWU per år. Anerkjente *Institute for Science and International Security* (ISIS) hevder at Iran siden har utviklet sentrifugemodellene IR-2m og IR-4 med større likheter til P-2. Motoren samt topp- og bunnlagene skal være identiske med P-2s tilsvarende deler. IR-2m og IR-4 skal dessuten ha to karbonfiberrotorsegmenter (som i eksempelet i Figur 6.3) og ha samme diameter og lengde. Forskjellen på de to skal ifølge ISIS kun være at belgen som skiller de to rotorelementene er av maredet stål for IR-2m og av karbonfiber for IR-4. P-2 har to rotorsegmenter og en belg av maredet stål. Iran har tidligere ikke lyktes i å lage belger av maredet stål. Det var derfor de i utgangspunktet lagde IR-2 med bare ett rotorsegment. Mangel på maredet stål har etter alt å dømme gjort at Iran har forsøkt å benytte karbonfiber ikke bare i rotorene, men også i belgen til IR-4. Iran annonserte i august 2011 at de nå produserer sin egen karbonfiber. En offisiell video fra åpningen av produksjonsanlegget ligger per oktober 2011 på YouTube.<sup>35</sup> Anlegget ser moderne og velfungerende ut, men det er ikke dermed gitt at den egenproduserte karbonfiberen er av

<sup>35</sup> [http://www.youtube.com/watch?v=tP\\_2HakdKCA](http://www.youtube.com/watch?v=tP_2HakdKCA).

## Iran

tilstrekkelig høy kvalitet til å brukes i gassentrifuger allerede nå. I juni 2011 begynte Iran å teste 54 IR-2m-sentrifuger med UF<sub>6</sub> og installere IR-4-sentrifuger i PFEP i Natanz. Disse testene vil vise om Iran mestrer den nødvendige høypresisjonsmaskineringen av spesielt belgene til disse sentrifugene. Karbonfiberen er trolig av utenlandsk opprinnelse, så vi får ikke svar på om den iranske karbonfiberen er god nok for dette formålet gjennom disse innledende testene.

Eksportkontroll gjør det imidlertid stadig vanskeligere for Iran å skaffe karbonfiber og mareldet stål fra utlandet. Eksportkontrollmyndighetenes vellykkede forhindringer av forsøk på ulovlige anskaffelser kan bidra til å avsløre hvilke typer teknologi og råstoff Iran ikke er selvforsynt med. [231-234]

I forbindelse med kjerneteknologiens dag 9. april 2010 viste president Mahmoud Ahmadinejad fram det han omtalte som ”tredje generasjons sentrifuge” (Figur 6.4). Et interessant poeng er at stabssjefen for Irans væpnede styrker, generalmajor Seyed Hassan Firuzabadi, og Revolusjonsgardens etterretningssjef, hojjatoleslam<sup>36</sup> Hossein Taeb, var til stede under feiringen av landets angivelige *sivile* kjerneteknologiske bragder. Sentrifugen de viste fram ser ut til å ha større diameter og noe større lengde enn IR-2- og IR-3-sentrifugene (se bilder på side 24 og 25 i [132]). Daværende direktør for Irans atomenergiorganisasjon (AEOI) og siden utenriksminister, Ali Akbar Salehi, hevdet at denne sentrifugen, som på det tidspunktet ikke var gitt en offisiell betegnelse slik som IR-1, IR-2 osv., har seks ganger så høy separasjonsevne som første generasjons sentrifuger. Dersom han med dette mente designkapasiteten til IR-1 på 2 SWU/år, så betyr det at de forventer 12 SWU/år for den nye sentrifugetypen. Presidenten selv støttet indirekte denne påstanden ved å hevde at de med denne sentrifugetypen ville kunne anrike nok til seks kjernekraftverk uten å utvide anlegget i Natanz. Antar vi at han mente kjernekraftverk tilsvarende det i Bushehr, med en effekt på ca. 1 GW<sub>e</sub>, så betyr det et anrikingsbehov på omkring 600 000 SWU/år. Med plass til omtrent 50 000 sentrifuger tilsvarer det nettopp 12 SWU/år per sentrifuge. [235;236]

I februar 2012 informerte Iran IAEA om at de planla å teste det de kalte IR-5-, IR-6- og IR-6s-sentrifuger i PFEP. Det kan tenkes at en av disse modellene er identisk med den som ble vist fram i april 2010 og omtalt som ”tredje generasjons sentrifuge.” Per mai 2012 var ingen av de tre nevnte sentrifugetyper, eller andre sentrifuger omtalt som av ”tredje generasjon,” installert i PFEP eller i andre anlegg hvor IAEA har tilgang i Iran. Det er derfor høyst uklart når disse eventuelt kan settes i drift. Sentrifugen avbildet i Figur 6.4 skal imidlertid ha gjennomgått mekaniske stresstester før den ble avduket. [237]

Separasjonsevnen til en gassentrifuge er proporsjonal med rotorens lengde og omtrent proporsjonal med kvadratet av rotorvegghastigheten. Det er allment antatt at IR-2 er designet for å oppnå samme separasjonsevne som P-2, nemlig 5 SWU/år. Den økte lengden til ”tredje generasjons sentrifuge” sammenliknet med IR-2 kan ikke alene forklare en mer enn dobling av separasjonsevnen. Det er derfor rimelig å anta at rotorvegghastigheten er vesentlig høyere enn for sentrifuger som likner på P-2. IR-2 og IR-3 er antatt å være underkritiske, det vil si at de ikke overvinner den første bøyingsresonansen når de spinnes opp. De kommer dermed ikke opp i

---

<sup>36</sup> *Hojjatoleslam* er en religiøs tittel som rangerer lavere enn *ayatollah*.

den teoretisk maksimale rotorvegghastigheten som karbonfiberens strekkfasthet tillater, nemlig 720 m/s. Rotorer av mærdet stål har til sammenlikning en maksimal rotorvegghastighet på ca. 500 m/s. Maksimal rotorvegghastighet er gitt av approksimasjonen  $v_{maks} \approx \sqrt{(\sigma/\rho)}$ , der  $\sigma$  er rotormaterialets strekkfasthet, og  $\rho$  er dets tetthet. Kan hende er ”tredje generasjons sentrifuge” overkritisk, slik at rotorvegghastigheten nærmer seg den maksimale på over 700 m/s. Dersom en sentrifuge (P-2) har en rotorvegghastighet nær den maksimale for mærdet stål (500 m/s) og en separasjonsevne på 5 SWU/år, så vil en tilsvarende sentrifuge med en rotorvegghastighet på litt over 700 m/s ha dobbelt så høy separasjonsevne, siden separasjonsevnen er omtrent proporsjonal med rotorvegghastigheten kvadrert. De siste 2 SWU/år kan i så fall forklares med noe økt rotorlengde. [235;238]



*Figur 6.4 Framvisning av "tredje generasjons sentrifuge" på kjerneteknologiens dag i Iran, 9. april 2010. Fra venstre: President Ahmadinejad, Ali Akbar Salehi (daværende direktør i AEOI og utenriksminister siden januar 2011), generalmajor Seyed Hassan Firuzabadi (stabssjef for de væpnede styrker), Saeed Jalili (sekretær i Det nasjonale sikkerhetsrådet og sjefsforhandler i atomspørsmål), Esfandiar Rahim Mashaei (presidentens nære venn og rådgiver, og daværende stabssjef), Manouchehr Mottaki (daværende utenriksminister) og så vidt synlig hojatoleslam Hossein Taeb (etterretningssjef i Revolusjonsgarden). (Bildet er hentet fra den iranske presidentens internettside [239].)*

Sentrifugen i Figur 6.4 har ingen synlige kjøleviklinger, slik vi er vant til å se at andre iranske sentrifuger har. Kjøleviklingene inneholder kaldtvann for å regulere temperaturen inne i rotoren. Temperaturreguleringen er vesentlig ikke bare for å styre den termiske konveksjonen, men også for å holde temperaturen til gassen på et minimum uten at den desublimerer.<sup>37</sup> Med et subatmosfærisk trykk i gassen kan den holde lav temperatur uten å desublimere og feste seg på

<sup>37</sup> Det vil si gå direkte fra gass til fast form. Uranheksafluorid sublimerer og desublimerer ved 56,5 °C ved et trykk på 1 atm. Stoffet eksisterer altså ikke i væskefase ved normalt trykk.

rotorveggen. Desublimert uranheksafluorid kan gjøre sentrifugen ustabil og få den til å bryte sammen. Hensikten med lav gasstemperatur er å gjøre separasjonsevnen så høy som mulig. Separasjonsevnen er nemlig omvendt proporsjonal med kvadratet av gasstemperaturen. Ikke alle typer gassentrifuger har kjøleviklinger av denne typen. Det er imidlertid rimelig å anta at også Irans "tredje generasjons sentrifuge" vil bli påført kjølevikling når den monteres, slik som sentrifugen i Figur 6.5. [238;240]



*Figur 6.5 Trolig en IR-3-sentrifuge med delvis montert kjølevikling. (Bildet er tatt under presidentens besøk i Natanz i april 2008, og er hentet fra presidentens internettside [241].)*

### 6.2.3 Anrikningsanlegget i Fordow

Den 25. september 2009 ble det avslørt at Iran bygde et skjult urananrikningsanlegg lokalisert i fjellet ved den hellige byen Qom i et område kontrollert av Revolusjonsgarden (se Figur 6.6). Det nye anlegget, som har fått betegnelsen *Fordow Fuel Enrichment Plant* (FFEP), skal kunne romme omkring 3000 gassentrifuger fordelt på to produksjonshaller med åtte kaskader i hver. FFEP ble satt i drift i desember 2011. Størrelsen på anlegget har vakt oppsikt ettersom antallet sentrifuger er irrelevant med hensyn til produksjon av brensel for et kjernekraftverk, men tilstrekkelig til meningsfull produksjon av våpenuran. Til sammenlikning vil anrikningsanlegget i Natanz kunne romme ca. 50 000 gassentrifuger når det er ferdigstilt [132]. Iranske myndigheter har forklart den beskjedne størrelsen til FFEP med at anrikningsanlegget kun skulle tjene som et lite reserveanlegg i tilfelle anrikningsanlegget i Natanz skulle bli sabotert eller utsatt for luftangrep, hvilket særlig Israel har truet med gjentatte ganger. FFEP ville dermed sikre kontinuerlig produksjon av anriket uran på et visst nivå under betydelig grad av passiv beskyttelse. Som vi skal se, har den offisielle hensikten med FFEP endret seg siden anlegget først ble avslørt. Angrepet på den angivelige syriske kjernereaktoren i Dair Alzour i 2007 (omtalt i kapittel 7) ble av mange sett på som et viktig signal fra Israel til Iran om at de fortsatt praktiserer en doktrine med forkjøpsangrep for å fjerne kommende kjernevåpentrusler i regionen før de



materialiserer seg. Uansett har dette angrepet gjort det lettere for Iran å rettferdiggjøre et behov for å etablere kjernefysiske anlegg med høy grad av aktiv og passiv beskyttelse. [242]



Figur 6.6 Satellittbilde av Fordow urananrikningsanlegg. (Fra GeoEye og ISIS.)

#### 6.2.3.1 Nok et brudd på rapporteringsforpliktelsene?

Den 21. september 2009 mottok IAEA et brev fra Iran hvor landet for første gang kort informerte om eksistensen av FFEP. Da hadde statslederne til USA, Storbritannia og Frankrike allerede kalt inn til en felles pressekonferanse fire dager senere med hensikt å avsløre anlegget. Iranske myndigheter rakk dermed å komme vestlige makter i forkjøpet, men de fleste satt allikevel igjen med inntrykket av at anlegget ikke ville blitt deklartert på dette tidspunktet hvis Iran hadde lyktes i å holde det hemmelig. Avsløringen førte i alle fall til et fornyet internasjonalt press mot Iran. [243]

I november 2009, kort tid etter avsløringen av FFEP, vedtok IAEAs styre sin første resolusjon mot Iran siden februar 2006. Styret krevde umiddelbar stans i byggingen av FFEP, og ba om en beskrivelse av anleggets formål samt en bekreftelse fra iranske myndigheter om at landet ikke hadde besluttet å bygge flere kjernefysiske anlegg som ennå ikke hadde blitt deklartert [244]. Den 9. juni 2010 vedtok FNs sikkerhetsråd resolusjon 1929, hvor de uttrykte alvorlig bekymring over Irans udeklarterte utbygging av FFEP [245]. Sikkerhetsrådet understreket at Iran hadde brutt sine forpliktelser om å stanse alle anrikningsaktiviteter og fremhevet at Iran fremdeles var forpliktet til å melde fra til IAEA så snart en beslutning var tatt om, eller tillatelse var gitt til, å bygge et nytt anlegg. Resolusjon 1929 understreket også at Iran ikke kunne endre eller si opp den modifiserte kode 3.1, som angir når nye anlegg skal deklarerer (nærmere forklart senere i avsnittet). At Iran hadde unnlatt å deklare anleggene til IAEA inntil september 2009 gjorde dermed at Iran var i

brudd med forpliktelsene sine i sikkerhetskrollavtalen, som ble fremforhandlet mellom Iran og IAEA i 1974. [224]

Tidligere har Iran forsøkt å rettferdiggjøre udeklarte utbygginger ved å vise til landets egen fortolkning av den såkalte kode 3.1 i den subsidiære avtalen til landets sikkerhetskrollavtale. Kode 3.1 beskriver når en stat må deklare planlagte atomanlegg. Den opprinnelige teksten sier at en stat må deklare et anlegg senest 180 dager før spaltbare materialer tas i bruk der, mens den modifiserte kode 3.1 altså pålegger staten å deklare et anlegg så snart en beslutning er tatt om å bygge det, eller byggetillatelse er gitt. Iran forholdt seg til den modifiserte kode 3.1 på frivillig basis fra 2003 til 2007. Artikkel 39 i sikkerhetskrollavtalen mellom Iran og IAEA [224] slår fast at Iran ikke ensidig kan si opp eller endre sine forpliktelser i den subsidiære avtalen, siden den er en tosidig avtale.<sup>38</sup> Iran avviser dette. Konsekvensen er at Iran stadig kan tenkes å forsøke å holde nye anlegg skjult, og bare henvise til den foreldede fortolkningen av kode 3.1 dersom skjulte anlegg blir oppdaget før de er tatt i bruk. IAEA hevder videre at FFEP ble besluttet bygd før mars 2007, det vil si mens Iran selv anså seg bundet av nevnte forpliktelser om tidlig deklarasjon. Iran benekter dette, og hevder byggebeslutningen kom i andre halvdel av 2007. I sine sikkerhetskrollrapporter slår IAEA regelmessig fast at Iran er det eneste landet i verden med en sikkerhetskrollavtale med IAEA og en betydelig kjernefysisk infrastruktur, som ikke forholder seg til den moderne fortolkningen av kode 3.1 om tidlige deklarasjoner. [246;247]

Iran har ved gjentatte anledninger blitt bedt om å ratifisere Tilleggsprotokollen, noe som vil gi IAEA hjemmel til å be om tilgang til sivile og militære anlegg som ikke er deklart. IAEA benytter enhver anledning til å slå fast at ikrafttredelse av Tilleggsprotokollen er en forutsetning for at de skal kunne gå god for at det ikke finnes udeklarte kjernefysiske anlegg i et land. Uten Tilleggsprotokollen kan de bare bekrefte at spaltbare materialer ikke er avledet fra deklarte anlegg, og at de deklarte anleggene drives med fredelige formål. De fleste stater er enige om at Tilleggsprotokollen representerer en ny, ønsket standard for sikkerhetskroll. Innholdet i denne er i større grad beskrevet i FFI-rapporten om mulighetene for en skjult brenselssyklus. [219]

### 6.2.3.2 Anleggets formål

Alle stater som har en fullstendig sikkerhetskrollavtale med IAEA er forpliktet til å sende inn et såkalt *Design Information Questionnaire* (DIQ) når et nytt kjernefysisk anlegg skal bygges. Skjemaet beskriver anleggets formål, og IAEA vil på bakgrunn av informasjonen som er mottatt foreta såkalt *Design Information Verification* (DIV) gjennom hele anleggets levetid, inkludert i byggeperioden, for å undersøke om anlegget ser ut til å bygges og drives som deklart og angitt i DIQen. Ved endring av et anleggs innretning må medlemsstaten sende en oppdatert DIQ til IAEA, og i byggeperioden må medlemsstaten sende en oppdatert DIQ til IAEA for hver nye byggefase en går inn i. Siden oktober 2009 har IAEA i gjennomsnitt gjennomført DIV-inspeksjoner ved FFEP én gang per måned. Under flere av DIV-besøkene har IAEA tatt

---

<sup>38</sup> Rent konkret står det at "The Subsidiary Arrangements may be extended or changed by agreement between the Government of Iran and the Agency without amendment of this Agreement." Det er imidlertid vanskelig å se for seg en situasjon hvor IAEA vil gå med på å la en stats rapporteringsforpliktelser bli mindre strenge.



miljøprøver, som blant annet har avslørt spor av utarmede uranpartikler i såkalte passiveringstanker. Iran har forklart at det er fordi tankene har vært brukt i Natanz, hvilket er plausibelt. Siden FFEP er satt i drift, vil Iran også måtte tillate såkalte *Physical Inventory Verification* (PIV)-inspeksjoner, som innebærer at IAEA måler og estimerer mengdene av spaltbart materiale ved anlegget. Disse gjøres normalt én gang i året. [247]

I den første DIQen for FFEP som Iran sendte til IAEA i oktober 2009, sto det at anlegget skulle brukes til å anrike uran opp til 5 %. I september året etter mottok IAEA en revidert DIQ, hvor det sto at FFEP også ville benyttes til forskning og utvikling. DIQen ble igjen revidert i juni 2011, da Iran gjorde klart at anlegget i stedet skulle brukes til produksjon av inntil 20 % anrikt uran samt til forskning og utvikling. I januar 2012 ble DIQen igjen endret. Denne gangen ble FFEPs formål sagt å være å produsere inntil 20 % anrikt uran i den ene hallen og inntil 5 % anrikt uran i den andre hallen. Det betyr at Iran ikke lenger forholder seg til FFEP som et reserveanlegg for FEP i Natanz, men at de i stedet ønsker langsiktig egenproduksjon av brensel til Teheran forskningsreaktor (TRR), nærmere omtalt i avsnitt 6.7.1 og i rapporten fra 2009 [132]. I midten av desember 2011 begynte produksjon av nær 20 % anrikt uran i FFEP. Per mai 2012 var fire kaskader med 174 IR-1-sentrifuger i hver (totalt 696 sentrifuger) koblet to og to sammen for produksjon av litt under 20 % anrikt uran med 3–5 % anrikt uran som tilførsel. Iran hadde per mai 2012 produsert ca. 35,5 kg med UF<sub>6</sub> anrikt opp til 19,75 % i FFEP. Ytterligere to kaskader var ferdig installert og sammenkoblet, men ikke drift, mens ytterkapslingene og rørtilkoblingene til de resterende kaskadene i begge produksjonshallene var montert. Dersom installasjonen av de resterende kaskadene blir gjennomført, så blir det totale antall sentrifuger i FFEP 2784. Den stadig endrede forklaringen på FFEPs formål har forsterket IAEAs mistanker om at anlegget opprinnelig var tenkt for produksjon av våpenuran. Av den grunn har IAEA ved gjentatte anledninger bedt Iran om å kaste mer lys over de opprinnelige beslutningene og planene for FFEP, uten at de til nå har fått tilfredsstillende svar fra Iran. [227;237;246]

Ved fortsatt produksjon i PFEP og full produksjon i fire kaskader i FFEP har Iran tredoblet produksjonen av nær 20 % anrikt uran, som vi kommer tilbake til i avsnitt 6.7.1. Vestlige makter har kalt denne økningen et eskalerende steg i konflikten om Irans atomprogram, siden mer erfaring og kapasitet knyttet til noe høyere anrikning representerer et lite steg nærmere evnen til å anrike til våpenkvalitet. Som vi kommer tilbake til i delkapittel 6.5, representerer også de lagrede mengdene med noe høyere anrikt uran en vesentlig snarvei mot våpenanrikt uran sammenliknet med uran anrikt til under 5 %. Det er også mulig at det i Vesten var en viss frustrasjon knyttet til at denne delen av Irans anrikingsaktiviteter med dette var blitt gjort til et særdeles robust mål med tanke på luftangrep. Sentrifugehallen skal ligge omkring 80 m dypt, men flere sprikende estimater foreligger. USAs nye, dypt penetrerende flybombe, *Massive Ordnance Penetrator* (MOP), antas å kunne slå ut mål så dypt som 60 m, men det er sterkt avhengig av hva slags fjell eller fortifikasjoner det er snakk om. Det er derfor ikke opplagt at noen stater for tiden har evnen til å slå ut sentrifugene i FFEP ved hjelp av flyangrep, men et angrep vil trolig kunne rasere inngangene og påføre en midlertidig stans i driften. Figur 6.7 viser fjellområdet hvor FFEP er etablert før og etter byggingen. [237;248-251]



Figur 6.7 Satellittbildene viser Fordow urananrikningsanlegg 5. februar 2000 (før byggingen) og 26. september 2009. Anlegget ble avslørt den 25. september 2009. (Scanpix - AP Photo - GeoEye Satellite Image, IHS Jane's Analysis.)

FFI og andre har tidligere advart at Iran i det skjulte kan bygge opp mindre anrikningsanlegg nettopp på den størrelsen som FFEP er, ettersom slike anlegg lettere kan skjules enn et fullskala anlegg som anrikningssenteret i Natanz. I mai 2009 vurderte FFI det som mulig at Iran kunne skjule et anrikningsanlegg med en årlig kapasitet på ca 3000–4000 SWU, som er nok våpenuran til ett kjernevåpen i året. Da FFEP ble avslørt fire måneder senere, viste det seg nettopp at anlegget kunne romme 3000 sentrifuger, som altså vil kunne levere nærmere 3000 SWU per år (antatt 1 SWU/år per sentrifuge). FFEP ble bygd inne i en fjellhall, men et så lite anrikningsanlegg vil trolig også kunne etableres i et ordinært industriområde uten å vekke spesiell oppsikt i byggefasen. Vi vil i avsnitt 6.5.3 tallfeste i noen grad hvilken kapasitet FFEP representerer, dersom Iran velger å bruke det til å produsere våpenuran. [132]

### 6.2.3.3 Amiri – en spion med hjemlengsel?

Shahram Amiri jobbet med forskning på medisinske isotoper ved Malek Ashtar universitet i Teheran før han forsvant under en pilgrimsreise til Saudi-Arabia i mai 2009, fire måneder før avsløringen av anrikningsanlegget i Fordow. Det har blitt hevdet at Amiri også jobbet for AEOL. Lenge var det et mysterium hvor Amiri var blitt av. Høsten 2009 hevdet iranske myndigheter at Amiri var blitt kidnappet av CIA. Først i juni 2010 ga Amiri livstegn fra seg, uten at hans skjebne ble noe klarere av den grunn. Med bare timers mellomrom ble det publisert to videoklipp tilsynelatende av Amiri. I det første klippet, vist på iransk TV, hevdet han å bli holdt under tvang og tortur av CIA i Arizona etter å ha blitt dopet ned og kidnappet fra den saudiske byen Medina. I det andre klippet, som ble publisert direkte på YouTube, påsto han derimot at han frivillig bodde i USA for å utdanne seg videre, og at han aldri hadde gitt fra seg noe sensitiv informasjon om det iranske atomprogrammet. [252;253]

Amerikanske tjenestemenn benektet selvsagt at Amiri var kidnappet av CIA. Og i juli 2010 hevdet anonyme kilder i amerikansk etterretning at Amiri hadde jobbet som informant for CIA mens han jobbet ved Malek Ashtar universitet. Amiri skal ifølge disse kildene ha gitt amerikanerne svært betydningsfull og original informasjon om de angivelige militære sidene av det iranske atomprogrammet. Spesielt skal miljøet til Mohsen Fakrizadeh (omtalt i [132]) ha brukt Malek Ashtar universitet som dekke for sin hemmelige organisasjon. Tilsvarende påstander har kommet fra motstandsgruppen NCRI, som avslørte anrikningsanlegget i Natanz og tungtvannsfabrikken i Arak i 2002. De amerikanske etterretningskildene spekulerte i at Amiri var blitt presset av iranske myndigheter til å komme med kidnappingshistorien, kanskje fordi familien hans – som var igjen i Teheran – var truet. Amiri vendte tilbake til Teheran i juli 2010. Der ble han mottatt som en helt, men i mars 2011 ble han arrestert og anklaget for forræderi. Han risikerer dødsstraff dersom han blir funnet skyldig. Det er ikke klart hva som har skjedd med saken hans siden mars 2011. Det er også vanskelig å bedømme om Amiri kan ha spilt en rolle i forbindelse med avsløringen av anrikningsanlegget i Fordow, men det er påfallende at han forsvant kort tid før avsløringen av anlegget. [254;255]

#### 6.2.4 Nye anrikningsanlegg

Iran planlegger ifølge egne utsagn å bygge ti nye anrikningsanlegg. Landet har imidlertid ikke sendt inn DIQer for de planlagte anrikningsanleggene, noe landet ifølge IAEAs tolkning av Irans forpliktelser skulle ha sendt inn så snart en beslutning om å bygge var tatt. Det er mulig at de tekniske ekspertene i AEOI ikke har greid å holde tritt med de politiske ambisjonene, slik at selv foreløpige DIQer muligens ikke ville vært tilgjengelige rundt tidspunktet for annonseringen uansett om Iran hadde sett seg forpliktet til å sende inn slike eller ikke. Iranske tjenestemenn skal ha bestemt beliggenheten til fem av disse ti anleggene. AEOIs direktør, Fereydoun Abbasi-Davani, sa imidlertid i et intervju med det offisielle iranske nyhetsbyrået *IRNA* i august 2011 at Iran i øyeblikket ikke hadde planer om å bygge noen nye anrikningsanlegg de neste to årene. Dette utsagnet kan tas til inntekt for en antakelse om at uttalelsen om at de planlegger ti nye anrikningsanlegg handlet mer om politikk enn om realiteter. [256]

IAEAs undersøkelser i Iran i 2003 førte til avsløringen av et prosjekt for å anrike uran med lasere på laboratorieskala, såkalt *atomdamplaserisotopseparasjon* (AVLIS). Disse aktivitetene foregikk i Lashkar Ab'ad fra 1991 til 2000. Iran redegjorde for det angivelige omfanget av dette i et brev til IAEA 21. oktober 2003 [132;257]. Det var ikke snakk om mer enn noen milligram med anrikt uran, men aktivitetene utgjorde like fullt et brudd på Irans rapporteringsforpliktelser. I årevis var det tilsynelatende ikke mer aktivitet på dette feltet i Iran. Men den 7. februar 2010 kunne den iranske presidenten stolt annonsere at Iran var i besittelse av laseranrikningsteknologi. IAEA har siden den gangen bedt Iran om å oppklare denne uttalelsen, men per mai 2012 er det ikke kjent om det er substans bak disse uttalelsene, eller om de ble gjort med referanse til en teknologisk evne sprunget ut av rent fortidige aktiviteter. Nylige australske og amerikanske framskritt i å industrialisere laseranrikning kan eventuelt ha inspirert Iran til å gjenoppta forskning på dette feltet. Det opprinnelige AVLIS-utstyret til Iran er plassert i et lager som er under IAEA-overvåking. [258-262]

### 6.2.5 Bushehr kjernekraftverk

Midtøstens første kjernekraftverk ble innviet da kjernekraftreaktoren i Bushehr ble koblet til elektrisitetsnettet den 3. september 2011, mer enn 36 år etter at byggingen opprinnelig startet [75]. Reaktoren ble i den første driftsfasen satt til å levere 40 % av maksimal elektrisk effekt, som er 1 GW<sub>e</sub>. Oppstarten representerte en betydelig milepæl for Iran. Minst fire aspekter har imidlertid gjort at omverdenen har uttrykt en viss bekymring for driftstryggheten ved anlegget. For det første er reaktoren en russisk VVER-reaktor (trykkvann) som er bygd på en halvferdig, tyskesignert trykkvannsreaktor. En god del av utstyret er det som tyskerne opprinnelig leverte på 1970-tallet. Det er uklart om man kan få tak i reservedeler til en del undersystemer som består av tyske originaldeler. For det andre hadde Iran per høsten 2011 ikke ratifisert Konvensjonen for kjernefysisk trygghet [263], som det eneste landet med en operativ kjernekraftreaktor. For det tredje er Iran et av de mest seismisk aktive landene i verden, hvilket gjør at det er ekstra stor grunn til bekymring med tanke på mulige konsekvenser av et kraftig jordskjelv i nærheten av kjernekraftverket. Tre tektoniske plater møtes i dette området. For det fjerde er det ikke klart om den relevante tilsynsmyndigheten er tilstrekkelig uavhengig av operatøren (AEOI), hvilket i verste fall kan åpne for lojalitetskonflikter og partiskhet i tilsynet med den iranske kjernekraftindustrien.

Iran og Russland har ved flere anledninger diskutert muligheten for russisk assistanse i bygging av flere produksjonsenheter (reaktorer) i Bushehr, men de er ikke kommet fram til en endelig avtale om dette. Trolig vil det også ved framtidige slike avtaler foreligge et krav om at Russland leverer kjernebrenselet og tar det tilbake når det er brukt, på samme måte som for reaktoren som i dag er i drift i Bushehr kjernekraftverk. På den måten vil ikke flere russiskbygde kjernekraftreaktorer bidra til å legitimere Irans anrikningsprogram ytterligere på mellomlang sikt, avhengig av tidsrammene for en slik avtale. Plutonium fra dette brenselet vil heller ikke bli værende på iransk jord, men returneres til Russland mens det fortsatt er bundet i brukt brensel.

Vi beskrev blant annet i rapporten fra 2009 [132] hvorfor reaktorer av denne typen ikke produserer plutonium av våpenkvalitet ved normal drift. Det er ikke dermed sagt at det er umulig å lage kjernevåpen basert på de store mengdene plutonium som dannes i brukt kjernebrensel fra store kraftproduserende reaktorer som den i Bushehr. Det er derimot i praksis umulig for Iran å gjøre det uten at det raskt vil oppdages. Driften overvåkes regelmessig gjennom IAEAs inspeksjoner. Framtidig (plutoniumholdig) brukt brensel vil også være under nøye IAEA-overvåking.

### 6.2.6 Uranproduksjon

IAEA har ikke regelmessig tilgang til Irans urangruver og uranmøller, da disse ikke omfattes av Irans sikkerhetskrollavtale. Slik er det også med andre lands sikkerhetskrollavtaler. Inspeksjoner av disse anleggene blir derfor kun utført dersom Iran tillater det som et tillitskapende tiltak. IAEA benytter seg imidlertid av kommersielle satellittbilder for å vurdere om gruvene og møllene er i drift, eventuelt hvor langt Iran har kommet i byggingen av anleggene. I 2009 begynte Iran å sende de første prøvene med egenprodusert yellowcake fra produksjonsanlegget i Bandar Abbas til konverteringsanlegget i Isfahan. Uranproduksjonen i

Saghand-gruven var på det tidspunktet ikke kommet i gang, og per februar 2011 kunne IAEA rapportere at satellittbilder viste fortsatte byggeaktiviteter i Saghand og Ardakan. Det betyr at Iran for tiden produserer uran kun i den minste, men reneste forekomsten sin, i Gchine. Vi har imidlertid ingen grunn til å tro at Iran har gått tom for yellowcake eller UF<sub>6</sub>. Iran har ikke produsert mer UF<sub>6</sub> i konverteringsanlegget i Isfahan siden august 2009. Anlegget har vært under vedlikehold i en periode. Den totale produksjonen av naturlig UF<sub>6</sub> er 371 tonn. Kun 50–70 tonn av dette har vært nødvendig for å produsere de rundt 6,2 tonnene med UF<sub>6</sub> anriket til under 5 % som Iran hadde produsert i FEP per mai 2012 (hvorav noe er brukt som tilførsel til produksjon av høyere anriket uranheksafluorid, som vi har vært inne på). [224;227;246;264;265]

Dersom Iran implementerer Tilleggsprotokollen for sikkerhetskontroll, vil denne gi IAEA muligheten til å be om å få inspisere Irans urangruver og uranmøller. Det vil redusere bekymringene for at Iran kan avlede uran fra de to kjente gruvene og møllene, selv om det ikke foreligger noen praktisk eller formell mulighet til å måle mengdene av produsert uran så tidlig i brenselssyklusen. Tilleggsprotokollen antas å virke avskrekkende mot forsøk på å avlede kjernefysiske materialer, selv om dette etter alt å dømme er mulig å gjennomføre i praksis. Prisen for å bli oppdaget kan imidlertid være høy.

### 6.3 Verifikasjonssituasjonen

Iran har de senere årene nektet en rekke av IAEAs inspektører adgang til landet, noe som gjør at IAEA stadig må bruke inspektører uten lang erfaring fra Iran. Dette kan være et bevisst forsøk på å sabotere IAEAs verifikasjonsarbeid fra Irans side. Det kan også være en reell frykt i Iran for at sensitiv informasjon skal lekke ut, og en reaksjon på det landet har vurdert som faktiske lekkasjer.

I sikkerhetskontrollrapporten fra 6. september 2010 ble det kjent at Iran hadde brutt noen forseglinger i FEP, men IAEA understreket at dette ikke var noe alvorlig og oppfordret partene til ikke å dvele unødige ved dette [258]. En kan imidlertid spekulere i om Iran bevisst tester grensene og responsen til IAEA ved å bryte forseglinger i FEP. Reaksjonstiden og reaksjonsformen til IAEA må nødvendigvis inngå i eventuelle vurderinger knyttet til muligheten for å stikke til side uran i et forsøk på å utvikle kjernevåpen i det skjulte.

IAEA har de senere årene gjennomført to inspeksjoner i anrikningssenteret i Natanz per måned, hvorav én har vært varslet på forhånd og én har vært uannonsert. Inspektørene har da hatt tilgang til både FEP og PFEP. Fra mai 2010 gikk Iran med på å tillate ytterligere én ikke varslet inspeksjon i PFEP per måned, samt én regelmessig DIV og én foreløpig beholdningsverifikasjon (*Interim Inventory Verification – IIV*).<sup>39</sup> [266] Anrikningssenteret i Natanz er av den grunn ikke en stor spredningsbekymring *så lenge Iran forblir underlagt IAEAs verifikasjonsregime*. Frykten er heller at Iran skal bryte ut av NPT eller utvikle en skjult brenselssyklus med udeklarte anlegg, hvor det dermed mangler overvåking og kontroll. Iran har tidligere vist at de klarer å

<sup>39</sup> IAEA begrunnet dette behovet med at det ble anriket til høyere nivåer enn tidligere (inntil 20 %) og i større omfang (flere sentrifuger). Underforstått ønsket derfor IAEA å gjøre deteksjonsvinduet mindre i tilfelle anriket uran skulle komme på avveie eller driften ble lagt om til å produsere høyere anriket uran.

utvikle deler av sitt atomprogram i det skjulte, noe som drøftes i større bredde i FFI-rapporten fra 2010 [219].

Med unntak av spørsmål om mulige militære sider av Irans kjernefysiske program, noe vi skal komme tilbake til i neste delkapittel, så har Iran og IAEA kommet til bunns i de viktigste utestående spørsmålene knyttet til verifikasjon av Irans etterlevelse av sin sikkerhetskrollavtale. Det er imidlertid stadig noen prinsipielle uenigheter mellom de to partene som stammer fra den ulike fortolkningen av Irans deklarasjonsforpliktelser forbundet med nye anlegg (jf. avsnitt 6.2.3 og [219]). Spesielt krever IAEA å få designinformasjon om anlegg som Iran offentlig har påstått å ha planer om å bygge. Disse anleggene inkluderer per januar 2012 et planlagt kjernekraftverk i Darkhovin, de ti nye anrikningsanleggene som skal være planlagt og de påståtte aktivitetene knyttet til laseranrikning som vi var inne på i avsnitt 6.2.4. Iran viser som tidligere nevnt til at de ikke behøver å deklare disse anleggene før det gjenstår 180 dager til spaltbare materialer skal tas i bruk der. IAEA er uenig i dette og krever stadig informasjon fra Iran om disse anleggene og aktivitetene. Sikkerhetskrollen ved Irans deklarete anlegg fungerer for øvrig stort sett tilfredsstillende. Iran samarbeider med IAEA der de mener at IAEA har rett til å inspisere. [246]

IAEA er pålagt av Sikkerhetsrådet å rapportere om Irans etterlevelse av de resolusjoner som pålegger Iran å stanse alle aktiviteter knyttet til anrikning og tungtvann. Siden Iran avviser disse resolusjonene, så rapporterer IAEA regelmessig til Sikkerhetsrådet at en rekke slike aktiviteter er pågående, inkludert arbeid på tungtvannsreaktoren i Arak (IR-40) og utvikling av brensel til denne. IAEA har bedt Iran blant annet om å få inspisere noen tønner med tungtvann produsert ved tungtvannsfabrikken i Arak, med henvisning til sitt mandat til å verifisere (mangelen på) etterlevelse av sikkerhetsrådsresolusjonene. Iran nekter imidlertid IAEA å ta destruktive tester av dette tungtvannet siden det ikke omfattes av landets sikkerhetskrollavtale, og fordi Iran avviser Sikkerhetsrådets krav. Ifølge Iran er det dessuten unødvendig å ta prøver så lenge Iran selv åpent innrømmer at de bedriver disse aktivitetene. [247]

Vi har tidligere skrevet at en eventuell implementering av Tilleggsprotokollen ville gitt IAEA mer myndighet til å inspisere og dermed en mulighet til å redusere bekymringene rundt Irans kjernefysiske intensjoner. Til tross for iherdige oppfordringer fra IAEA-styret, Sikkerhetsrådet og en rekke stormakter, så nekter Iran per 2012 å implementere Tilleggsprotokollen. Et krav om implementering av denne vil være en naturlig del av enhver avtale som søker å løse konflikten rundt det kjernefysiske programmet.

### **6.4 Kjernevåpenintensjoner?**

Siden 2009 har Iran videreutviklet sitt kjernefysiske program på en rekke områder, noe som har gjort veien mot kjernevåpen stadig kortere. Det er imidlertid ingenting som tyder på at en ordre er gitt om å sette sammen testklare kjerneladninger, og det er ingen rapporter om at Iran har begynt å produsere våpenmaterialer. Med dette mener vi at Iran ikke anriker uranet sitt til

våpenkvalitet (typisk 90 % uran-235 eller mer), og de separerer ikke plutonium.<sup>40</sup> Av den grunn, og med forbehold om at det kan pågå fordekte aktiviteter vi ikke kjenner til, vurderer vi at Iran *ikke har et operativt* kjernevåpenprogram. Spørsmålet er snarere i hvilken grad Iran har et *latent* kjernevåpenprogram. Med dette mener vi om landet har foretatt studier av ren kjernevåpenteknologisk art, slik at det er forberedt på raskt å kunne utvikle testklare kjerneladninger den dagen det måtte bli bestemt. Det er nettopp påstander om slike studier som per 2012 er den kontroversielle hovedkimen til de økte spenningene mellom Iran på den ene siden og store deler av verdenssamfunnet representert ved IAEA og Sikkerhetsrådet på den andre siden.

I 2009 drøftet vi mulige måter å tolke de iranske kjernefysiske bestrebelsene på [132]. Det ble også den gangen vist til bekymringer knyttet til mulige militære dimensjoner ved det iranske atomprogrammet, av IAEA døpt *possible military dimensions* (PMD). Allerede i 2003 undersøkte IAEA påstander om kjernevåpenrelaterte aktiviteter i Parchin og Lavizan-Shian, uten å komme noen vei. IAEA intensiverte sine undersøkelser etter at byrået i 2005 fikk tilgang til en bærbar datamaskin full av angivelig dokumentasjon av et iransk kjernevåpenprogram. IAEA har i flere år stilt Iran konkrete spørsmål om forhold knyttet til dette uten å komme til bunns i de mest sentrale spørsmålene.

I november 2011 ga IAEA ut en sikkerhetskontrollrapport som på en svært omfattende måte beskrev det bildet de satt med av PMD [246]. På overordnet nivå dreide deg seg om de samme aktivitetene som figurerte i påstandene fra 2005, men detaljnivået og kildetilfanget var av et helt annet omfang enn i tidligere rapporter. Denne rapporten inkluderte et bilag med detaljerte vurderinger av de ulike sidene ved PMD, inkludert et organisasjonskart med en tidslinje for hvordan de angivelige, hemmelige prosjektene knyttet til PMD skal ha vært organisert gjennom flere år (se Figur 6.8). Prosjektene skal grovt sett ha omfattet følgende:

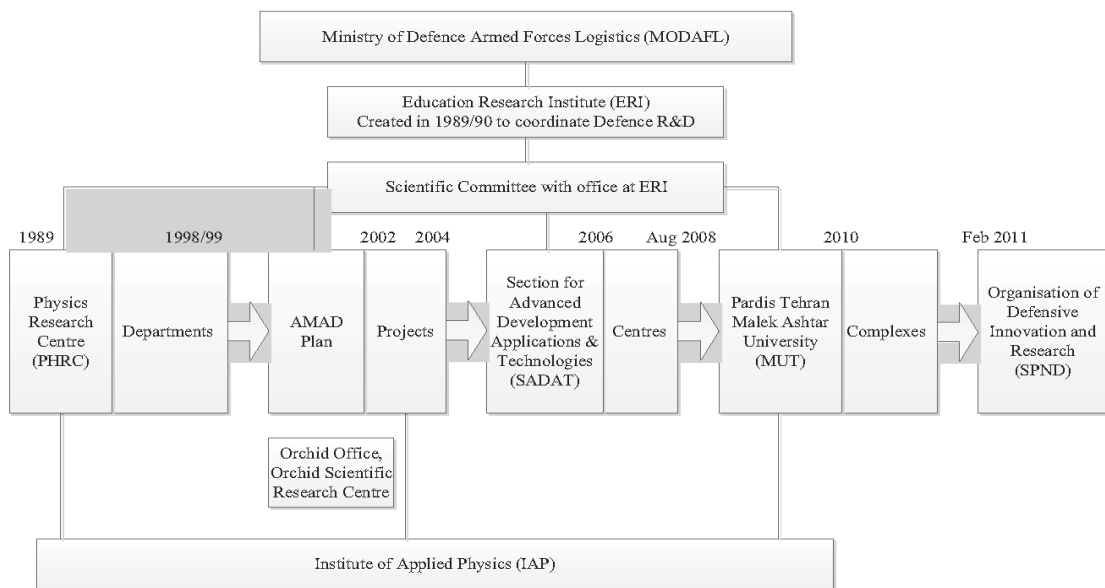
- Anskaffelser av kjernefysiske materialer og utstyr av forsvarsrelaterte instanser.
- Forsøk på å etablere udeklarte produksjonslinjer for kjernefysiske materialer (jamfør ”Prosjekt grønt salt” og forsøket på å holde graven i Gchine hemmelig, som beskrevet i 2009 [132]).
- Anskaffelser av kjernevåpendesign<sup>41</sup> og en oppskrift på produksjon av uranmetallhalvkuler fra et hemmelig forsyningsnettverk (Khan-nettverket, beskrevet i [51;267]).
- Egenutvikling av en kjernevåpendesign tilpasset ballistiske missiler (modifisert Shahab-3), inkludert testing av enkeltkomponenter (spesielt flerpunktutløste eksplosivlinser i halvkulekonfigurasjoner, såkalt *multipoint initiation* – MPI) og vurderinger knyttet til et underjordisk testoppsett.

<sup>40</sup> Plutonium produseres i alt uranbrensel som bestråles i en reaktor, men Iran har ingen kjente anlegg for å gjenvinne plutonium fra bestrålt brensel.

<sup>41</sup> Khan-nettverket skal ha tilbudt både en kinesisk uranimplosjonsdesign fra 1960-tallet og en mer kompakt, moderne uranimplosjonsdesign.

## Iran

Disse prosjektene skal ha tatt ulike former gjennom flere år, men fellesnevneren er blant annet at en mann ved navn Mohsen Fakhrizadeh skal ha ledet det hele. IAEA har ennå ikke fått tilgang til å intervju Fakhrizadeh. *Physics Research Center* (PHRC) i Lavizan-Shian i Teheran, som vi omtalte i 2009, skal ha vært det første hovedkvarteret for Fakhrizadeh og de hemmelige prosjektene. Med rivingen av PHRC i 2003/2004 regnet mange med at Iran hadde stanset de rene militære sidene av sitt kjernefysiske program. IAEA har et mindre klart bilde av disse aktivitetene etter denne perioden. Mange mener at det hele gikk fra å være et koordinert, sentralt styrt kjernevåpenprogram til et lite sett med prosjekter som videreførte utvalgte problemstillinger fra det opprinnelige programmet. [246]



Figur 6.8 IAEAs bilde av organisasjonsstrukturen til den angivelige militære delen av Irans kjernefysiske program. [246]

IAEA la i rapporten fra november 2011 vekt på å få fram hvilken tiltro de selv hadde til påstandene om militære sider. De viet et eget avsnitt til troverdigheten til disse påstandene, hvor de gjorde klart at vurderingene ble gjort på bakgrunn av:

- Informasjon fra den omtalte bærbare datamaskinen, bestående av over tusen sider med korrespondanse, rapporter, grafer, videoer og tekniske tegninger.
- Informasjon fra over ti medlemsstater, spesielt knyttet til anskaffelser, reiser foretatt av navngitte personer, økonomisk dokumentasjon og diverse dokumentasjon knyttet til framstilling av visse høyeksplosive komponenter.
- Egen informasjonsinnhenting fra åpne publikasjoner, inspeksjoner, analyser av satellittbilder og samtaler med iransk personell, sentrale personer i Khan-nettverket (etter alt å dømme Tinner-familien i Sveits) og en som omtales som en utenlandsk ekspert som skal ha bistått Iran i forskning på implosjonsteknikker med høyhastighetsdetonatorer og høyeksplosivlinser fra 1996 til 2002. Sistnevnte er ukrainske Vyacheslav V. Danilenko, som skal ha jobbet i det sovjetiske kjernevåpenkomplekset *VNIITF* i Tsjelyabinsk i tre tiår. [268]



Danilenko skal ha vært åpen om sin bistand til Iran i samtaler med IAEA, men holdt fast ved at hensikten med disse implosjonsteknikkene skal ha vært å produsere syntetiske diamanter, såkalte *nanodiamanter*. Han skal blant annet ha bistått Iran i å etablere et kraftig, sylindrisk testkammer for inntil 70 kg høyeksplosiver i det militære forskningscenteret i Parchin. Et slikt testkammer vil være godt egnet til å gjøre såkalte *hydrodynamiske tester*, hvor en undersøker om en implosjonskjernevåpendesign vil være effektiv ved eksplosiv kompresjon av surrogatmaterialer (ikke våpenuran eller plutonium). Som vi skrev i 2009, hadde IAEA allerede i 2004 mistanker om at det foregikk forskning på implosjon med høyeksplosivlinser i Parchin, men to inspeksjoner med miljøprøvetaking i 2005 ga ingen svar på disse spørsmålene. Under flere høynivåmøter mellom IAEA og Iran i 2012 og 2013 har IAEA bedt om å få inspisere Parchin på nytt i den hensikt å komme til bunns i hva som måtte ha foregått der i fortiden. Dette har Iran per tidlig 2013 ikke gitt tillatelse til. [132;237;246]

IAEA slo i sin rapport fra november 2011 fast at informasjonen fra de ulike kildene tegnet et innbyrdes konsistent bilde, og at dette bildet ble vurdert som alt i alt troverdig. Påstandene er såpass alvorlige at IAEA neppe vil kunne se bort fra kravet om iransk samarbeid for å komme til bunns i dette. Dersom hovedtrekkene i PMD er forankret i virkeligheten, så risikerer Iran å bli ansett for å ha brutt artikkel II i NPT ved å forsøke å utvikle kjernevåpen, selv om landet aldri har satt sammen en ferdig kjerneladning. Dette er langt mer alvorlig enn å bryte sikkerhetskontrollforpliktelsene ved å unnlate å deklare kjernefysiske materialer eller aktiviteter. Ironisk nok begrenser IAEAs verifikasjonsmandat seg til å forsikre verden om at alle kjernefysiske materialer i et land brukes til fredelige formål. Iran avviser derfor alle spørsmål knyttet til PMD som ikke eksplisitt omhandler kjernefysiske materialer, for eksempel utvikling av kjernevåpendesign, med henvisning til IAEAs begrensede mandat. [246]

Det er en vesentlig svakhet i IAEAs autoritet at de kun er gitt myndighet til å verifisere artikkel III-forpliktelse (sikkerhetskontroll), og ikke artikkel I- eller II-forpliktelse (ikke-spredning). Selv i stater som implementerer Tilleggsprotokollen har ikke IAEA et eksplisitt mandat til å inspisere anlegg og aktiviteter som ikke omfatter bruk av kjernefysiske materialer. Realiteten er allikevel at de fleste stater aksepterer og forventer at IAEA stiller spørsmål relatert til mulige brudd på ikke-spredningsforpliktelsene, også når kjernefysiske materialer ikke er involvert. Og IAEAs tolkning av sitt eget mandat innebærer at de skal etterstrebe en full oversikt over alle aktiviteter som kan være relatert til *eventuell framtidig avledning* av kjernefysiske materialer til ikke-fredelig bruk, noe som åpenbart inkluderer forskning på kjernevåpendesign. Det er allikevel et klart behov for en formell styrking av IAEAs verifikasjonsmandat for å møte utfordringer som særlig Irans kjernefysiske program medfører.

## 6.5 Mulighet for kjernevåpenutvikling

Vi skrev ovenfor at Iran neppe har et operativt kjernevåpenprogram, selv om en fordekt produksjonslinje for våpenuran eller plutonium ikke kan utelukkes. Muligheten for at Iran på et senere tidspunkt velger å trekke seg fra NPT for å utvikle kjernevåpen er kanskje derfor den største bekymringen. Avgjørende faktorer i såkalte *utbruddsscenarioer* er ikke bare hvor langt Iran har kommet i utvikling av kjernevåpendesign, men først og fremst hvilken kapasitet landet

## Iran

har til å produsere våpenanvendelige spaltbare materialer på kort tid. Vi skal her se nærmere på hvilke anlegg som vil ha størst nytte for Iran dersom de bryter med NPT og ønsker å utvikle testklare kjerneladninger raskest mulig.

Brenselsyklus-teknologi har et flerbruksaspekt som innebærer at teknologien kan brukes både i et sivil og et militært kjernefysisk program. Dersom Iran skulle velge å bryte med NPT og utvikle kjernevåpen, vil enkelte av Irans anlegg være spesielt sentrale i produksjonen av våpenuran eller plutonium. Iran undertegnet Tilleggsprotokollen den 18. desember 2003 og implementerte protokollen frivillig like etterpå. Dette ga IAEA utvidet innsyn og tilgang til flere av Irans kjernefysiske anlegg. Da IAEA oversendte Iran-saken til Sikkerhetsrådet i februar 2006, valgte imidlertid Iran å stanse implementeringen av Tilleggsprotokollen. Dette gjorde at det ikke lenger er regelmessig IAEA-sikkerhetskontroll på enkelte anlegg, inkludert tungtvannsfabrikken og tungtvannsreaktoren under bygging i Arak.

Tabell 6.1 lister opp de mest sentrale kjernefysiske installasjonene i Iran. Det skilles mellom anlegg som er underlagt regelmessig sikkerhetskontroll og de som ikke er det, samt om anleggene kan tenkes å spille en rolle i eventuell framtidig produksjon av kjernevåpen. Mindre, forskningsbaserte installasjoner som de minste forskningsreaktorene antas ikke å være aktuelle for produksjon av våpenanvendelige spaltbare materialer, men er viktige for den generelle kunnskapsoppbyggingen i landet.

Velger Iran å utvikle plutoniumbaserte kjernevåpen, vil landets tungtvannsreaktor (IR-40) bli svært sentral. Denne skal etter planen settes i drift i 2014 [237]. Vanskelig tilgang til avgjørende utstyr gjør at oppstarten trolig blir vesentlig forsinket. Spesielt er det uklart hvordan Iran skal få produsert eller anskaffet reaktortanken, som må være helstøpt på grunn av den store belastningen den vil bli utsatt for. Et russisk selskap skulle opprinnelig levere denne, men trakk seg fra avtalen i 2008 på grunn av Sikkerhetsrådets resolusjoner som blant annet forbyr bistand til tungtvannsrelaterte prosjekter. Under inspeksjoner høsten 2011 kunne IAEA bekrefte at varmevekslerne for kjølemiddelet og for moderatoren (begge er tungtvann) var installert.<sup>42</sup> IR-40 er avhengig av tungtvann fra den samlokaliserte, operative tungtvannsfabrikken i Arak. Reaktoren behøver dessuten naturlig urandioksidbrensel fra brenselfabrikken i Isfahan. Det betyr at mesteparten av uranindustrien i Iran er relevant også i et plutoniumprogram, med unntak av produksjonslinjene for uranheksafluorid, rekonvertering av uranheksafluorid og alle anlegg forbundet med anrikning. Iran vil dessuten behøve et reprosesseringsanlegg med kapasitet på i størrelsesorden ti tonn brensel i året dersom IR-40 skal brukes som eneste kilde til plutonium. En

---

<sup>42</sup> Denne informasjonen var spesielt interessant siden den avslørte at kjølemiddelet og moderatoren vil være i separate kretser, noe som ikke nødvendigvis er tilfellet for en tungtvannsreaktor. Det er derfor rimelig å anta at brenselet er i trykksatte flasker som muliggjør skifte av brensel uten stans i reaktordriften. Dette er i tråd med oppbyggingen av russiske RBMK-reaktorer. Vi argumenterte i [221] for at IR-40 etter alt å dømme vil benytte brensel basert på RBMK-reaktorbrensel.

Tabell 6.1 Tabellen viser hvilke av Irans kjernefysiske anlegg som er under sikkerhetskontroll, og hvilke anlegg som antas å kunne ha en rolle i et utbruddsscenario. Det skilles mellom anlegg som er relevante for produksjon av våpenuran (U) og produksjon av plutonium (Pu).

Kjernefysisk anlegg	Oppstarts- år	Regelmessig sikkerhets- kontroll?	Mulig rolle i kjernevåpen- utvikling
<i>Teheran kjernefysiske forskningscenter</i>			
Teheran forskningsreaktor (TRR)	1967	Ja	Nei
Molybden-, jod- og xenon- (MIX-)anlegg	Uvisst <sup>43</sup>	Ja	Ja (Pu)
Jabr Ibn Hayan Multipurpose Labs (JHL)	1990- tallet? <sup>44</sup>	Ja	Ja <sup>45</sup>
<i>Natanz urananrikningscenter</i>			
Fullskala anrikningsanlegg (FEP)	2007	Ja	Ja (U)
Pilotskala anrikningsanlegg (PFEP)	2003	Ja	Ja (U)
<i>Fordow</i>			
Urananrikningsanlegg (FFEP)	2011	Ja	Ja (U)
<i>Arak</i>			
Tungtvannsreaktor	2014 <sup>46</sup>	Kun 2003-2006	Ja (Pu)
Tungtvannsfabrikk	2006	Kun 2003-2006 <sup>47</sup>	Ja (Pu)
<i>Bushehr</i>			
Kjernekraftverk	2010	Ja	Mulig, ikke ideell (Pu)
<i>Isfahan kjernefysiske teknologisenter</i>			
Urankonverteringsanlegg (i delvis drift)	2005	Ja	Ja (U/Pu)
Brenselfabrikk (i delvis drift og under omlegging)	2007	Ja	Ja (Pu)
Forskningsreaktorer: Nulleffektsreaktorer og <i>critical assemblies</i>	1990	Ja	Nei
<i>Gruver og møller</i>			
Gchine gruve og Bandar Abbas mølle	2009	Nei	Ja (U/Pu)
Saghand gruve og Ardakan mølle	Uvisst	Nei	Ja (U/Pu)

<sup>43</sup> Anlegget ble ferdigstilt i 2005, men har aldri vært satt i drift fordi TRR har for lav fluks til å støtte meningsfull produksjon av isotoper. [269]

<sup>44</sup> Laboratoriet var udeklart i mange år. I IAEAs rapporter refereres det til forsøk gjort der i år 2000 med uranforbindelser som ble importert i 1991. [270]

<sup>45</sup> JHL kan med sine allsidige laboratoriefasiliteter spille en rolle for eksempel i produksjon av uran- eller plutoniummetall, men også til en rekke andre ting.

<sup>46</sup> Iran anslår at oppstart vil bli i 2014, men det er som nevnt i teksten ikke sikkert at de vil klare å produsere de mest sentrale delene i tide.

<sup>47</sup> Anleggene i Arak ble inspisert av IAEA i perioden hvor Iran frivillig implementerte Tilleggsprotokollen. I den forbindelse inspiserte IAEA tungtvannsfabrikken under påskudd av såkalt *komplementær tilgang*. Det betyr i praksis at IAEA under inspeksjon av et deklart anlegg ber om å få inspisere et tilstøtende anlegg, selv om dette ikke er deklart som kjernefysisk. I en tungtvannsfabrikk er det jo ingen kjernefysiske materialer som påkrever sikkerhetskontroll.

mer omfattende vurdering av mulig plutoniumproduksjon i IR-40 ble gitt i 2011 [221]. Plutonium vil også produseres i store mengder i Bushehr kjernekraftverk, men det vil som tidligere nevnt være langt mindre egnet til kjernevåpen enn plutonium fra en tungtvannsreaktor (som forklart i [132]). Vi regner allikevel med det som et mulig alternativ dersom Iran skulle ønske å lage kjernevåpen med alle midler og for enhver pris (inkludert politiske kostnader). [246;262;271-273]

I et uranbasert kjernevåpenprogram vil imidlertid urangruvene, konverteringsanlegget og anrikningsanleggene bli svært sentrale. Her er behovet for en operativ brenselfabrikk ikke til stede. Irans beholdning av yellowcake og naturlig og lavanriktet uranheksafluorid gjør imidlertid at landet ikke er avhengig av operative gruver og konverteringsanlegg for å produsere sine første kjerneladninger. De 371 tonnene med uranheksafluorid som Iran altså hadde produsert per august 2009, vil i prinsippet rekke til rundt ett tonn våpenuran, som vist i Tabell 6.2 i neste avsnitt. Iran trenger derfor foreløpig ingen videre produksjon av uran (yellowcake eller uranheksafluorid) for å kunne produsere et betydelig antall uranbaserte kjernevåpen. [247]

IAEA gjennomfører regelmessig sikkerhetskontroll ved alle operative, deklarererte kjernefysiske anlegg i Iran, som angitt i Tabell 6.1 IAEA har imidlertid ikke tilgang til å inspisere *udeklarererte* anlegg i Iran så lenge landet ikke har implementert Tilleggsprotokollen for sikkerhetskontroll. Frykten er derfor at Iran bedriver kjernevåpenrelaterte aktiviteter i skjulte, udeklarererte anlegg hvor byrået ikke har tilgang.

### 6.5.1 Rekonfigurering av FEP for produksjon av våpenuran

Vi anga i 2009 estimater for mulig framtidig produksjon av våpenuran i det store anrikningsanlegget i Natanz (FEP). Det vil ta årevis å bygge FEP ferdig, og det er rimelig å anta at flere generasjoner av sentrifuger vil være i drift der samtidig. Vurderinger av framtidig kapasitet vil derfor bære preg av en stor grad av vilkårlighet. Den internasjonale motstanden og mottiltakene mot det iranske anrikningsprogrammet gjør det dessuten vanskelig å estimere forventet kvalitativ og kvantitativ framgang, siden Iran har store utfordringer knyttet til å skaffe materialer og utstyr av tilstrekkelig kvalitet og mengder.

Vi ser i dette avsnittet på hvordan Iran kan best benytte dagens anrikningskapasitet i FEP til produksjon av våpenuran i en situasjon *hvor de ikke forsøker å legge skjul på sine hensikter*. Det er nemlig umulig å legge om driften på denne måten uten at IAEA oppdager det. Og dersom IAEA nektes videre inspeksjoner, så vil verdenssamfunnet uansett få en sterk mistanke om at planer om produksjon av våpenuran foreligger. En slik åpen beslutning fra iransk hold vil ventelig medføre et fullstendig brudd med NPT. Scenarioer av denne typen kan derfor kalles *åpne utbruddsscenarioer*.

Som tidligere nevnt var den månedlige produksjonen av 3–4 % LEUF<sub>6</sub> i FEP 229 kg i perioden februar til mai 2012. Det svarer til en årlig anrikningskapasitet på 6700–8100 SWU, hvor vi har antatt en gjennomsnittlig anrikningsgrad på 3,5 % for produktet, og hvor konsentrasjonen av uran-235 i restproduktet er variert mellom 0,3 % og 0,4 %. Med 8818 sentrifuger i drift tilsvarer

det en separasjonsevne på 0,76–0,91 SWU per sentrifuge per år. Det er stadig langt under den forventede verdien på 2–3 SWU per sentrifuge per år. Den samlede separasjonskapasiteten til FEP kan ved rekonfigurasjon av kaskadene omgjøres til en årlig produksjon på ca. 35–47 kg våpenanriktet uran (anriktet til 90 % uran-235 med en restkonsentrasjon i det utarmede uranet på 0,3–0,4 % uran-235, og hvor naturlig uran har vært tilførsel).<sup>48</sup> Dette er tilstrekkelig til to til tre kjernevåpen i året, avhengig av prosessstap og våpendesign. [229]

Tabell 6.2 Mulige måter for anrikning av Irans beholdning av uranheksafluorid til våpenkvalitet (90 %) i et oppsett med fire sammenkoblede kaskadetrinn. Det er gitt tre mulige restproduktkonsentrasjoner etter første trinn. Produktet i ett trinn blir tilførselen til neste trinn. Restproduktet i de tre høyeste trinnene blir gjenbrukt som tilførsel av naturlig uran til det første trinnet.

Tilførsel (UF <sub>6</sub> )		Produkt		Restprodukt	Innsats (SWU)
Mengde (t)	Uran-235 (%)	Mengde (t)	Uran-235 (%)	Uran-235 (%)	
371 + 41 = 412 <sup>49</sup>	0,72	64,9	3,5	0,20	235 000
		54,1		0,30	157 000
		42,5		0,40	103 000
64,9	3,5	9,37	20	0,72	52 300
54,1		7,80			43 500
42,5		6,13			34 200
9,37	20	3,04	60	0,72	15 700
7,80		2,53			13 000
6,13		2,00			10 200
3,04	60	2,02	90	0,72	5580
2,53		1,68			4650
2,00		1,33			3670
<b>Sum produkt:</b>		1,33–2,02 t WGUF <sub>6</sub>		<b>Totalt anrikningsbehov:</b>	
<b>Herav rent uran:</b>		0,896–1,36 t WGU		151 000–309 000 SWU	

Tabell 6.2 illustrerer hvordan Iran i framtiden kan produsere våpenanriktet uran. Her tar vi utgangspunkt i den totale beholdningen av uranheksafluorid per januar 2012 og et fire trinns oppsett med sammenkoblede kaskader av gassentrifuger. Dette konkrete oppsettet figurerte i

<sup>48</sup> Her har vi benyttet en standard anrikningskalkulator basert på massestrømbevaring, og vi har antatt ideelle kaskadekonfigurasjoner uten miksing mellom stegene i kaskaden. Sistnevnte premiss er mindre gyldig for mindre kaskader, hvor det typisk anrikes til høyere nivåer. Få sentrifuger gjør det vanskelig å konstruere ideelle kaskader, og det blir krevende å få en tilbakestrøm fra ett kaskadesteg til å ha samme anrikningsgrad som den øvrige tilførselen til dette steget. Den økte miksing mellom kaskadestegene drar derfor effektiviteten ned. Massestrømmene i de små kaskadene er til gjengjeld mindre, så den totale feilmarginen vil uansett domineres av de større kaskadene brukt til lavere anrikningsnivåer. Den reduserte effektiviteten er ikke forsøkt tallfestet her, men den kan variere betydelig.

<sup>49</sup> Her har vi tatt med det resirkulerte restproduktet fra de tre høyere kaskadetrinnene, som utgjør ca. 11 % av den opprinnelige tilførselen på 371 tonn.

Khan-nettverkets pakketilbud som ble tilbudt Libya, og som var basert på samme type sentrifuger som Iran har installert i anrikingsanlegget i Natanz (IR-1). Dette oppsettet er gjengitt i åpne kilder, og bør således også være kjent for Iran uavhengig av hva Khan-nettverket skaffet dem. Sammenkobling av ulike kaskader gir langt mer økonomisk utnyttelse av urantilførselen enn såkalt "batch recycling," hvor produktet bare gjenbrukes som tilførsel uten direkte gjenbruk av restproduktet. I det aktuelle oppsettet gjenbrukes restproduktet (naturlig uran) fra de tre øverste kaskadetrinnene som tilførsel til det første kaskadetrinnet. På tilsvarende måte har som nevnt Iran koblet sammen to kaskader i PFEP og to ganger to kaskader i FFEP for produksjon av litt under 20 % anrikt uran. [240]

Vi ser at det vil kreve et betydelig anrikingsarbeid å gjøre hele beholdningen av uranheksafluorid om til våpenanrikt uran. For enkelhets skyld antok vi at hele beholdningen besto av naturlig uran, men realiteten er at rundt fem tonn er anrikt til 3–4 % uran-235, og ca. ett tonn av dette er anrikt videre til rundt 20 % uran-235. Dette har kostet omkring 15 000 SWU i separasjonsarbeid som kan trekkes fra det totale anrikingsbehovet. Med en anrikingskapasitet i FEP som i første halvdel i 2012 (6700–8100 SWU/år) rekonfigurert på måten illustrert ovenfor, vil det allikevel ta hele 17–44 år å gjøre Irans uranbeholdning om til våpenuran med dagens anrikingskapasitet. I løpet av så lang tid vil Iran selvsagt ha gode muligheter til å øke anrikingskapasiteten.

Dagens beholdning av uranheksafluorid (naturlig og lavanrikt) kan altså gi opphav til så mye som anslagsvis 900–1400 kg våpenuran. Det er tilstrekkelig til omkring 50–90 kjernevåpen, dersom det benyttes 15–20 kg uran per kjerneladning. Svinn i prosessen trekker estimatet i retning av færre kjernevåpen. Iran vil altså både kunne bygge ut anrikingskapasiteten og produsere mer uranheksafluorid på tiden det tar å gjøre dette. Beregningene er derfor mest relevante i et tilfelle hvor Iran settes ute av stand til å produsere mer uranheksafluorid og installere flere gassentrifuger, for eksempel på grunn av sabotasje eller militære angrep mot konverteringsanlegget i Isfahan og fabrikkene som produserer sentrifugedeler.

### 6.5.2 Videre anrikning av lavanrikt uran til våpenkvalitet

Den dagen Iran eventuelt skulle velge å bryte med NPT og utvikle sine første kjerneladninger, så vil landets vesentlige beholdning med LEUF<sub>6</sub> representere en betydelig snarvei til våpenuran. Per mai 2012 hadde Iran som nevnt produsert anslagsvis 6,2 tonn med uranheksafluorid anrikt til under 5 % i FEP. Rundt 1250 kg av dette har blitt brukt som tilførsel for produksjon av ca. 150 kg av litt under 20 % anrikt uranheksafluorid i PFEP og FFEP. De resterende fem tonnene kan alene gi opphav til 120–140 kg våpenanrikt uran, avhengig av restkonsentrasjonen og hvordan restproduktet eventuelt gjenbrukes.<sup>50</sup> [227] Etter rekonfigurering av kaskadene, hvilket kan ta uker og måneder, vil selve anrikningen kreve 6000–9000 SWU, noe som vil ta fra ca. ni

---

<sup>50</sup> Alexander Glaser (Princeton) har påvist at sammenkobling av ulikt konfigurerte kaskader, som i eksempelet i Tabell 6.2, er den mest effektive måten å produsere våpenuran på når tilførselen er naturlig uran. Det kan imidlertid være raskere og mer effektivt å resirkulere produktet i de samme kaskadene når tilførselen er lavanrikt uran og den kortsiktige målsettingen er raskest mulig produksjon av våpenuran til noen få ladninger. [240]

måneder (8100 SWU/år) til rundt fjorten måneder (6700 SWU/år) å utføre. Iran kan dermed sitte med nok våpenuran til seks til ni kjerneladninger på under to år etter at en beslutning er tatt, dersom vi antar at de bruker 15–20 kg uran per kjerneladning og bruker under et halvt år på å rekonfigurere kaskadene. Uranet er riktignok da bundet i uranheksafluorid, som må reduseres til metall og støpes før det kan brukes i våpen.

I tillegg kommer beholdningen av uran anrikt til rett under 20 % uran-235. I mai 2012 var denne på ca. 150 kg uranheksafluorid (tilsvarende ca. 100 kg rent uran). Det meste av dette er produsert i PFEP. 43 kg er overført til Isfahan for produksjon av brensel til TRR. De resterende drøye 100 kg vil kunne gi et tilskudd på 13–15 kg våpenuran med så lite som 130–270 SWU i separasjonsarbeid, avhengig av konsentrasjonen i restproduktet (her variert mellom 0,3 % og 3,5 %). Det er nok til ett nokså sofistikert implosjonskjernevåpen dersom videre prosessvinn holdes på et minimum. I dette tilfellet vil tiden det tar være svært avhengig av metode (rekonfigurering eller resirkulering) og av tiden det tar for kaskaden(e) å oppnå likevekt. Sistnevnte faktor er av mindre betydning for lengre produksjonsserier. Selve anrikningen videre opp til 90 % vil kunne ta under én måned, avhengig av hvor mange sentrifuger Iran velger å bruke til dette formålet. Ved produktresirkulering må en påregne en likevektstid på typisk ett til to døgn for hver nye kjøring. En kaskaderekonfigurering kan på sin side ta flere uker å gjennomføre og påkrevne noe prøving og feiling for å få kontroll på massestrømmene. I alle tilfeller vil det kun være snakk om få måneder før Iran kan ha skaffet seg nok våpenuran til sitt første kjernevåpen basert på beholdningen av litt under 20 % uran-235.<sup>51</sup> [227;240]

Visse internasjonale eksperter FFI har vært i kontakt med har fryktet at Iran på et tidspunkt vil skaffe seg et påskudd for å produsere høyanrikt uran, for eksempel ved å annonsere ambisjoner om å bygge atomubåter. Atomubåter har gjerne høyanrikt uranbrensel for å kunne ha svært kompakte reaktorkjerner med lang levetid. Den 12. juni 2012 kunngjorde en høytstående iransk marineoffiser at landet var i gang med å utvikle atomdrevne ubåter. Ingen tekniske spesifikasjoner ble gitt, men det vil være svært bekymringsfullt om Iran med henvisning til dette begynner å produsere og lagre for eksempel 60 % eller 90 % anrikt uran. Selv om landet så smått har begynt å produsere platebrensel, som er vanlig i ubåtreaktorer,<sup>52</sup> så vil det ta mange år før Iran eventuelt har utviklet en fartøysreaktor. Kan hende var dette utspillet mest taktikk i forkant av samtaler mellom Iran og Sikkerhetsrådets fem faste medlemmer samt Tyskland (ofte omtalt som P5+1) i Moskva samme måned. En slik utvikling vil i alle fall oppfattes som en betydelig opptrapping av konflikten rundt landets anrikningsaktiviteter. [274]

### 6.5.3 Kun produksjon av våpenuran i Fordow

Anrikningsanlegget i Fordow (FFEP) blir av mange sett på som et reserveanlegg som er nærmest usårbart for luftbårne angrep, i motsetning til PFEP og FEP i Natanz, selv om disse også er beskyttet av omfattende luftvern og i FEPs tilfelle er begravd mange meter under bakken. Det kan derfor være relevant å se på hvilken mulighet FFEP gir Iran til produksjon av våpenuran i en

<sup>51</sup> Det er vanskelig å tallfeste dette mer presist når det er snakk om så små mengder uran.

<sup>52</sup> Årsaken er at det er lettere å kjøle ned brenselplater enn brenselstaver på grunn av den store overflaten i forhold til volumet.



situasjon hvor alle andre anrikningsanlegg er slått ut og Iran ønsker raskest mulig å utvikle en testklar kjerneladning.

Med en separasjonsevne på 0,76–0,91 SWU/år per sentrifuge, som for IR-1-sentrifugene i FEP i perioden februar til mai 2012, vil et fullt utbygd FFEP med 2784 sentrifuger kunne få en total anrikningskapasitet på 2100–2500 SWU/år. Det vil kunne gi Iran evnen til å produsere 11–15 kg våpenuran (90 % uran-235) i året, dersom anlegget mates med naturlig UF<sub>6</sub> og restproduktet varierer mellom 0,3 % og 0,4 % uran-235. Uranimplosjonsvåpen kan trolig bygges med under 15 kg våpenuran. Det betyr at FFEP etter en rekonfigurering av kaskadene vil kunne levere våpenuran til inntil ett kjernevåpen i året, avhengig av hvor mye uran de tillater seg å sløse bort i anrikningsprosessen (det vil si konsentrasjonen av uran-235 i restproduktet), svinn i reduksjon og støp av uran og hvor lite uran de behøver per kjerneladning.

Dersom Iran skulle lykkes i å oppnå nominell separasjonsevne (2,0 SWU/år) og lav feilrate for IR-1-sentrifugene, samt at de mater kaskadene med 3,5 % anriket uran, vil anlegget faktisk kunne produsere over 100 kg våpenuran per år. Det er nok til hele seks kjerneladninger under de samme antakelser som ovenfor. Iran har dessuten som nevnt åpnet for å benytte mer avanserte, og dermed mer effektive, sentrifuger i FFEP. Og dersom Iran skulle benytte uran anriket helt til 19,75 % uran-235, som de altså har økt sin produksjon av, vil det ikke ta mer enn noen få uker å produsere 15 kg våpenuran i et fullt utbygd anlegg selv med den elendige kapasiteten til dagens IR-1-sentrifuger (antatt 3,5 % uran-235 i restproduktet og effektiv rekonfigurering av kaskadene). Til det behøver de ikke stort mer enn 100 kg 19,75 % anriket UF<sub>6</sub>. Generelt gjelder det at ved anrikning opp til våpenkvalitet (90 %) tar det 2/3 av separasjonsarbeidet å anrike fra naturlig til 3–4 %, mens det kreves hele 90 % av det totale separasjonsarbeidet å anrike til rett under 20 %. Disse betraktningene illustrerer den betydelige bekymringen som er forbundet ved at Iran produserer høyere anriket uran enn tidligere.

Eventuelle skjulte anrikningsanlegg kan tenkes å være på størrelse med FFEP og med en tilsvarende anrikningskapasitet. Med en fullstendig skjult, parallell brenselssyklus, så kan Iran i prinsippet produsere våpenuran i det skjulte i slike anlegg. Slike scenarioer kan vi kalle *fordekte spredningsscenarioer*, siden landet da vil kunne utvikle kjernevåpen uten å ha trukket seg fra NPT og IAEAs inspeksjonsregime.

## 6.6 Missilutvikling

I vår rapport fra 2009 [132] beskrev vi Irans flåte av ballistiske missiler, som domineres av Scud-kloner (*Shahab-1* og *Shahab-2*) og videreutviklinger som *Shahab-3* og dens modifiserte varianter. Ballistiske missiler regnes som det klart mest aktuelle leveringsmiddelet for eventuelle framtidige, iranske kjernevåpen. Vi var i rapporten også inne på samhandlingen med det nordkoreanske missilprogrammet, omtalt i delkapittel 4.5. Det er generelt langt mer sprikende informasjon i åpne kilder knyttet til missilteknologi enn til de kjernefysiske anleggene i Iran, så det kan være en utfordring å identifisere de mest troverdige vurderingene. Ofte inneholder flere tilsynelatende autoritative kilder direkte motstridende påstander. Irans eget behov for å bejuble sine teknologiske gjennombrudd bidrar dessuten også til å gjøre bildet mer uklart, da de i enkelte

tilfeller for eksempel kan avduke noe de hevder er et genuint nytt missil, men som i realiteten er nær identisk med et eksisterende missil med et annet navn. [132]

Flere kilder angir den maksimale rekkevidden til ordinære Shahab-3 som 1300 km eller mer, ofte uten å spesifisere vekten til nyttelasten [275-279]. En av de mest autoritative kildene i denne sammenhengen er London-baserte *The International Institute for Strategic Studies* (IISS). De slår i en rapport fra 2010 [134] fast at Shahab-3 kun har en rekkevidde på 800–1000 km med en nyttelast på 760–1100 kg. Denne rapporten blir eksplisitt henvist til i en rapport fra FNs ekspertpanel for vurdering av Irans etterlevelse av Sikkerhetsrådsresolusjon 1929 (2010). [245;280]

Anklagene om militære sider ved Irans kjernefysiske program omfatter påstander om at Iran skal ha forsket på hvordan nyttelastkammeret (nese-partiet) til mellomdistansemissilet Shahab-3 kunne tilpasses for å bære et kjernefysisk stridshode. Som vi skal komme tilbake til nedenfor, og som vi beskrev i 2009, har nettopp Shahab-3 fått et endret, såkalt ”trikonisk” nyttelastkammer. Dersom påstandene er sannferdige, tyder det på at Iran har sett seg ut disse missilene som aktuelle kjernevåpenbærere, og at de geometriske begrensningene til nese-partiet til disse missilene legger føringer for designen av en kjernefysisk ladning. Vi skal i det videre fokusere på de missilene som antas å kunne være relevante som kjernevåpenbærere i Iran. [132]

#### 6.6.1 Mellomdistansemissilene Ghadr og Sejil

I 2009 omtalte vi variantene *Ghadr* (”Ære/Verdighet”) og *Ashoura* (”Den tiende”; sjiamuslimsk helligdag oppkalt etter den tiende dagen i måneden *Muharram*), som missiler basert på Shahab-3, men med fast drivstoff og rekkevidder omkring 2000 km. Iranske tjenestemenn har i ettertid imidlertid omtalt Ghadr som et modifisert Shahab-3 (også kalt *Shahab-3A*, *Shahab-3M*, *Shahab-3E* og *Shahab-4*). Det betyr i så fall at Ghadr også har flytende drivstoff og kun ett trinn. Det hevdes at den økte rekkevidden til Ghadr skyldes en lettere nyttelast og at skroget er av aluminium, i motsetning til stål. Halefinnene til Ghadr er dessuten noe mindre enn Shahab-3s halefinner, noe som også drar totalvekten ned. Rekkevidden er trolig rundt 1600 km med en nyttelast på 750 kg. [134;275;280]

Ashoura er etter alt å dømme identisk med det som siden har blitt omtalt som *Sejil* (”Brent leire” – noen steder kalt *Sajil*). Slike navneendringer er ikke uvanlige i Iran når missiler går fra en utviklingsfase til en testfase. Akkurat som Ghadr, har Sejil også et trikonisk neseparti. Dette står i kontrast til Scud-kloner og ordinære Shahab-3, som har koniske nese-partier. Trikoniske nese-partier skal være mer aerodynamisk stabile enn koniske, og dermed gi bedre rekkevidde og presisjon [280]. *Sejil* skal ha blitt vellykket testet første gang 13. november 2008 (se Figur 6.9) og trolig noen få ganger til i de etterfølgende årene. Missilet skal ifølge Iran være et totrinns ballistisk missil, 17,57 m høyt, 1,25 m i diameter og med en rekkevidde på 2000 km når nyttelasten (konvensjonelt høyeksplosivstridshode) er på 500 kg. Det er tilstrekkelig til å nå deler av det sørøstlige Europa. Estimer som figurerte i vestlige kilder før de iranske dataene om Sejil ble kunngjort, anga en lengre rekkevidde, et lengre skrog og tyngre nyttelast basert på ytre karakteristikk og antakelser om motoren og skrogmaterialet. For eksempel anga IISS i sin

## Iran

rapport en rekkevidde på hele 2200–2400 km med en nyttelast på 750 kg. Det er rimelig å anta at den iranske informasjonen er relativt sannferdig, siden Iran normalt har mer interesse av å overdrive landets evner snarere enn å underdrive dem. [134;275;280-286]

Den viktigste gevinsten ved å satse på fast drivstoff framfor flytende er at klargjøringstiden blir vesentlig kortere. Der man for flytende drivstoff oftest må tanke opp missilet mens det står på avfyringsrampen, noe som kan ta over én time, er missiler med fast drivstoff ferdig tanket fra de er produsert. Det gjør at et angrep kan utføres langt raskere, noe som øker overlevelsen i tilfelle motstanderen forsøker å slå ut missiler under klargjøring gjennom et forkjøpsangrep. I tillegg akselererer missiler med fast drivstoff raskere enn missiler med flytende drivstoff, slik at de blir vanskeligere å slå ut av missilforsvarssystemer som retter seg mot missilers boostfase. Iran er dessuten mindre avhengig av utenlandsk assistanse gjennom egen utvikling og produksjon av faststoffmotorer. Av disse grunnene er det ventet at Iran vil satse mer på produksjon av missiler med fast drivstoff på bekostning av missiler med flytende drivstoff. Irans suksess med testing av missiler med fast drivstoff og flere trinn står i kontrast til Nord-Koreas forsøk på det samme i sitt romprogram. På dette punktet ser det ut til at Iran har kommet noe lengre enn Nord-Korea. Flere eksperter hevder at Iran har gått fra å være en netto mottaker av nordkoreansk missilteknologi til å bli en potensiell tilbyder av egen teknologi til Nord-Korea. [134;279;285]



Figur 6.9 *Sejil klar for oppskytning fra en mobil rampe i november 2008. Legg merke til det "trikoniske" nesepartiet. (Scanpix - AP Photo - Fars News Agency - Vahid Reza Alaei.)*

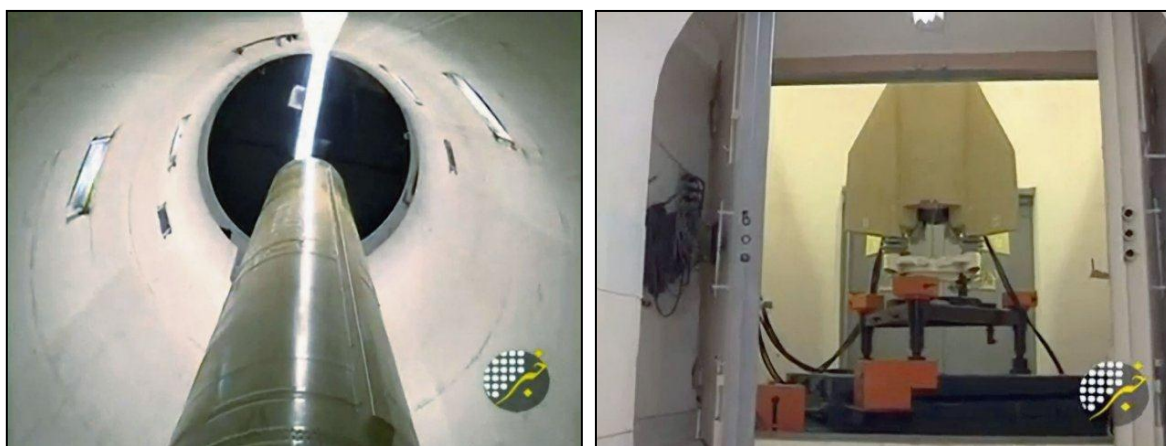
Til tross for at Sejil har omtrent de samme ytre dimensjonene som Shahab-3 og Ghadr, er forskjellene i andre henseender omfattende. Sejil har to trinn i motsetning til ett. Motorteknologien er også vesensforskjellig, siden Sejil benytter fast drivstoff. De store forskjellene gjør at det er rimelig å forvente flere tester av Sejil før disse missilene settes i tjeneste. Samtidig gjør likhetene i skrogets dimensjoner at Sejil trolig kan lagres, fraktes og leveres av det samme systemet som Shahab-3-variantene, muligens med en viss oppjustering av

de mobile rampene (jf. Figur 6.9). Stridshodet ser også ut til å kunne være det samme. Mens Scud-type missiler som Shahab-1 og Shahab-2 har en diameter på 88 cm og en lengde på rundt 11 m, har alle variantene av Shahab-3, Ghadr og Sejvil en diameter på 1,25 m. Shahab-3 og Ghadr har en lengde på rundt 16 m, og Sejvil er altså nesten 18 m langt. [134;275;285]

Det er ikke klart hvor mange ballistiske mellomdistansemissiler Iran har av de ulike typene, men én kilde anslo at Iran hadde mellom 25 og 100 ordinære Shahab-3 i 2006. Dette tallet kan ha vokst betydelig siden den tid, i den grad Iran har valgt å bruke ressurser på dette missilet. Mest sannsynlig har produksjonslinjen til Shahab-3 i stedet blitt brukt til å produsere Ghadr de senere årene. Sejvil behøver som nevnt trolig noen flere tester før det settes i produksjon og etter hvert i tjeneste. Det er rimelig å anta at Iran har et visst antall Sejvil-missiler tilgjengelig for videre tester. [134]

### 6.6.2 Silobaserte missiler

Et nytt trekk i Irans missilstyrkestruktur er satsningen på underjordiske siloer for utplassering og utskytning av missiler. Dette ble annonsert under en stor øvelse som Revolusjongarden avholdt i juni 2011. Etter offisielle bilder (Figur 6.10) å dømme er det i første omgang snakk om siloer til de korttrekkende Shahab-1 eller Shahab-2. Iran viser til behovet for robusthet mot konvensjonelle angrep og muligheten for høyere beredskap sammenliknet med mobile ramper. I en kjernevåpenkonflikt er imidlertid siloer langt mer sårbare mot et forkjøpsangrep enn mobile ramper, siden sistnevntes posisjon kan variere. Byggingen av siloer kan på sikt gi Iran mulighet til å avfyre mer langtrekkende missiler, som gjerne er for store til å fraktes og avfyres fra en mobil rampe. Det er dessuten vanskelig for en motstander å oppdage at et missil i en silo tankes opp i forberedelse til et angrep, i kontrast til missiler som avfyres fra mobile ramper, som kan være utsatt for satellittovervåking og dermed motangrep. Siloer vil derfor være spesielt verdifulle for Irans missiler med flytende drivstoff. [287;288]



Figur 6.10 Bilder av det som trolig er Shahab-1 eller Shahab-2 plassert i en silo. (Fra iransk fjernsyn, gjengitt i [289].)

### 6.6.3 Qiam og BM-25

I august 2010 hevdet Iran å ha testet et nytt ballistisk missil kalt *Qiam* ("Oppstand" (politisk)). Dette har et Scud-basert skrog, altså med en diameter på 88 cm (ukjent lengde), men med et trikonisk stridshode tilsynelatende identisk med stridshodene til Ghadr og Sejvil, bortsett fra en manglende adapterseksjon som for Ghadr og Sejvil er nødvendig for å feste et nyttelastkammer med en diameter på 88 cm til et skrog på 1,25 m i diameter. Qiam mangler dessuten halefinner. Kursjustering foregår med styrefinner i utstrømmingen i boostfasen. Rekkevidden på Qiam skal ifølge Iran være på 800 km med et stridshode på 747 kg. Vestlige kilder hevder at missilet trolig bare har en rekkevidde på 700 km med et 650 kg stridshode. Det er altså ikke et mellomdistansemissil som Shahab-3, Ghadr og Sejvil, men et kortdistansemissil med flytende drivstoff. Den betydelige nyttelasten og valget av det samme stridshodet som Ghadr og Sejvil gjør at vi allikevel nevner det i denne sammenhengen. [282;290]

Vi har tidligere referert til påstander om at Iran skal ha importert det nordkoreanske *BM-25* (beskrevet og omtalt som *Musudan* i avsnitt 4.5.1, men kalt *R-27* i sovjetrussisk betegnelse og *SS-N-6 Serb* i Nato-betegnelse). Dette missilet vil kunne være høyaktuelt som kjernevåpenbærer, men det er aldri blitt vist fram eller testet i Iran. Påstandene om at Iran skal ha mottatt 18 eller 19 sett med deler til BM-25 er gjengitt i en lekket rapport fra det tidligere nevnte ekspertpanelet nedsatt av FNs sikkerhetsråd for å vurdere Irans etterlevelse av sikkerhetsrådsresolusjon 1929 (2010). Det er allikevel på ingen måte klart at Iran faktisk har et program for utvikling av BM-25. Det som derimot virker sikkert, er at det andre trinnet i den iranske bæreraketten *Safir* ("Reise") – som vi kommer tilbake til nedenfor – var utrustet med styremotorer fra BM-25 (se Figur 6.11). Det tyder på at Iran har tilgang til i hvert fall deler av teknologien bak BM-25. Safir benyttet derimot en nordkoreansk No-dong-motor i sitt første trinn, i stedet for den kraftigere hovedmotoren til BM-25. Det peker i retning av at Iran på det tidspunktet faktisk ikke hadde tilgang til hele BM-25 eller hadde problemer med å mestre bruken av hovedmotoren. [134;136;245;280]



Figur 6.11 Turbopumpen til en styremotor til BM-25/R-27. (Bilderettigheter: Novosti Kosmonavtiki. Gjengitt blant annet i [134].)



#### 6.6.4 Iranske romraketter

Irans romprogram markerte store framskritt i februar 2009, da landets første satellitt, *Omid* ("Håp"), ble plassert i bane rundt jorda av en Safir-2 bærerakett. Omids eneste oppgave var å kringkaste sin posisjon. Året før hadde Iran mislyktes i å sende en narresatellitt i lav bane med Safir-1. Etter vesentlige forsinkelser lyktes det Iran å plassere en eksperimentell satellitt til ressursovervåking i bane i juni 2011 med Safir-2. Satellitten, kalt *Rasad-1* ("Observasjon-1"), har ingen spesiell militær relevans i seg selv, men evnen til å utvikle flertrinns bæreraketter og teknologi for separasjon av nyttelast er i høyeste grad relevant for utvikling av langtrekkende, flertrinns ballistiske missiler. Safirs begrensede løfteevne har gjort at Iran har utviklet den langt kraftigere bæreraketten *Simorgh* ("Fønix"). Simorgh anvender fire No-dong-motorer i sitt første trinn (se Figur 6.12). Raketten ble lansert i februar 2010, men en planlagt oppskytning i mars samme år ble utsatt. Iran forventet per februar 2012 ingen oppskytning av Simorgh før i 2013. Da vil den etter planen plassere satellitten *Toloo* ("Soloppgang") i bane rundt jorda. Årsaken til forsinkelsen er ukjent. [134;291;292]

Den iranske romfartssjefen Hamid Fazeli har uttalt at Iran har ambisjoner om å sende et menneske ut i verdensrommet innen 2020. Som forberedelser til dette har iranerne sendt en rekke mindre dyr ut i rommet med bæreraketter kalt *Kavoshgar* ("Utforsker"). Disse skal essensielt være Ghadr-missiler som er tilpasset ikke-militære formål, slik som Safirs første trinn. Sommeren 2011 hadde Iran planer om å sende opp en ape med en slik rakett, men forsinkelser har gjort at dette per februar 2012 ennå ikke har funnet sted. De iranskutviklede bærerakettene viser allikevel at Iran behersker tilpasning av forskjellige raketteknologier til ulike formål. Selv om motorteknologiene de anvender i romprogrammet er av utenlandsk opprinnelse, demonstrerer dette allikevel en selvstendig evne til å integrere disse sammen i større, komplekse systemer. [293]



Figur 6.12 Framvisning av motoren til Simorghs første trinn 3. februar 2010. Motoren består av et cluster av fire No-dong-motorer. (Bilde: Scanpix - AP Photo.)

Den 12. november 2011 var det en gigantisk eksplosjon på en missilbase tilhørende Revolusjonsgarden fire mil vest for Teheran. Internasjonale medier rapporterte at general Hassan Tehrani Moghaddam i Revolusjonsgarden var blant de 17 drepte. Moghaddam ble hevdet å være lederen for det iranske missilprogrammet. Det er ikke klart hva som forårsaket eksplosjonen, men enkelte har sett den i sammenheng med de mange fordekte aksjonene mot Iran de senere årene. Dette har imidlertid iranske myndigheter benektet. Skadeomfanget på basen skal ha vært betydelig med mange totalskadde bygninger. Til nå er det ikke kjent hva som eventuelt gikk tapt av missiler og utstyr, og dermed hvilke konsekvenser eksplosjonen vil få for det iranske missilprogrammet framover. [294]

Iran har altså hatt stor framgang i sitt missil- og romprogram de siste få årene. Landet har utviklet mellomdistansemissiler med både flytende og fast drivstoff, og de har lyktes i å bygge bæreraketter av eksisterende rakettmotortyper. Mellomdistansemissilene Ghadr og Sejil gir Iran mulighet til å ramme hovedmotstanderen Israel fra tilbaketrunkne posisjoner på eget territorium med en nyttelast på rundt 750 kg. De trikoniske nesepartiene til disse missilene krever imidlertid stridshoder som er nokså kompakte, det vil si med en diameter på under 60 cm i det midterste partiet [134;268]. Et sentralt spørsmål er derfor om den påståtte designen til et kompakt uranimplosjonskjernevåpen som skal ha figurert i Khan-nettverket, oppfyller disse kriteriene. Siden disse våpnene var utviklet av Pakistan for deres ballistiske missiler, så er det rimelig å anta at de også vil passe til varianter av Shahab-3 og andre missiler med tilsvarende nyttelastkammer, ikke minst siden det er nært slektskap mellom pakistanske Ghauri-missiler og Shahab-3. [295]

## 6.7 Forhandlingsforsøk

### 6.7.1 TRR-avtalen

Teheran forskningsreaktor (*Tehran Research Reactor* – TRR) er en liten reaktor (5 MW) hvis formål er forskning og produksjon av medisinske isotoper (se Figur 6.13). Reaktoren ble bygd av USA under *Atoms for Peace*-programmet, og gikk kritisk så tidlig som i 1967. Brenselet var den gangen hele 93 % anriktet uran, som er våpenkvalitet. Da reaktoren trengte nytt brensel tidlig på 1990-tallet, nektet USA å selge Iran våpenuran. Det hele endte med at Argentina leverte en helt ny reaktorkjerne med 19,75 % anriktet brensel i 1993. Beholdningen besto da av ca. 116 kg uran, hvorav ca. 30 kg til enhver tid var i bruk i reaktoren. De senere årene har TRR vært i redusert drift på grunn av at brenselet har vært nær utbrent. Fluksen har dermed ikke vært høy nok til produksjon av molybden-99, som er den klart viktigste medisinske isotopen. [296]

I oktober 2009 gikk Iran med på å eksportere 1200 kilo LEUF<sub>6</sub> til Russland for videre anrikning opp til 19,75 %, og deretter til Frankrike for omdannelse til 120 kg uranbrensel til TRR. Frankrike og Argentina er de eneste landene som antas å kunne produsere det spesielle platebrenselet til TRR. Platene består av anriktet uran som er rekonvertert til yellowcake (U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>). Brenselet ville i henhold til avtalen bli eksportert tilbake til Iran innen ett år for bruk i TRR. Hensikten med den såkalte ”TRR-avtalen,” som ble lagt fram av IAEA, var å forhindre lagring av store mengder LEUF<sub>6</sub> på iransk territorium, samt bidra til å skape et klima for videre forhandlinger med iranske myndigheter [297]. LEUF<sub>6</sub> representerer som tidligere nevnt en



snarvei til anrikning til våpenkvalitet. Omgjøring av størsteparten (ca. 75 % på det aktuelle tidspunktet) av Irans beholdning av LEUF<sub>6</sub> ville slik sett medføre en utsettelse av Irans mulighet til hurtig produksjon av sin første testklare kjerneladning. TRR-avtalen ble framforhandlet utenfor Genève av Iran og Sikkerhetsrådets fem faste medlemmer samt Tyskland (P5+1), med IAEA som tilrettelegger. [298]



*Figur 6.13 Bildet viser reaktorhallen og pipen til Teheran forskningsreaktor (TRR). Hovedkvarteret til Irans atomenergiorganisasjon ligger i det samme området. (Bilde: Scanpix - AP Photo - Vahid Salemi.)*

TRR-avtalen ble sett på mer som et tillitsbyggende og spenningsreducerende tiltak snarere enn en omfattende løsning på alle bekymringene knyttet til Irans atomprogram. President Ahmadinejad skal ha vært overveiende positiv til avtalen, men forslaget strandet grunnet intern politisk uenighet i Iran. I den aktuelle perioden var det stor politisk uro i Iran i kjølvannet av det omstridte valget samme vår, og Ahmadinejad hadde få muligheter til å selge inn en spenningsreducerende avtale på hjemmebane. Ikke bare ble avtaleforslaget kritisert av øverste leder, Ayatollah Ali Khamenei, men også av mer moderate politikere i parlamentet [299;300]. Et av de viktigste ankepunktene fra iransk side var kravet om at utvekslingen av LEUF<sub>6</sub> mot ferdig brensel skulle skje på fremmed jord, samt at de måtte vente et år med å få brensel tilbake igjen. Det ville gjøre at det iranske uranet på et vis ble holdt som gissel hos stormaktene. FNs sikkerhetsråd uttrykte i resolusjon 1929, artikkel 34, skuffelse over at Iran ikke ga noen positiv respons på forslaget som ville ha bygget tillit mellom forhandlingspartene. I samme resolusjon berømmet Sikkerhetsrådet IAEAs forslag til TRR-avtale. [245;298]

Da forslaget om en TRR-avtale ble fremmet i oktober 2009, utgjorde 1200 kg ca. 70 % av Irans beholdning av LEUF<sub>6</sub> (1763 kg ved utgangen av oktober 2009 [301]). Iran ville da sittet igjen med ca. 560 kg, som er mindre enn det landet ville trenge for å utvikle ett kjernevåpen. I perioden etter oktober 2009 har imidlertid Iran produsert betydelig mer lavanrikt uran. Iran besatt som tidligere nevnt ca. fem tonn LEUF<sub>6</sub> under 5 % uran-235 og ca. 150 kg LEUF<sub>6</sub>

## Iran

under 20 % uran-235 per mai 2012, som i innhold av uran-235 er ca. tre og en halv ganger så mye som landet hadde i 2009. I februar 2010 startet Iran dessuten å anrike opp til 19,75 % uran-235 i PFEP, og fra desember 2011 i FFEP, med det uttrykte formålet å produsere sitt eget brensel til TRR. Iran hadde i perioden februar til mai 2012 en månedlig produksjon på 4,6 kg og 7,65 kg 19,75 % anriket uranheksafluorid i henholdsvis PFEP og FFEP. Totalt hadde Iran produsert anslagsvis 145,6 kg per mai 2012, hvilket tilsvarer ca. 98,1 kg ren uran av samme anrikingsgrad. Det er derfor bekymringsfullt om Iran fortsetter å øke denne beholdningen i stedet for fortløpende å omgjøre dette uranet til brensel. Iran har imidlertid gjort visse framskritt mot å kunne produsere brensel til TRR selv, noe vi kommer tilbake til i slutten av dette avsnittet. [227;246]

Beholdningen på 98,1 kg uran anriket til ca. 19,75 % inneholder ca. 19,4 kg ren uran-235. I en reaktor forbrukes 1,25 g uran-235 per termisk megawattdag ( $MW_t$ d) [296]. Med en relativ utbrenningsgrad på 50 % vil Iran kunne produsere nok brensel til ca. 7760  $MW_t$ d, tilsvarende drøye 1550 dager ved full effekt (5  $MW_t$ ). Normalt er imidlertid en forskningsreaktor ikke i bruk mer enn 50–70 % av tiden. Det betyr at Iran med sin beholdning per mai 2012 kan lage brensel nok til seks til åtte års normal drift av TRR ved full effekt. Ved utgangen av 2012 vil Iran ha nok brensel til ti til tolv års drift under de samme forutsetningene og med konstant produksjonsrate. Da nærmer reaktoren seg 60-årsjubileum for første oppstart.

I mai 2010 valgte Tyrkia og Brasil å gå i forhandlinger med Iran om en revidert utgave av TRR-avtalen [302]. Erklæringen som partene signerte 17. mai 2010 fikk imidlertid ikke den nødvendige støtten blant P5+1. Hovedårsaken var at erklæringen inneholdt en eksplisitt stadfestelse av Irans rett til å anrike uran, noe som var i strid med Sikkerhetsrådets resolusjoner. Det kunne dermed tolkes som en undergraving av Sikkerhetsrådets autoritet. Dessuten var tidsvinduet for avtalens relevans begynt å lukke seg siden Irans anrikede uranbeholdning var stadig økende. En likeverdig utveksling av uran ville dermed i større og større grad medføre uforholdsmessig mye ferskt brensel til en aldrende TRR, som allerede nærmet seg grensen for forsvarlig levetid. Dessuten hadde Iran i mellomtiden gjort det til et prestisjeprojekt å produsere sitt eget brensel til TRR, selv om de fleste regnet med at det ville ta tid å gjennomføre. Disse utfordringene ble understreket da forhandlingene mellom P5+1 og Iran startet opp igjen i Istanbul i januar 2011. Da var TRR-avtalen fremdeles på dagsordenen, men denne gangen ble det foreslått at Iran skulle eksportere hele 2800 kilo uran med 3,5–5,0 % uran-235 og 40 kg med litt under 20 % anrikning. Iran var som forventet ikke interessert å eksportere så store uranmengder, spesielt siden de på det tidspunktet hadde bevist at de var i stand til å holde en jevn produksjon av rett under 20 % uran-235 i PFEP. Etter to dager med forhandlinger i Istanbul klarte ikke partene å oppnå enighet om en avtale. [303]

Selv om Iran har anriket til litt under 20 % uran-235 siden februar 2010, begynte de ikke å installere prosessutstyr for produksjon av det spesielle platebrenselet til TRR i brenselfabrikken i Isfahan før i oktober 2011. I august 2011 erklærte AEOI-direktør Fereydoun Abbasi-Davani at TRR-avtalen var død. Han understreket at Iran vil fortsette å anrike opp til 20 %, og at Iran aldri vil akseptere et løsningsforslag som innebærer at landet må eksportere anriket uran til utlandet for omdannelse til brensel der. I februar 2012 viste iransk fjernsyn hvordan Irans første

egenproduserte brenselement til TRR ble ført inn i reaktortanken. Elementet må testbestråles over noe tid før det kan regnes som trygt å bruke i TRR. Det er derfor ikke plassert i selve reaktorkjernen, men sammen med det bestrålte brenselet som er tatt ut av kjernen.

[246;256;304;305]

### 6.7.2 Heinonens forslag

Tidligere visegeneraldirektør for sikkerhetskontroll i IAEA, Olli Heinonen, presenterte i januar 2011 et løsningsforslag som innebar nedleggelse av TRR mot at tungtvannsreaktoren i Arak (IR-40) ble omgjort til en mer moderne reaktor drevet av LEU-brensel [303]. Denne ideen er konkretisert i en masteroppgave utført ved FFI [221] og i en vitenskapelig artikkel som bygger på denne masteroppgaven [222]. TRR ble som nevnt satt i drift så tidlig som i 1967 og er dessuten plassert i et tett befolket og jordskjelvutsatt område. Dette skaper bekymringer knyttet til trygghet. Byggingen av IR-40 har blitt rettferdiggjort med utilstrekkeligheten til TRR med hensyn til isotopproduksjon. En tungtvannsreaktor drevet av naturlig uranbrensel er, i kontrast til TRR, særdeles velegnet til produksjon av våpenplutonium og derfor av bekymring for verdenssamfunnet. Dersom tungtvannsreaktoren i Arak konverteres til å drives av LEU-brensel, vil reaktoren bli bedre egnet til sitt angivelige formål, nemlig produksjon av medisinske isotoper og forskning, samtidig som den blir mindre egnet til produksjon av våpenplutonium. I tillegg til IR-40 har Iran uttrykt ambisjoner om å bygge nok en forskningsreaktor av uspesifisert type og på uspesifisert sted i nær framtid. [303]

Heinonen tok i sitt forslag ikke stilling til om en konvertert IR-40 fortsatt skulle modereres av tungtvann, eller om den burde gjøres ytterligere om og modereres og kjøles av lett vann. Som det argumenteres med i den nevnte masteroppgaven [221], så skal det mye til for at Iran legger ned sin kostbare og prestisjefylte tungtvannsfabrikk, samlokalisert med reaktoren. En ombygging i en sen byggefase vil dessuten være mye enklere dersom en kan beholde moderator- og kjølekretsene slik de er under bygging i dag. Ikke-spredningsulempen med fortsatt tungtvannsmoderering er at Iran relativt enkelt vil kunne rekonvertere til naturlig uranbrensel igjen, dersom landet en dag velger å trekke seg fra NPT og kaste IAEAs inspektører ut. Irans sikkerhetskontrollavtale med IAEA gjør det umulig for Iran å produsere våpenplutonium i IR-40 uten at det raskt oppdages av IAEA-inspektørene, uansett hva slags brensel reaktoren benytter. FFIs konkretisering av Heinonens forslag viser at det er relativt få og overkommelige endringer som skal til for å bygge om reaktoren til å benytte LEU-brensel.

Heinonens forslag omfatter ingen løsning på utfordringen knyttet til at Iran nekter å bøye seg for Sikkerhetsrådets krav om å stanse sine anrikningsaktiviteter. Forslaget tjener i så måte mer som et tillitskapende tiltak enn et reelt løsningsforslag, i likhet med TRR-avtalen. I FFIs konkretisering av Heinonens forslag er det derimot inkludert en idé om å knytte Irans anrikningsaktiviteter opp mot brenselbehovet til IR-40. Anrikningskapasiteten forbundet med dette brenselbehovet var av tilsvarende størrelsesorden som Irans totale anrikningskapasitet på tidspunktet for forslaget (avhengig av eksakt valg av brenselets anrikningsgrad og reaktorens ”oppetid”), og kunne av den grunn fungert som et naturlig tak i en eventuell framforhandlet løsning med begrenset anrikning på iransk jord. [221]

### 6.7.3 Lavrovs forslag til veikart

Sommeren 2011 sirkulerte Russland, ved utenriksminister Sergej V. Lavrov, et to siders notat til resten av P5+1 og Iran med et forslag til veikart for framgang i forhandlingene om Irans atomprogram. Selve notatet er ikke offentliggjort, men Lavrov gjenga hovedmomentene under en pressekonferanse i Washington 14. juli 2011. Veikartet skulle medføre en gradvis nedtrapping av spenningene mellom Iran og verdenssamfunnet gjennom stegvise innrømmelser på begge sider. For hver innrømmelse Iran gjorde, skulle verdenssamfunnet (i praksis P5+1) svare ved for eksempel å begrense omfanget av vedtatte sanksjoner. Målet var til slutt å komme til bunns i de mest presserende og sensitive spørsmålene knyttet til Irans kjernefysiske nåtid og fortid. Dersom dette lot seg gjøre, ville det være opp til IAEA-styret å ”friskmelde” det iranske atomprogrammet gjennom å erklære at det da hadde en fredelig innretning. Deretter ville verdenssamfunnet akseptere et iransk anrikningsprogram av noe begrenset omfang. Kritiske røster hevdet at så lenge Vesten forblir overbevist om eksistensen av våpenrelatert forskning i Iran, så vil det være utenkelig å la IAEA-styret trekke en konklusjon om fredelige formål. De vestlige maktene i P5+1 uttrykte som ventet skepsis til Lavrovs forslag, uten å stille seg fullstendig avvisende. [306;307]

De foreslåtte, langsiktige kravene til Iran skal ha vært at landet begrenset omfanget av, snarere enn suspenderte, sitt anrikningsprogram, samt at det ga IAEA tilgang til anlegg, personer og informasjon tilstrekkelig til å kunne trekke en konklusjon om fredelige hensikter. Det siste punktet betyr i praksis en implementering av Tilleggsprotokollen, siden IAEA ved utallige anledninger har slått fast at implementering av denne er nødvendig for å kunne verifisere *det totale omfanget* av en stats kjernefysiske program. Verifikasjonsstandarden som den vanlige inspeksjonsavtalen (Comprehensive Safeguards Agreement) representerer, regnes kun som tilstrekkelig til å verifisere at spaltbare materialer ikke er avledet fra deklarererte anlegg. IAEA gis ingen mulighet til å undersøke om det finnes udeklarererte anlegg. Iran vil neppe akseptere implementering av Tilleggsprotokollen dersom landet har pågående, militære, kjernefysiske aktiviteter. Den iranske utenriksministeren, Ali Akbar Salehi, skal dessuten ha krevd at IAEA legger hele ”PMD-saken” død for at Iran skal utvide sitt samarbeid med IAEA. Med den vekt IAEA har lagt på PMD i sine sikkerhetskontrollrapporter, så er det vanskelig å se for seg at de er villige til å slutte å stille spørsmål om selv de rent fortidige, angivelige aktivitetene dette inkluderer. [306]

## 6.8 utfordringer for det iranske atomprogrammet

Store deler av verdenssamfunnet ser på de iranske atombestrebelsene som en fare for stabiliteten i Midtøsten og for det internasjonale ikke-spredningsregimet. Mange stater forfølger av den grunn flere strategier for å forsøke å stanse spesielt Irans anrikningsprogram. Internasjonale og unilaterale sanksjoner har ført til ytterligere isolasjon og økonomiske vansker for et Iran som fra før har slitt med høy arbeidsledighet og inflasjon. Misnøyen har etter hvert blitt svært stor i den iranske befolkningen, som langt på vei opplever at de betaler prisen for lederskapets prestisjeprosjekt.

### 6.8.1 Sanksjoner

Sikkerhetsrådet har vedtatt seks resolusjoner mot Iran (1696, 1737, 1747, 1803, 1835 og 1929), hvorav fire har innbefattet stadig strengere sanksjoner. Den foreløpig siste runden med sanksjoner var inkludert i Sikkerhetsrådsresolusjon 1929, som ble vedtatt den 9. juni 2010 [245]. I kjølvannet av resolusjon 1929 valgte EU å implementere egne sanksjoner utover Sikkerhetsrådets. EU-sanksjonene har spesielt rammet energisektoren i Iran. Sanksjonene har imidlertid ikke stanset Irans anrikningsaktiviteter eller brakt Iran til forhandlingsbordet. Russland har gradvis blitt mer positive til strengere sanksjoner mot Iran etter avsløringen av FFEP og etter at myndighetene i Teheran avsto forslaget om en TRR-avtale. Under forhandlingene i Istanbul i januar 2011 foreslo imidlertid Russlands utenriksminister Lavrov å oppheve sanksjonene mot Iran midlertidig som en del av forhandlingene [308]. Kina har hele veien vært svært tilbakeholden med å godta ytterligere sanksjoner mot sin viktige handelspartner.

Alle resolusjonene vedtatt av Sikkerhetsrådet inneholder krav om stans i alle anriknings- og tungtvannsrelaterte aktiviteter, fullt samarbeid med IAEA for å komme til bunns i utestående spørsmål, samt en oppfordring om at Iran må implementere Tilleggsprotokollen. Sanksjonene innført av de samme resolusjonene består blant annet av:

- Reiseforbud for en rekke navngitte forskere og lederfigurer knyttet til Revolusjongarden og en rekke andre organisasjoner med koblinger til atomprogrammet.
- Forbud mot iranske investeringer i andre lands uranindustri.
- Forbud mot eksport av sensitiv kjernefysisk teknologi. Forbudet gjaldt opprinnelig et utvalg fra varelistene til *Nuclear Suppliers Group* (NSG), men er utvidet til å omfatte alt på disse listene (sist oppdatert i [309;310]).
- Forbud mot eksport av tunge, konvensjonelle våpensystemer og missiler til Iran.
- Forbud mot ytterligere testing av kjernevåpenanvendelige ballistiske missiler i Iran.
- Krav om å beslaglegge all finanskapital som spesifiserte iranske banker og andre selskaper, enkeltpersoner og hele Revolusjongarden måtte ha i utlandet.
- Krav om inspeksjoner av iranske handelsfartøy dersom det foreligger rimelig grunn til mistanke om at disse frakter utstyr relatert til kjernefysiske aktiviteter eller ballistiske missiler.

Når det snakkes om nye sanksjoner fra Sikkerhetsrådet, har Iran en tendens til å antyde forhandlingsvilje. Dette bidrar til å splitte P5 og således forsinke vedtak om nye sanksjoner. Hvorvidt dette bare er ren taktikk fra iransk side er vanskelig å slå fast. Det kan også være et tegn på at landet rett og slett nærmer seg en smertegrense for sanksjoner. Høsten 2011 vurderte enkelte observatører det som mulig at IAEA enten ville erklære Iran i brudd på sine sikkerhetskontrollforpliktelser (igjen), eller gi sin vurdering av sannhetsgehalten i de angivelige militære sidene ved det iranske atomprogrammet, slik at IAEA-styret på nytt kunne henvise saken til Sikkerhetsrådet. Til tross for en historisk krass og konkret sikkerhetskontrollrapport i november 2011, ble det ingen ny runde i Sikkerhetsrådet. Ved utgangen av 2012 så det heller ikke ut til at en ny resolusjon var på trappene med det første. [246;311]

## Iran

Iran har hele tiden bestridt lovligheten av IAEAs henvisning til Sikkerhetsrådet og alle resolusjonene vedtatt av IAEA-styret og Sikkerhetsrådet som pålegger Iran å stanse med brenselssyklusaktiviteter. En grundig oversikt over Irans argumentasjon knyttet til disse spørsmålene finnes i flere såkalte ”forklarende notater” sendt til IAEA-sekretariatet fra Irans faste utsending til IAEA, Ali Asghar Soltanieh, i forbindelse med de regelmessige sikkerhetskontrollrapportene fra generaldirektøren til IAEA-styret. [312]

I januar 2012 vedtok USA og EU ytterligere sanksjoner, som kom i tillegg til sanksjonene vedtatt gjennom Sikkerhetsrådets resolusjoner. USA forbød med dette all handel med den iranske sentralbanken og den iranske oljebransjen. Like etterpå formulerte sanksjonskomiteen i Senatet et lovforslag om å nekte iranske banker tilgang til *Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication* (SWIFT) og sendte dette til Senatet 2. februar 2012. Det er for tiden uklart i hvilken grad belgiabaserte SWIFT vil rette seg etter dette pålegget, men konsekvensene for det iranske bankvesenet vil ventelig bli svært alvorlige. EUs nye sanksjoner omfattet også et forbud mot import av iransk olje, samt konfiskering av den iranske sentralbankens midler i europeiske banker. EUs og USAs oljeimportforbud ble vedtatt gradvis innført, slik at markedet skulle rekke å tilpasse seg og prisene holdes under noenlunde kontroll. [313-315]

### 6.8.2 Dataormen Stuxnet

I november 2010 ble det kjent at Iran var rammet av dataormen *Stuxnet*. Stuxnet ble trolig spredt via minnepinner som kobles til datamaskiners USB-inngang. Ifølge Microsoft har Stuxnet infisert 45 000 datamaskiner globalt, hvorav omkring 60 % befant seg i Iran [316]. Både kjernekraftverket i Bushehr og anrikningssenteret i Natanz ble rammet av denne ormen. Representanter fra Rosatom, Russlands statlige atomenergiorganisasjon, har imidlertid avvist at Stuxnet utgjorde en vesentlig trussel for reaktoren i Bushehr. Ormens virkemåte var heller ikke rettet mot kjernereaktorer, men mot anrikningssentrifuger. [317]

Det har blitt spekulert i om USA eller Israel, eller begge land i samarbeid, kan ha utviklet ormen for deretter å infisere titusener av datamaskiner i Irans kjernefysiske anlegg. Det har også blitt spekulert i om Israel har testet Stuxnet på gamle libyske sentrifuger som har tilsvarende design som Irans sentrifuger i Natanz. Verken USA eller Israel har erkjent å ha utviklet eller spredt dataormen. Det skal for øvrig ha blitt identifisert visse gammeltestamentlige referanser i kildekoden til Stuxnet. [317-319]

I hvilken grad Irans atomprogram ble satt tilbake av Stuxnet er omdiskutert. Det antas imidlertid at omkring en femdel av Irans operative sentrifuger for urananrikning har blitt satt ut av drift som følge av Stuxnet. Ormen angrep ved å øke hastigheten på de spinnende sentrifugene i Natanz til over maksimalhastigheten, før hastigheten ble kraftig redusert til nesten null og så tilbake igjen til normal hastighet. Samtidig skal ormen ha forfalsket signaler til kontrollrommet slik at det så ut som om alt var under normal drift. Iranske myndigheter har erkjent at Stuxnet har infisert datamaskiner i Iran. Iran har imidlertid avvist at ormen har hatt vesentlige negative følger for landets teknologiske utvikling. Irans benektelse hva gjelder virkningen av Stuxnet kan være et tegn på at landet ikke ønsket å fremstå som svekket etter angrepet. De fleste ser imidlertid en

stagnasjon og midlertidig nedgang i anrikningskapasiteten i Natanz i perioden 2009–2010 i sammenheng med Stuxnets herjinger. Enkelte har hevdet at så mange som tusen IR-1-sentrifuger skal ha blitt ødelagt som en direkte følge av Stuxnet, men dette er vanskelig å bekrefte. Iran har uansett gjenoppbygd denne kapasiteten i ettertid. [229;318;320;321]

I 2011 hevdet Iran å ha blitt angrepet av ytterligere to avanserte datavirus, kalt *Stars* og *Duqu*, og at de var i gang med å bekjempe disse. Programvareprodusenten *Symantec* slo fast at *Duqu* var beslektet med Stuxnet da de annonserte at de hadde oppdaget det i oktober 2011. Det er foreløpig ikke klart om disse påståtte angrepene har hatt noen konsekvenser for Irans kjernefysiske bestrebelser. [322]

### 6.8.3 Attentater

AEOIs direktør og visepresident i Iran, Fereydoun Abbasi-Davani, ble skadet i et bilbombeattentat i november 2010. Samme dag ble Majid Shariari, en annen sentral forsker tilknyttet Irans atomprogram, drept i et tilsvarende angrep. Abbasi-Davani er navngitt i Sikkerhetsrådsresolusjon 1737 med begrunnelse i hans påståtte rolle i de angivelige studiene av kjernevåpenutvikling, ledet av Mohsen Fakrizadeh. Abbasi-Davani er blant annet tilknyttet Revolusjonsgarden og Physics Research Center i Lavizan-Shian, samt sistnevntes antatte etterfølger, *Institute of Applied Physics (IAP)* (se delkapittel 6.4). IAP skal på et tidspunkt ha vært involvert i utviklingen av en nøytronkilde for implosjonskjernevåpen. Hele fem iranske vitenskapsmenn med en eller annen antatt kobling til atomprogrammet har per januar 2012 blitt drept av ukjente gjerningspersoner. Iranske representanter har gjort et poeng ut av at navngivingen av enkeltpersoner i sikkerhetsrådsresolusjonene mot Iran fungerer som en dødsliste for utenlandske hemmelige tjenester. De skylder på israelske Mossad, amerikanske CIA og britiske MI6 for attentatene mot de iranske forskerne. Enkelte av de drepte var ikke navngitt i sikkerhetsrådsresolusjonene. [249;294;323]

Det er uklart hvilken virkning disse attentatene har på Iran. De mest sentrale personene blir trolig godt bevoktet. Drap på enkeltpersoner vil neppe i seg selv bremse utviklingen i nevneverdig grad, men det kan tenkes at det virker demotiverende og avskrekkende på unge, talentfulle forskere som vurderer å bidra til Irans kjernefysiske utvikling, og at det således har en langsiktig negativ virkning.

### 6.8.4 Interne utfordringer

En bølge av demonstrasjoner og protester preget Iran etter det omstridte gjenvalget av president Mahmoud Ahmadinejad i juni 2009. Tusenvis av aktivister som støttet de to opposisjonslederne Mir Hossein Mousavi og Mehdi Karroubi ble arrestert i Teheran i forbindelse med demonstrasjoner utløst av anklager om valgfusk samt et forsøk på å få valget annullert. Demonstrasjonene blusset opp igjen i februar 2011 da Mousavi og Karroubi oppfordret befolkningen til å ta til gatene i Teheran for å vise sin støtte til frihetskjemperne i Egypt og Tunisia i forbindelse med protestene i disse landene i det som senere ble omtalt som ”Den arabiske våren.” Det iranske regimet slo hardt ned på enhver opposisjonell sammenkomst. Mousavi og Karroubi skal angivelig ha blitt satt i husarrest i februar 2011. Det er også kjent at

konservative krefter i det iranske parlamentet har krevd henrettelse av de to lederne grunnet deres påståtte amerikansk- og sionismevennlige handlinger. [324]

Ahmadinejads autoritet har blitt vesentlig svekket i kjølvannet av uroen i landet. Han nyter stadig mindre støtte fra ulike politiske fraksjoner, og han har gjentatte ganger tapt ansikt i disputer med Irans øverste leder, Ayatollah Ali Khamenei. Vinteren 2011/2012 innførte EU og USA ytterligere sanksjoner mot Iran, og lyktes dessuten å overbevise en rekke innflytelsesrike asiatiske stater om å redusere sin import av iransk olje i betydelig grad. EUs sanksjoner mot den iranske petroleumssektoren vil ramme den iranske økonomien enda hardere. Vestens håp er at Teheran snart vil komme til et punkt hvor styresmaktene vurderer at det omstridte atomprosjektet ikke lenger er verdt den stadig høyere prisen landet må betale. Spørsmålet er da i hvilken grad de iranske lederne på tross av dette lykkes i å mobilisere befolkningen til å støtte atomprogrammet, nettopp fordi dette vitner om det iranske folks mot til å stå imot et i deres øyne urettferdig utenlandsk press.

### 6.9 Oppsummering og kommentarer

Vi har drøftet utviklingen av det iranske atomprosjektet siden 2009, og sett på hvilke muligheter Iran har til å produsere kjernevåpen med det teknologiske og industrielle grunnlaget landet har per mai 2012. Iran har videreutviklet sin urananrikningskapasitet i strid med Sikkerhetsrådets krav om stans. Kapasiteten har imidlertid hatt en begrenset vekst de siste årene, og det er uvisst hvilken evne Iran har til å masseprodusere og sette i drift mer effektive sentrifuger, ikke minst gitt de betydelige utfordringene landet har med å skaffe seg nødvendige materialer og utstyr fra utlandet.

Dersom Iran vil forsøke å produsere våpenuran i det skjulte, antas det at dette vil skje helt utenfor de anleggene som er underlagt IAEAs sikkerhetskontroll. Det er fordi det vil være nærmest umulig for Iran å stikke til side signifikante mengder med uran fra kjente anlegg uten at IAEA oppdager det. Det vil også raskt oppdages dersom Iran plutselig øker anrikningsgraden vesentlig i sine anrikningsanlegg. Hovedutfordringen er derfor eventuelle skjulte og udeklarte anlegg hvor det ikke er implementert sikkerhetskontroll. At IAEA blir nektet informasjon om beliggenheten til de ti nye anleggene for urananrikning som Iran tidligere har hevdet at de planlegger å bygge, gir betydelig grunn til bekymring. Det fryktes at Iran kan benytte skjulte anrikningsanlegg i en fordekt produksjonslinje for våpenuran. Dersom Iran implementerer Tilleggsprotokollen, vil IAEA få tilgang til udeklarte anlegg i Iran, i den grad inspektørene vet hvor de skal lete. Det er derfor av stor viktighet for ikke-spredningsregimet at Iran aksepterer og implementerer Tilleggsprotokollen.

Irans beholdning av lavanriket uran vil kunne danne grunnlaget for produksjon av nok våpenuran til sju til ti kjerneledninger i løpet av mindre enn to år, dersom det anrikes videre i de eksisterende anrikningsanleggene. Anrikningskapasiteten per mai 2012 er tilstrekkelig til å tilføre nok våpenuran til to til tre nye kjerneledninger per år etter dette. Plutoniumproduksjon ligger flere år fram i tid, dersom Iran skulle ønske å realisere den muligheten. Det vil i så fall kreve at landet



bygger et reprosesseringsanlegg med en kapasitet på noen tonn brensel per år, noe Iran til nå ikke har erklært noen ambisjon om.

Dersom påstandene om militære dimensjoner har en viss forankring i virkeligheten, så har Iran etter alt å dømme kommet langt i å avdekke de fleste teknologiske utfordringene forbundet med design av kjernefysiske stridshoder tilpasset ballistiske missiler av typene Ghadr og Sejil. Terskelen for å utvikle kjernevåpen domineres derfor trolig av mangelen på våpenanvendelige materialer. Parallelt med produksjon av tilstrekkelige mengder våpenanvendelige materialer vil Iran for øvrig ha tid til å gjøre ytterligere framskritt i rent våpendesignmessige forhold, dersom det stadig gjenstår uløste problemer i så måte.

Iranske myndigheter fortsetter imidlertid å benekte at de ønsker å utvikle kjernevåpen, og det er ingenting som tyder på at det er gitt en ordre om å produsere uran eller plutonium av våpenkvalitet. De iranske kjernefysiske anstrengelsene må derfor fortsatt betegnes som et *latent* kjernevåpenprogram, snarere enn et *operativt* kjernevåpenprogram. Til tross for alle hindringene Iran har møtt de siste årene, er det riktig å hevde at landets kjernevåpenopsjon er mer håndgripelig enn noen gang før. Det sentrale spørsmålet blir da hva slags endring i trusselbildet eller konkrete politiske eller militære provokasjoner som skal til for at Iran skal vurdere det som formålstjenlig å bryte ut av NPT og utvikle kjernevåpen.

## 7 Syria

### 7.1 Bakgrunn

Syria har i alle år vært et land med svært begrensede kjerneteknologiske aktiviteter. I den grad man har fryktet at Syria skulle ha interesse for kjernevåpen, har man uansett ikke ansett landet for å ha hatt det nødvendige vitenskapelige, teknologiske og industrielle utgangspunktet til å etablere et selvstendig kjernevåpenprogram. Samtidig har landets nære kontakt med stater som figurerer høyt på den kjernefysiske radaren gitt grunn til å holde et ekstra øye med hva Damaskus har foretatt seg også innen det nukleære området. Spesielt gjelder det landets import av missiler og missilteknologi fra Nord-Korea og Iran, samt de tette politiske båndene til disse landene.

Inntil 2007 var det i åpne kilder ingen konkrete holdepunkter for å hevde at Syria hadde et aktivt kjernevåpenprogram. Landet hadde kun én liten forskningsreaktor med tilhørende laboratorier og ingen kjent satsning på brenselssyklus-teknologi. Som vi skal se snudde dette bildet seg betraktelig etter høsten 2007.<sup>53</sup>

### 7.2 En mystisk boks i ørkenen

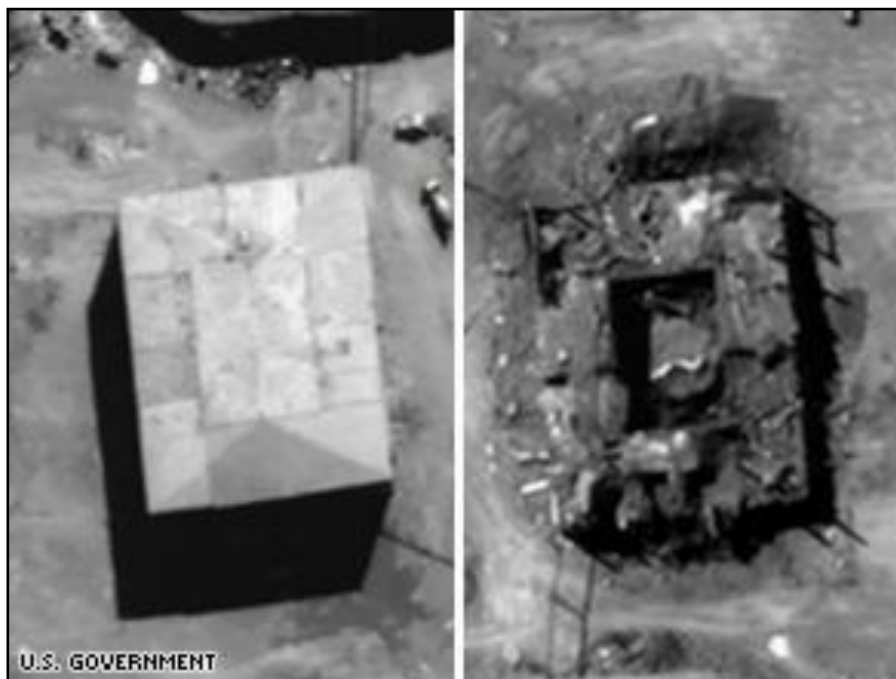
Rett etter midnatt natt til 6. august 2007 angrep sju israelske F-15 kampfly et ukjent mål i en øde del av Dair Alzour-provinsen nordøst i Syria (se bildet i Figur 7.1 og kartet i Figur 7.10). Området kalles i enkelte kilder for Al Kibar. Angrepet kom i en periode preget av store spenninger mellom Israel og Syria i kjølvannet av krigen mellom Israel og Hizbollah i 2006. Både Israel og Syria var påfallende lite interesserte i å kommentere angrepet offentlig. Spesielt var det overraskende at Syria forsøkte å avdramatisere det hele og virket lite interessert i gjengjeldelse. Nord-Korea var blant de få landene som kom med en offentlig fordømmelse av angrepet. Mediene gjenga i tiden som fulgte en rekke spekulasjoner om hva det ukjente målet hadde bestått av. Spekulasjonene omfattet blant annet at målet var et lager for kjemiske våpen, et pilotskala anrikningsanlegg bygd med nordkoreansk assistanse eller et lager for iranske, konvensjonelle våpen ment for Hizbollah. Først 13. september ble det foreslått at målet var av kjernefysisk natur, da Glenn Kessler i Washington Post siterte en anonym, amerikansk etterretningskilde på at målet for angrepet var et anlegg som kunne brukes til å produsere kjernefysiske materialer og som var bygd med bistand fra Nord-Korea. Ikke før 1. oktober kom den syriske presidenten, Bashar al-Assad, med en offisiell uttalelse om saken. Han hevdet at Israel kun hadde bombet en ubrukt, militær lagerbygning. [242;326-329]

Det amerikanske *Institute for Science and Global Security* (ISIS) bestemte seg for å forsøke å identifisere den bombede bygningen for å vurdere om den kunne ha vært av kjernefysisk natur. Dersom det var snakk om en kjernereaktor, ville det være naturlig å lokalisere denne i relativ nærhet til en pålitelig vannkilde. I den aktuelle delen av Syria skiller elva Eufrat seg ut som en åpenbar kandidat i så måte. ISIS kjøpte derfor opp en stor mengde kommersielle satellittbilder

---

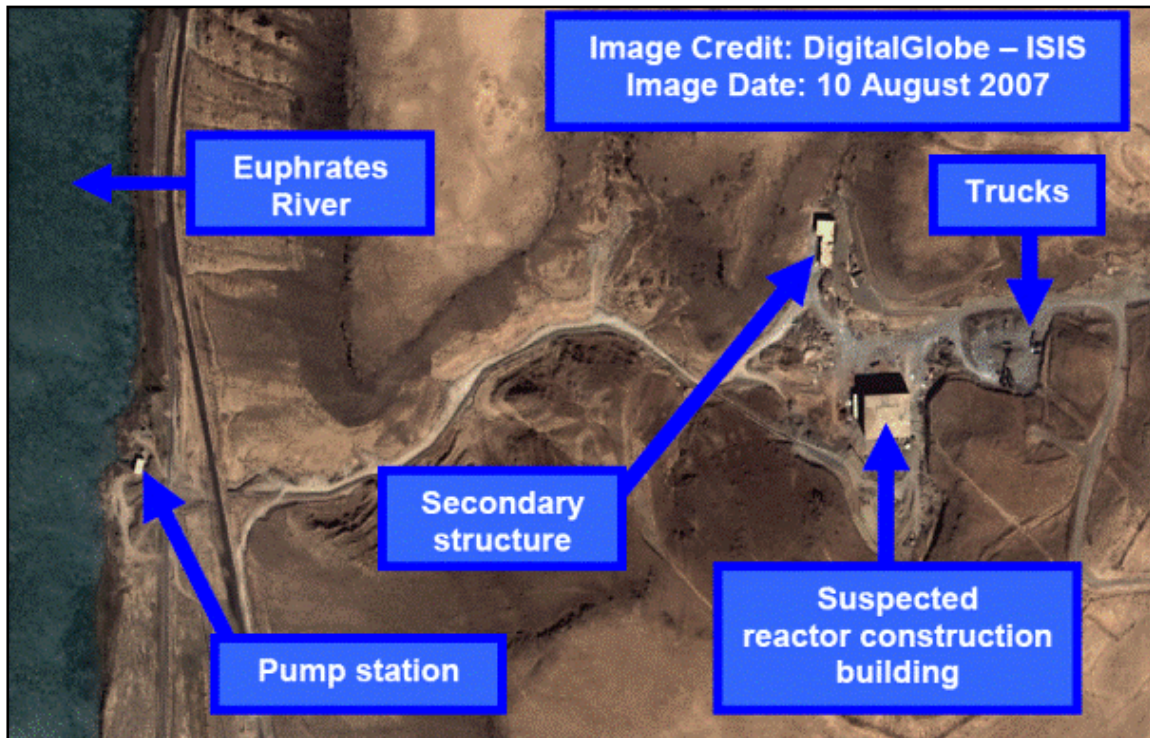
<sup>53</sup> For en god beskrivelse av situasjonen per 2004 anbefales en rapport fra svenske FOI [325].

tatt i tiden før flyangrepet langs Eufrat i den aktuelle regionen. En nøye gjennomgang av disse bildene avslørte et anlegg som så ut til å ha en pumpestasjon med en rørledning fra Eufrat til en større bygning med nær kvadratisk grunnflate omtrent 800 m fra elvebredden. Bygningen var gjemt bak sanddyner og sandvoller som var forhøyet av bulldosere (se Figur 7.2). Like ved siden av sto det en mindre bygning som var urørt av angrepet (Figur 7.2 og Figur 7.3). Det var ikke ventet å se et karakteristisk kjøletårn, som er et markant kjennetegn ved mange reaktorer, siden det ville være for avslørende. Varmen fra en reaktor kan dumpes direkte i for eksempel en stor elv som Eufrat. [330-332]



*Figur 7.1 Satellittbilder som viser bygningen i Dair Alzour før og rett etter flyangrepet. Bildet til høyre er det eneste som figurerer i åpne kilder som viser restene av bygningen før Syria fikk ryddet opp. (Bilder: U.S. Government.)*

Satellittbildene som ISIS frigjorde viste ikke noe som bestemt så ut som en reaktorhall, men de ytre målene var sammenliknbare med de ytre målene til bygningen som huser den nordkoreanske Reaktor to (se kapittel 4 og Figur 7.4). Den tilsynelatende vannkjølekapasiteten åpnet muligheten for at den mistenkelige bygningen kunne ha rommet en reaktor. Videre analyser av satellittbilder før og etter tidspunktet for angrepet viste at bygningen ganske riktig ble utradert i det aktuelle tidsrommet (se Figur 7.3). Bildene viste dessuten betydelig bulldoseraktivitet for å rydde opp vrakgodset i ukene etter angrepet. Det var altså riktig sted ISIS hadde identifisert. Dette er siden bekreftet av amerikanske myndigheter og IAEA. Først et halvt år senere skulle det komme informasjon som vesentlig forsterket mistanken om at det faktisk var en kjernereaktor under bygging Israel hadde bombet. [330-332]



Figur 7.2. Oversiktsbilde over stedet med den antatte reaktoren. Bildet viser bygningens nærhet til Eufkrat, en mulig pumpestasjon, en mulig nedgravd vannledning og en støttebygning. (Bilderettigheter: DigitalGlobe og ISIS.)



Figur 7.3 Den mistenkte reaktorbygningen før og etter flyangrepet. Støttebygningen står urørt av angrepet. (Bilderettigheter: DigitalGlobe og ISIS.)





Figur 7.4 Sammenlikning av ytre dimensjoner mellom den angivelige reaktorhallen i Dair Alzour (venstre) og reaktorhallen til Reaktor to i Yongbyon i Nord-Korea (høyre). (Bilderrettigheter: DigitalGlobe og ISIS.)

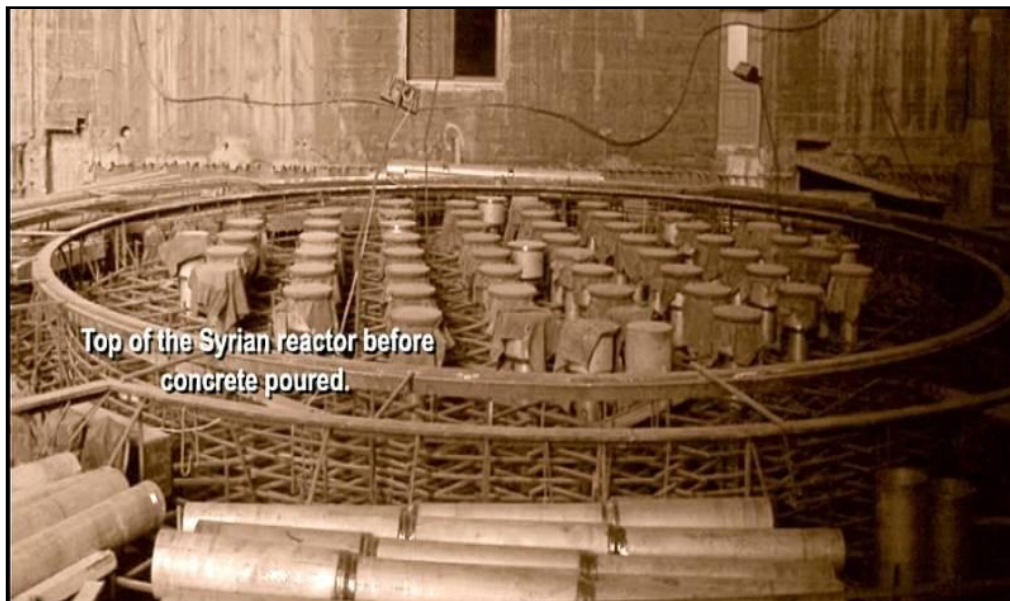
### 7.3 Grunnlaget for ”Operasjon frukthage” ut i offentligheten

Den påfallende stillheten fra både Israel og Syria etter bombingene av målet i Dair Alzour ble av mange tolket som at ingen av statene ønsket eskalerende spenninger kun et år etter Israels krig mot Hizbollah i Syrias naboland, Libanon. Kan hende var det også årsaken til at det tok over et halvt år før mer håndfast informasjon ble frigitt av Israels nære allierte, USA. Den 24. april 2008 holdt to høytstående, amerikanske etterretningstjenestemenn en orientering for kongressmedlemmer og utvalgte pressefolk i Washington. De viste en rekke bilder for å overbevise de frammøtte om realiteten bak det syrisk-nordkoreanske atomsamarbeidet og at den bombede bygningen var en nær ferdigstilt reaktor. Reaktoren skal ha vært en Magnox-reaktor (kjølt av karbondioksid og moderert av grafitt) tilsvarende nordkoreanske Reaktor to. Det ble gjort klart at bildene stammet fra den israelske etterretningsorganisasjonen Mossad. Israel hadde altså lagt mer enn satellittbilder og indisier til grunn for trusselvurderingen som dannet grunnlaget for ”Operasjon frukthage,” som angrepet på den angivelige reaktoren skal ha blitt kalt. Bildene viste blant annet topper i det nordkoreanske kjernevåpenprogrammet i møte med syriske representanter i Syria, men det var også bilder tatt på bakkenivå som viste den angivelige reaktoren under bygging delvis nedgravd og med falske vegger for å skjule bygningens fasong (se Figur 7.5, Figur 7.6, Figur 7.7 og Figur 7.8). Det skal også ha blitt vist et videoopptak av nordkoreanere inne i reaktorhallen i Dair Alzour. Noen dager før angrepet skal et skip med nordkoreansk last ha lagt til kai i Syria. Israelsk etterretning skal ha sporet lasten til stedet som Israel kort tid senere bombet i Dair Alzour. Det har siden blitt påstått at Nord-Korea skal ha eksportert 45 tonn yellowcake til Syria i september 2007 (omtalt i avsnitt 4.7.2). Kan hende var dette lasten israelsk etterretning skal ha sporet. [119;242;329;333;334]

Jeffrey Lewis, som driver den anerkjente rustningskontrollbloggen *Arms Control Wonk*, postet 15. mai 2008 et blogginnlegg hvor han antydte at den forkledde reaktorbygningen var en etterlikning av en type bysantinske fort som er karakteristiske for regionen. I så fall har Syria gått

## Syria

historisk langt i å kamuflere bygningens sanne natur. Dersom bildet av bygningen i Dair Alzour er reelt, så er det i hvert fall en slående likhet mellom den og visse bysantinske slott i Israel (se Figur 7.9). [335]

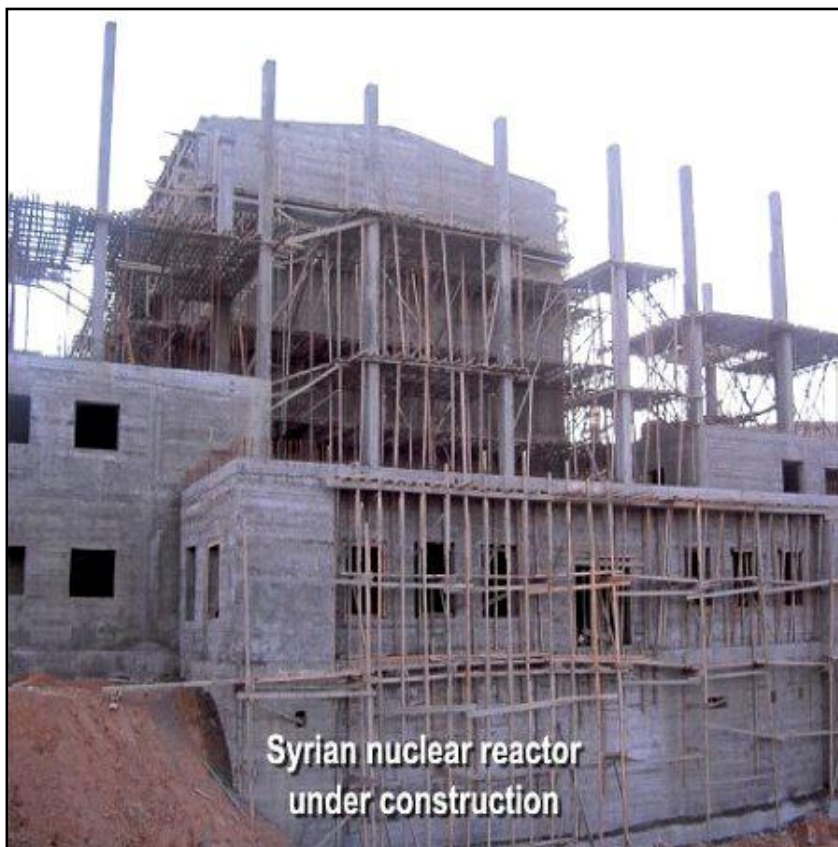


Figur 7.5 *Bilde av toppen til en angivelig uferdig reaktorkjerne som sies å være fra Dair Alzour. (Scanpix - AP Photo - CIA)*

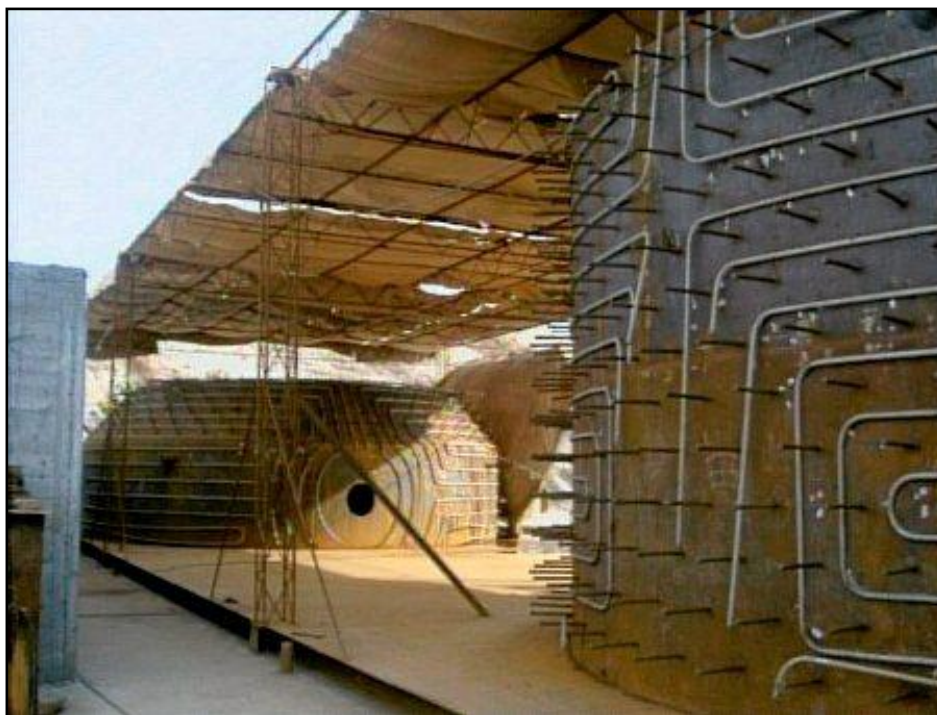


Figur 7.6 *Armeringen til det biologiske skjoldet til den angivelige reaktoren i Dair Alzour. (Scanpix - AP Photo - CIA)*





*Figur 7.7 Bilde som viser hvordan den angivelige reaktorhallen i Dair Alzour ble gravd ned for å skjule den reelle høyden, og hvordan falske vegger ble satt opp for å gi strukturen et kubisk preg. (Scanpix - AP Photo - CIA)*



*Figur 7.8 To deler av en reaktortank uten biologisk skjold. (Scanpix - AP Photo - CIA)*



Figur 7.9 Sammenlikning av den påstått forkledde reaktorhallen i Dair Alzour (venstre) med et bysantinsk fort (høyre). (Publisert på Arms Control Wonk 15. mai 2008.)

#### 7.4 IAEAs undersøkelser

Sikkerhetskontrollavdelingen (*Department of Safeguards*) i IAEA henter sin informasjon i hovedsak fra statlige deklarasjoner, informasjon fra andre medlemsstater (ofte basert på etterretning og eksportkontrollhåndheving), åpne kilder og egne undersøkelser (for eksempel bildeetterretning fra kommersielle satellittbilder). En skulle derfor tro at IAEA raskt ville rettet en formell henvendelse til Syria etter at påstandene om en kjernefysisk tilknytning til anlegget i Dair Alzour figurerte i åpne kilder. Eventuelt skulle en vente at medlemsstater som mente å ha informasjon om anlegget, delte dette med IAEA. Det var derfor merkelig at IAEA ventet til mai 2008, hele åtte måneder etter angrepet mot Dair Alzour, før de ba Syria om å få inspisere stedet. IAEA spurte da til gjengjeld om tilgang også til tre andre, ikke navngitte, anlegg, som andre medlemsstater skal ha hevdet var ”funksjonelt relatert til Dair Alzour.” Selv om Syria avviste påstandene og hevdet at Dair Alzour var et missilrelatert anlegg uten kjernefysisk relevans, tillot Syria IAEA å besøke stedet og ta miljøprøver måneden etter. [336;337]

I august 2008 ble brigader Mohammad Suleiman drept av en snikskytter under en svømmetur ved sin villa ved kysten av Syria. Suleiman var IAEAs kontaktpunkt i undersøkelsene knyttet til Dair Alzour. IAEAs daværende generaldirektør, Mohamed ElBaradei, beklaget seg siden over at den syriske samarbeidsviljen ble betydelig svekket etter drapet på Suleiman. Det er ikke klart hvem som sto bak drapet. Siden 2008 har IAEA ikke fått lov til å besøke Dair Alzour igjen. [338]

##### 7.4.1 Egnede infrastruktur for en reaktor?

Selv om IAEA skulle få full tilgang til det som er igjen av bygninger i Dair Alzour, har ikke Syria gått med på å overlevere dokumentasjon av bruken av bygningene i Dair Alzour og de tre andre aktuelle anleggene. Syria hevdet overfor IAEA at det ikke kunne ha vært en reaktor i Dair Alzour fordi det ikke fantes tilstrekkelig strømforsyning og tilgang til rensset vann i området.<sup>54</sup> Dessuten hevdet syerne at landet ikke var i besittelse av tilstrekkelige menneskelige ressurser til å bygge

<sup>54</sup> Magnox-reaktorer har karbondioksid i primærkjølekretsen, men bruker behandlet vann i sekundærkjølekretsen.



og drive en reaktor. IAEAs undersøkelser viste derimot at det fantes tilstrekkelig nedgravd strømforsyning til å drive et pumpeystem dimensjonert for en reaktor på 25 MW<sub>e</sub>, som tilsvarer den angivelige effekten til reaktoren i Dair Alzour og effekten til Reaktor to i Yongbyon. IAEA så også et vannpumpeystem med denne kapasiteten i drift. Dette systemet besto av en pumpestasjon ved bredden av Euftrat, som var forbundet med en pumpestasjon ved siden av den ødelagte bygningen. Allerede i den første rapporten til IAEA-styret om denne saken, datert 19. november 2008, skinner det igjennom at IAEA festet vesentlig lit til at det faktisk var en reaktor i Dair Alzour. [336;337]

Når det gjelder tilgang til rensert vann, så ble IAEA raskt oppmerksomme på at det befant seg et vannrenseanlegg ca. 5 km øst for den ødelagte bygningen. Anlegget er forbundet med pumpeystemet tilknyttet den angivelige reaktoren ved hjelp av en underjordisk rørledning. Denne forbindelsen er synlig på satellittbilder. Syrerne har forsøkt å forklare dette med at vannrenseanlegget har mottatt vann fra Euftrat gjennom et rør- og pumpeystem som passerte rett forbi bygningen de hevdet hadde med missiler å gjøre. Det virker imidlertid påfallende at en sivil vannrørledning skal passere få meter fra en militært sensitiv bygning. Basert på egne observasjoner og satellittbilder har IAEA konkludert at den angivelige reaktorhallen faktisk var tilknyttet både vannrenseanlegget og pumpeystemet fra Euftrat. Det er konsistent med behovet for rensert ferskvann til sekundærkjølekretsen og ubehandlet vann til tertiærkjølekretsen. [337]

#### 7.4.2 Mistenkelige anskaffelser

I juni 2008 ba IAEA Syria forklare visse anskaffelser og forsøk på anskaffelser som kunne være relatert til en reaktor eller til brenselssyklusaktiviteter. Flere syriske etater skal ha vært involvert i dette, blant annet Syrias atomenergikommisjon (AECS). Det var snakk om pumpeutstyr og store mengder grafitt og baritt (BaSO<sub>4</sub>). Grafitt brukes som moderator i den typen reaktor som trolig ble bygd i Dair Alzour. Baritt brukes som tilsetning til betong for bedre å skjerme mot gamma- eller røntgenstråling. Syria har hevdet at stoffet skulle brukes til skjerming i stråleterapirom på sykehus. I sluttbrukererklæringen derimot, sto det at baritten skulle brukes til filtrering av syre. De resterende forsendelsene ble påfallende nok kansellert etter angrepet mot Dair Alzour. Kan hende var barittens egentlige formål å bli brukt i det biologiske skjoldet til reaktoren i Dair Alzour. Hvis det var det eneste formålet, så var kanskje ikke reaktoren så nær ferdigstilling som israelerne hevdet, siden det biologiske skjoldet da ikke var ferdig. Alternativt kan baritten ha vært tiltenkt andre skjermingsformål i Dair Alzour eller i et annet nødvendig anlegg. Spesielt ville et reprosesseringsanlegg ha krevd betydelig skjerming. Vi kjenner ikke til om noen av de tre andre anleggene IAEA har bedt om å få se skal ha vært et reprosesseringsanlegg, men det er ikke utenkelig. [337]

#### 7.4.3 Miljøprøveanalyser

Det var knyttet betydelig spenning til om IAEA gjennom sine miljøprøveanalyser ville frembringe indisier for at bygningen i Dair Alzour huset en reaktor. Analysene viste et begrenset, men signifikant, antall partikler av menneskelig påvirket (antropogent), naturlig uran. Den mest nærliggende forklaringen på dette er at partiklene kom fra brensel som allerede var ankommet Dair Alzour, og som syrerne ikke lyktes å fjerne i oppryddingsprosessen etter angrepet. Syria

## Syria

hevder på sin side at partiklene må stamme fra missilene som ble brukt til å ødelegge bygningen. Utarmet uran brukes i visse typer panserbrytende ammunisjon, men det er mindre trolig at naturlig uran brukes i den typen missiler det er snakk om her siden naturlig uran er en mer verdifull ressurs generelt uten at det egner seg noe bedre (eller verre) til panserbrytende ammunisjon enn det utarmet uran gjør. IAEA vurderer det som usannsynlig at partiklene stammet fra missilene. Magnox-reaktorer bruker nettopp metallisk, naturlig uran som brensel. [337]

IAEA fikk lov til å ta miljøprøver under inspeksjoner av en liten forskningsreaktor i Damaskus i 2008 og 2009, den såkalte *Miniature Neutron Source Reactor* (MNSR), og på laboratorier i tilknytning til denne. Disse prøvene avdekket faktisk også antropogene uranpartikler som ikke samsvarte med Syrias deklarererte uranbeholdning. Det var nærliggende å tenke seg at partiklene stammet fra undersøkelser og behandling av brensel som skulle til reaktoren i Dair Alzour, men etter flere runder med sprikende forklaringer hevdet Syria i november 2009 at partiklene kunne stamme fra tidligere udeklarte uranyl-nitratforbindelser eller fra egenprodusert yellowcake. Syria har nemlig et renseanlegg for fosforsyre i Homs hvor det er produsert noen hundre kilogram yellowcake som et biprodukt. Landet innrømte både å ha importert små mengder med uranyl-nitratforbindelser og å ha produsert noe selv fra yellowcake fra Homs. [337]

Ammoniumuranyl-nitrat er et mellomprodukt både i framstilling av uranmetall og urandioksid. Syria kan derfor ha vurdert muligheten for å produsere sitt eget uranmetallbrensel til reaktoren i Dair Alzour, men dette er på ingen måte bekreftet. IAEAs analyser har vist samsvar mellom uranet fra Homs og partiklene funnet ved MNSR, så inspeksjoner av MNSR gjøres nå på rutinemessig basis. Men IAEA har ikke fått klarhet i det faktiske omfanget av forskning på ulike uranforbindelser som er relevante for brenselssyklus-teknologi ved MNSR. Syriske publikasjoner i vitenskapelige journaler vitner nemlig om en annen og mer omfattende historie enn Syrias deklarasjoner til IAEA. [337]

Prøvene fra Dair Alzour inneholdt ikke bare partikler av uran, men også grafitt og stål. Grafittpartiklene var dessverre så få at det var umulig å fastslå om de var av "reaktorkvalitet," det vil si av den renheten som er nødvendig for å bruke grafitten som moderator i en kjernereaktor. Stålet var av en type som er anvendbar i reaktorteknologi, men som også har mange andre anvendelser. En ferdig bygd reaktor med brensel hadde kunnet gi opphav til funn av magnesiumlegeringer (fra brenselkapslingen), aluminium (som bestrålingskanalene er føret med) og bor, kadmium eller andre nøytronabsorbatorer fra kontrollstavene. Ikke noe av dette ble påvist i Dair Alzour. [337]

#### 7.4.4 Andre mistenkelige anlegg

IAEA refererer som nevnt til tre andre, ikke navngitte anlegg som påstås å være funksjonelt relatert til Dair Alzour-reaktoren. Dersom Syria virkelig forsøkte å etablere en produksjonslinje for våpenplutonium, så ville de trenge følgende typer anlegg i tillegg til en reaktor:

- Urangruver og uranmøller eller tilgang til importert uran
- Konverteringsanlegg for å produsere uranmetall fra yellowcake (fra møller eller import)
- Uranbrenselfabrikk for Magnox-brensel
- Reprosesseringsanlegg for gjenvinning av plutonium fra brukt brensel
- Avfallslagre for fast og flytende avfall

Den beskjedne og kjente produksjonen av yellowcake i Homs har neppe vært tenkt som kilde til uran til en fordekt plutoniumproduksjonslinje, men kunnskapen ervervet gjennom dette prosjektet har satt Syria i stand til å produsere yellowcake fra fosfater, noe som i prinsippet også kan gjøres i det skjulte. (Muligheten for skjult uranproduksjon er nærmere omtalt i [219].) Dersom det er korrekt at Nord-Korea skal ha eksportert 45 tonn yellowcake til Syria i september 2007, som nevnt i avsnitt 4.7.2, så kan dette partiet ha vært tenkt å utgjøre størsteparten av den første reaktorkjernen til reaktoren i Dair Alzour. I så fall må Syria ha hatt et konverteringsanlegg og en uranbrenselfabrikk for å konvertere yellowcake til naturlig uranmetall og gjøre det til Magnox-brensel. Den nordkoreanske yellowcake-forsendelsen ville utgjort rundt 38 tonn uranmetall, dersom det ble produsert uten nevneverdige tap. Da ville det gjenstått 12 tonn uranmetall for å danne en hel reaktorkjerne til Dair Alzour-reaktoren, dersom den i realiteten var ment å bli like stor som Reaktor to i Yongbyon. Uranpartiklene IAEA fant i Dair Alzour kan imidlertid antyde at det fantes noe ferdig uranbrensel på stedet allerede.

Et skjult reprosesseringsanlegg i Syria ville neppe blitt bygd så stort som det Nord-Korea har i Yongbyon, som er til samme type brensel, men som er dimensjonert til å gjenvinne brensel fra flere reaktorer. Med samme maksimale effekt som Reaktor to (25 MW<sub>e</sub>) og en ”oppetid” på ca. 80 %, må en reaktor av denne typen kjøres i litt over fire år for å oppnå en utbrenning på ca. 600 MWd/tU. Det tilsvarer omtrent utbrenningen i den første fullstendige kjøringsperioden til Reaktor to i Yongbyon, og gir som nevnt i delkapittel 4.2 en plutoniumkvalitet på rundt 95 % plutonium-239. Hele reaktorkjernen skiftes da ut omtrent hvert fjerde år. Kjernen består av 50 tonn naturlig uran. Det betyr at et syrisk reprosesseringsanlegg som kun er dimensjonert til reaktoren i Dair Alzour, burde ha en kapasitet på i størrelsesorden 12,5 tonn brensel per år for å ta unna brukt brensel like fort som det produseres. Til sammenlikning er kapasiteten til det nordkoreanske reprosesseringsanlegget mellom 200 og 250 tonn per år. Bygningen som inneholder de to produksjonslinjene til sistnevnte anlegg er over 240 m lang. En kapasitet på 12,5 tonn per år tilsvarer bare 5–6 % av kapasiteten til anlegget i Yongbyon. Så et eventuelt syrisk reprosesseringsanlegg vil være vesentlig mindre enn anlegget i Yongbyon, selv om det neppe vil være så lite som 5–6 % av sistnevnte. Mange nødvendige deler av anlegget vil nemlig være av samme størrelse uavhengig av kapasiteten. [96]

## Syria

En brenselfabrikk ville trolig være fullt mulig å holde skjult i en ordinær fabrikkbygning. Men et reprosesseringsanlegg avgir visse karakteristiske signaturer. For det første gir det en varmeutvikling som er synlig fra satellitter, dersom det er snakk om en bygning på overflaten. For det andre skilles det ut radioaktive edelgasser når brenselets kapsling brytes. Særlig er krypton-85 mulig å påvise milevis unna. Ved hjelp av værdedata kan en da spore seg tilbake til området hvor brenselkapslingen er brutt opp. Dette problemet kan muligens omgås ved å bygge et reprosesseringsanlegg langt under bakken, og sørge for å ha kontroll med lufta som går ut av anlegget. Krypton kan for eksempel frysedestilleres ut fra resten av fisjonsproduktgassene. [337]

I desember 2010 navnga den tyske avisen *Süddeutsche Zeitung* stedene hvor de tre udeklarte anleggene som angivelig skulle være funksjonelt relatert til reaktoren i Dair Alzour befant seg. Disse stedsnavnene har ikke blitt gjengitt i IAEAs sikkerhetskontrollrapporter, så det er vanskelig å bekrefte sannhetsgehalten i dette. De tre aktuelle stedene, Iskandariyah, Marj as Sultan og Masyaf, ligger alle langt vest i Syria, altså langt fra Dair Alzour (se Figur 7.10). Ifølge ISIS skal disse anleggene ha vært brukt til uranbehandling og oppbevaring av utstyr eller materialer til reaktorprosjektet i Dair Alzour, uten at det er klart om det inkluderer konvertering, brenselproduksjon og/eller reprosessering. Både ISIS og IAEA har ved bruk av satellittbilder påvist betydelige aktiviteter knyttet til landskapsforandringer og fjerning av store containere fra disse stedene kort etter at IAEA ba om tilgang til dem i mai 2008. Syria har som nevnt nektet IAEA å inspisere disse anleggene med henvisning til at de ikke er av kjernefysisk karakter, og dermed ikke omfattet av sikkerhetskontrollavtalen. Anlegget i Marj as Sultan, en forstad til Damaskus, skal ifølge *Süddeutsche Zeitung* ha rommet en rekke typer prosessutstyr som en ville vente å finne i et lite urankonverteringsanlegg, men ikke det som er nødvendig for å konvertere urantetrafluorid (grønt salt) til uranmetall. Det er ikke offentlig angitt hva de to andre anleggene skal ha rommet av utstyr. [179;337;339]

I Tibnah, bare 17 km fra der hvor Dair Alzour-reaktoren skal ha ligget, befinner det seg en saltgruve (se Figur 7.10). I oktober 2008 påpekte Andreas Persbo ved den London-baserte NGOen VERTIC at den syriske atomenergikommisjonen tidligere hadde utredet muligheten for å benytte gruvegangene som deponi for radioaktivt avfall. Han påpekte dessuten at det går en jernbaneforbindelse mellom gruen og det bombede stedet i Dair Alzour. Tidligere IAEA-inspektør Robert Kelley skrev to år senere at gruen drives av det samme selskapet som driver fosforsyreproduksjon i Homs med yellowcake som biprodukt, det statlig eide *General Company for Phosphate and Mines (GECOPHAM)*. Videre spekulerte Kelley i at saltgruen kan ha blitt benyttet til å skjule vrakgods fra reaktoren i Dair Alzour, eventuelt at deler av den var ment å huse anlegg for brenselproduksjon eller reprosessering. Kelley viste til betydelig redusert saltproduksjon i gruen fra 2007, selv om satellittbilder viste vesentlige byggeaktiviteter i perioden mellom 31. desember 2004 og 27. juli 2008. Satellittbilder viste også at et vannrenseanlegg i tilknytning til saltgruen så til forveksling ut som vannrenseanlegget som var tilknyttet den angivelige reaktoren, hvilket tydet på at de to anleggene ble bygd av samme kontraktør. Det er ikke kjent om IAEA har bedt om tilgang til saltgruen i Tibnah. [340;341]



Figur 7.10 Kart som viser beliggenheten til mistenkelige anlegg i Syria. (Google Maps, TerraMetrics, Basarsoft, GISrael og ORION-ME.)

## 7.5 Oversendelse til Sikkerhetsrådet

I mai 2011 utstedte IAEAs generaldirektør, Amano, en ny sikkerhetskontrollrapport om Syria til IAEAs styre. I denne rapporten vurderte Amano det som ”svært sannsynlig” at bygningen i Dair Alzour var en reaktor som skulle ha vært deklartert i henhold til Syrias sikkerhetskontrollavtale [342]. Videre ble det gitt en detaljert vurdering av den sannsynlige reaktorens karakteristikk og hva Syria skal ha gjort for å skjule reaktorens natur etter det ødeleggende angrepet. Det ble ikke slått eksplisitt fast at Syria med dette hadde brutt sine sikkerhetskontrollforpliktelser (”non-compliance”), men IAEAs vurderinger var ensbetydende med en slik konklusjon. Det ga IAEAs styre påskuddet det trengte for å konkludere med ”non-compliance” og oversende saken til FNs sikkerhetsråd. [337;343]

Det var en omstridt beslutning å sende Syrias sak til Sikkerhetsrådet, og Kina og Russland stemte imot. Russland begrunnet sin motstand med at hva som enn hadde befunnet seg i Dair Alzour ikke lenger kunne utgjøre noen trussel mot verdensfreden. Bakgrunnen for ”non-compliance”-

## Syria

konklusjonen må antakelig sies i mindre grad å være basert på endelige bevis knyttet til Dair Alzour enn på Syrias manglende samarbeidsvilje for å komme til bunns i de utestående spørsmålene knyttet til Dair Alzour og de tre anleggene IAEA mistenker er funksjonelt relatert til den angivelige reaktoren. For IAEA var det trolig viktig å vise at manglende vilje til å samarbeide om uavklarte spørsmål medfører konsekvenser. Alternativt ville de manglende konsekvensene skapt en farlig presedens som kunne inspirert andre stater til mindre samarbeid. [344]

Enkelte mente at IAEA burde ha forsøkt å benytte seg av en såkalt ”special inspection” før de konkluderte med hensyn til Dair Alzour. En special inspection er et tiltak IAEA kan ta i bruk i helt spesielle tilfeller hvor det vurderes som avgjørende å inspisere udeklarte anlegg i et land. Da gjøres begjæringen om tilgang på formelt vis, og et eventuelt avslag vil kunne gi det nødvendige påskuddet for å trekke en ”non-compliance”-konklusjon, siden IAEA da ser seg ute av stand til å konkludere med at det kun foregår fredelige, kjernefysiske aktiviteter i det aktuelle landet. Kun to ganger tidligere har IAEA benyttet seg av denne muligheten. Den første gangen var det Romania som i 1992 selv ba IAEA foreta en special inspection for å bygge internasjonal tillit til at landet hadde forlatt Ceausescu-regimets kjernevåpenambisjoner. Den andre gangen var i 1993 da IAEA ville inspisere udeklarte atomavfallslagre i Yongbyon i Nord-Korea. Nord-Korea nektet IAEA tilgang, og saken ble sendt til Sikkerhetsrådet. Situasjonen eskalerte deretter. Nord-Korea var nær ved å trekke seg fra NPT, og det var en stund fare for væpnet konflikt mellom USA og Nord-Korea. Mange hevder at den negative erfaringen forbundet med denne situasjonen har gjort terskelen for å ta i bruk en special inspection svært høy. [96;344;345]

I kontrast til flere år med nær null samarbeidsvilje knyttet til Dair Alzour, sendte direktøren i AECS (og Syrias representant i IAEA), Ibrahim Othman,<sup>55</sup> et kort brev til Amano en uke før IAEA-styret sendte Syrias sak til Sikkerhetsrådet, hvor han erklærte at Syria vil samarbeide fullt med IAEA for å komme til bunns i Dair Alzour-saken. De fleste tolket dette som et desperat (og fåfengt) forsøk på å unngå å få saken sendt til Sikkerhetsrådet. Men Syria gjentok tilbudet overfor Amano i forkant av styremøtet og generalkonferansen til IAEA i september 2011. Syriske myndigheter og IAEA møttes i Damaskus i oktober samme år. To dager med diskusjoner om hvordan de kunne komme videre i oppklaringen av Dair Alzour førte imidlertid ingen vei. Kan hende var utspillet kun et taktisk spill for å unngå ytterligere diplomatiske smekk på fingrene fra IAEA-styret og generalkonferansen. Uansett gjorde den innenrikspolitiske uroen i Syria på denne tiden det mindre sannsynlig at Damaskus ville foreta en strategisk kursendring i sitt samarbeid med IAEAs inspektører. Syria har siden bedt om forståelse for den vanskelige sikkerhetssituasjonen i landet når de har begrunnet sitt manglende samarbeid med IAEA om disse utestående spørsmålene. [347;348]

---

<sup>55</sup> Ikke til forveksling med en lege med samme navn, som i desember 2011 ble drept av syriske styrker, og som jobbet i det skjulte for organisasjonen ”Damascus Doctors” for å hjelpe skadde demonstranter. [346]

## 7.6 Aktuelle leveringsmidler for kjernevåpen

Syrias hovedmotstander er nabolandet Israel. Et Syria med kjernevåpen vil derfor ikke nødvendigvis se seg nødt til å utvikle langtrekkende leveringsmidler. Landet har hundrevis av sovjetrussiske MiG-kampfly (estimerer i åpne kilder spenner fra litt over 300 til over 500), som antakelig ville kunne tilpasses til å levere kjernefysiske gravitasjonsbomber. I tillegg har Syria et betydelig antall Scud-missiler. Disse har noe begrenset bæreevne og en diameter på bare 88 cm, men et svært kompakt, kjernefysisk stridshode vil i prinsippet kunne leveres med et Scud-missil. [349;350]

Syria antas å besitte 200–300 Scud-B (rekkevidde 300 km med 1000 kg nyttelast), 80–150 Scud-C (rekkevidde 500 km med 770 kg nyttelast) og et ukjent, trolig vesentlig lavere antall Scud-D (rekkevidde 700–800 km med 500 kg nyttelast). Sistnevntes rekkevidde tillater Syria å angripe dypt inne i Israel fra tilbaketrukne posisjoner i eget territorium. I tillegg antas det at Syria har et ukjent antall av det mer korttrekkende, russiske missilet *SS-21 Scarab* ("Totsjka" er den russiske betegnelsen, og "Scarab" er Nato-betegnelsen). Avhengig av hvilken variant av Scarab det er snakk om, antas missilet å ha en rekkevidde på 70–185 km med en nyttelast på 400–500 kg. Selv om Scarab hadde en kjernefysisk misjon i Sovjetunionen, gjør missilets begrensede rekkevidde og diameter (65 cm) at det neppe vil være et førstevalg for en aspirerende kjernevåpenstat. Syria skal ha et titalls landmobile ramper til alle sine typer av ballistiske missiler. [349;351-353]

## 7.7 Oppsummering og kommentarer

Det er vanskelig å forestille seg hva annet Syria kan ha til hensikt enn å produsere våpenplutonium når landet bygger en utdatert, førstegenerasjons reaktor i det skjulte med nordkoreansk assistanse. Den store politiske uroen som per 2012 preger det syriske samfunnet, gjør imidlertid at sannsynligheten er liten for å få en snarlig oppklaring av de utestående spørsmålene knyttet til den angivelige reaktoren og de andre anleggene IAEA ønsker å inspisere. Selv om det ikke foreligger noen indikasjoner på at Syria har et aktivt kjernevåpenprogram i dag, så er det svært viktig for det internasjonale ikke-spredningsregimet at IAEA får kommet til bunns i hva Syria faktisk måtte ha bedrevet av kjernevåpenrelaterte aktiviteter. For å oppnå det er det avgjørende at Syria enten implementerer Tilleggsprotokollen til sin sikkerhetskontrollavtale, eller på *ad hoc*-basis tillater IAEA å inspisere anlegg som ikke er omfattet av dagens sikkerhetskontrollavtale, men som IAEA har grunn til å anta kan ha spilt en rolle i et hemmelig kjernevåpenprogram.

IAEAs konklusjon i mai 2011 om at anlegget i Dair Alzour svært sannsynlig var en kjernefysisk reaktor representerer bare en delvis forklaring på hva som har foregått i Syria. Dersom ikke hele sannheten blir avdekket, så kan det skape en svært uheldig presedens overfor andre stater som vurderer å etablere sensitive, kjernefysiske anlegg i det skjulte. Omfanget av det kjernefysiske programmet i Syria kan også fortelle oss en del om hvor langt Nord-Korea vil gå i å eksportere sin kunnskap og teknologi knyttet til framstilling av våpenplutonium.



## 8 Oppsummering og overordnede vurderinger

I denne rapporten har vi sett på atomprogrammene i de tre landene (India, Pakistan og Nord-Korea) som, i tillegg til de fem stormaktene USA, Russland, Storbritannia, Frankrike og Kina, åpent innrømmer å ha egne kjernevåpen. De fem stormaktene har gjennom Ikke-spredningsavtalen (NPT) en formell rett til å beholde sine kjernevåpen inntil videre. India, Pakistan og Nord-Korea står utenfor NPT og har derfor ikke brutt folkeretten ved å utvikle sine kjernevåpen,<sup>56</sup> men deres *de facto* rolle som kjernevåpenstater aksepteres ikke av verdenssamfunnet. Det ser likevel ut til at verden raskt har vent seg til denne situasjonen. Det faller utenfor rammen til dette arbeidet å vurdere landenes intensjoner med å utvikle kjernevåpen, men vi observerer at ingen av de tre *de facto* kjernevåpenstatene ser ut til å planlegge reduksjoner i kjernevåpenarsenalene sine i nærmeste framtid. Nord-Korea har imidlertid periodevis signalisert at landet vil respektere tidligere forpliktelser om nedrustning og verifikasjon i bytte mot bistand, normalisering og fred.

India ser ut til å utvikle en full kjernefysisk triade med mulig våpenlevering fra landbaserte missiler, fly og ubåter. Landet har stadig en betydelig evne til plutoniumproduksjon, og dets urananrikningsprogram er i ferd med å modnes, selv om det fortsatt er av mindre omfang enn Pakistans anrikningsprogram. Pakistan ser på sin side ut til å lykkes i å mangfoldiggjøre sin plutoniumproduksjon gjennom bygging av flere tungtvannsreaktorer. Begge landene har framgang i sine missilprogrammer.

Nord-Korea har stanset sin produksjon av plutonium, men har lyktes i å etablere urananrikning. Dette gir landet en mulighet til å øke sitt kjernevåpenarsenal om det ønsker. To ganger har Nord-Korea testet kjernevåpen, en ganske mislykket test i 2006 og en trolig delvis vellykket test i 2009. Nord-Korea har utviklet en rekke mellomdistanse ballistiske missiler, men har hatt flere mislykkede tester av de mest langtrekkende romrakettene og missilene de senere årene. Det er ikke klart om Nord-Korea har utplassert kjernevåpen på sine missiler.

Ett kapittel er tilegnet Israels atomprogram. Israel har aldri verken avkreftet eller bekreftet påstandene om et kjernevåpenprogram, men det er allment antatt at et slikt program eksisterer, og at landet på kort tid kan utplassere egne kjernevåpen. Vi slutter oss til denne antakelsen. Politisk kan det være forståelig at Israel opprettholder uklarhetene om sitt eventuelle kjernevåpenprogram, men den uklare statusen gjør det ekstra vanskelig å forhandle om nedrustning i området.

Vi mener at Iran høsten 2012 ikke er en kjernevåpenstat. Landet kommer stadig nærmere en "utbruddsevne" (dvs. at det kan velge å bryte forpliktelsene under NPT og utvikle kjernevåpen), men ingenting tyder på at Iran så langt har besluttet å anrike uran til våpenkvalitet og utvikle egne kjernevåpen. Landet kan imidlertid, med Mohamed ElBaradeis ord, kalles en "virtuell kjernevåpenstat." Irans mest håndgripelige kjernevåpenopsjon utgjøres av landets

---

<sup>56</sup> Nord-Korea foretok imidlertid store deler av sin kjernevåpenutvikling mens de fremdeles var bundet av NPT.



anrikningsprogram, men i nær framtid vil også plutoniumveien åpne seg ved oppstart av en tungtvannsreaktor. Landet har allerede ballistiske missiler som kan ramme mesteparten av Midtøsten og det sørøstlige Europa.

Mye tyder på at Syria har hatt et hemmelig plutoniumprogram, som Israel satte en stopper for gjennom bombingene av den påståtte reaktoren i Dair Alzour i 2007. IAEA har fortsatt ikke kommet til bunns i omfanget av dette, og det er derfor vanskelig å si noe konkret om landets muligheter for å utvikle kjernevåpen. Det vil uansett ta en god stund å bygge opp alle nødvendige anlegg, spesielt med tanke på dagens urolige situasjon i Syria.

Iran og Nord-Korea har i mange år samarbeidet tett om missilutvikling, men det er til nå ikke avdekket et eventuelt samarbeid også på kjernevåpensiden. Nord-Korea har imidlertid bistått Syria i byggingen av anlegget i Dair Alzour og har tidligere eksportert flere former for bearbeidet uran. Nord-Korea er en potensiell eksportør av både missiler og teknologi for framstilling av våpenuran og våpenplutonium, selv om lista over aktuelle statlige kjøpere ser ut til å ha blitt kortere.

Et ikke-statlig nettverk med utspring i Pakistans kjernevåpenprogram (det såkalte Khan-nettverket [51]) har sannsynligvis spredd kunnskap om urananrikning og en spesifikk kjernevåpendesign til både Iran og Nord-Korea. Selv om A.Q. Khan selv ble satt i husarrest av Pakistanske myndigheter i 2004 og store deler av nettverket ble rullet opp, er det ikke utenkelig at deler av nettverket fortsatt opererer og har evne og vilje til å selge sin kompetanse til nye kunder.

## Referanser

- [1] S. N. Kile, V. Fedchenko, B. Gopaldaswamy og H. M. Kristensen, "World nuclear forces," SIPRI Yearbook 2011: Armaments, Disarmament and International Security, kapittel 7, <http://www.sipri.org/yearbook/2011/files/SIPRIYB1107-07A.pdf>, oppdatert 2011, lastet ned 11.07.2011.
- [2] S. G. Aalbergsjø, "Uranium enrichment technologies," Forsvarets forskningsinstitutt, FFI-rapport 2008/02376, 2009.
- [3] E. A. Eilertsen, "Nuclear fuel reprocessing," Forsvarets forskningsinstitutt, FFI-notat 2009/00499, 2009.
- [4] H. K. Toft, "Indias kjernevåpenprogram," Forsvarets forskningsinstitutt, FFI-rapport 2003/00460, 2003.
- [5] H. K. Toft og S. Høibråten, "En vurdering av Indias og Pakistans kjernevåpenprogrammer," Forsvarets forskningsinstitutt, FFI-rapport 2004/00801, 2004.
- [6] H. K. Toft, "De kjernefysiske prøvesprengningene i India og Pakistan (1974 og 1998)," Forsvarets forskningsinstitutt, FFI-rapport 2003/00459, 2004.
- [7] H. K. Toft og L. Bokhari, "India og Pakistan – historiske, politiske og tekniske perspektiver på kjernevåpenkonflikten," Forsvarets forskningsinstitutt, FFI-rapport 2004/00906, 2004.
- [8] DAE, "Atomic Energy Establishments in India," DAE, <http://www.dae.gov.in/publ/indmap.htm>, oppdatert 2011, lastet ned 07.09.2011.
- [9] R. Rajaraman, "India's nuclear arms control quandary," *Bulletin of the Atomic Scientists*, March/April 2010, 2010.
- [10] D. Albright og R. Bedi, "India's Gas Centrifuge Enrichment Program: Growing Capacity for Military Purposes," Institute for Science and Global Security (ISIS), 2010.
- [11] P. Brannan, "India Expanding Military Nuclear Site," ISIS, 2010.
- [12] MOD, "Annual Report 2009-10," Indian Ministry of Defence, 2010.
- [13] NTI Global Security Newswire, "India Should Develop ICBMs: Top Officer," Nuclear Threat Initiative, <http://gsn.nti.org>, oppdatert 13.06.2011, lastet ned 20.06.2011.
- [14] NTI Global Security Newswire, "India Weighs Developing ICBM With a 6,200-Mile Reach," Nuclear Threat Initiative, <http://gsn.nti.org>, oppdatert 20.06.2011, lastet ned 20.06.2011.
- [15] "India scraps integrated guided missile programme," *The Hindu*, 09.01.2008.
- [16] N. Mathews: "MBDA Eyes Stronger Ties with India", *Aviation Week*, 08.06.2010.
- [17] N. Mathews: "Joint Indian-Israeli LR-SAM Tested", *Aviation Week*, 14.06.2010.

- [18] "Agni 1/2/3/4", *Jane's Strategic Weapon Systems*, 21.07.2008.
- [19] "Prithvi (SS-150/-250/-350)(P-1/p-2P-3) and Dhanush", *Jane's Strategic Weapon Systems*, 21.07.2008.
- [20] "Sagarika", *Jane's Underwater Warfare Systems*, 22.04.2009.
- [21] "Dhanush/Sagarika (Project K-15)", *Jane's Naval Weapon Systems*, 09.09.2008.
- [22] Y. Mallikarjub, "Dhanush, Prithvi-II test-fired successfully," *The Hindu*, 27.03.2010.
- [23] R. Bedi: "India's Agni III demonstrates 3,500 km range", *Jane's Defence Weekly*, 12.02.2010.
- [24] D. Barrie og N. Mathews: "Su-30MKI To Get Indian Nirbhay Cruise", *Aviation Week*, 10.05.2010.
- [25] H. Kristensen og R. S. Norris, "Indian nuclear forces, 2008," *Bulletin of the Atomic Scientists*, Nov/Dec 2008, pp. 38-40, 2008.
- [26] A. Dutta, "Sarawatt: Agni V will be testfired in 2011," *The Hindu*, 13.09.2010.
- [27] A. M. Krishnan: "India To Test-Fire Agni-V in 2011", *Aviation Week*, 15.09.2010.
- [28] Y. Mallikarjun, "Prithvi-II fails to take off," *The Hindu*, 24.09.2010.
- [29] R. Bedi: "India launches first indigenously built nuclear submarine", *Jane's Defence Weekly*, 29.07.2009.
- [30] R. Pandit, "India set to launch nuclear-powered submarine," *Times of India*, 17.07.2009.
- [31] R. Bedi: "India inducts Brahmos into IAF service", *Jane's Defence Weekly*, 31.03.2010.
- [32] "BrahMos likely to be inducted into Air Force by 2013," *The Hindu*, 25.08.2010.
- [33] "Preparation for super-sonic BrahMos test-firing," *The Hindu*, 04.09.2010.
- [34] IAEA, "Nuclear Technology Review 2010," 2010.
- [35] T. B. Cochran, "Fast Breeder Reactor Programs, History and Status," International Panel on Fissile Materials (IPFM), 8, 2010.
- [36] Z. Mian, A. H. Nayyar, R. Rajaraman og M. V. Ramana, "Fissile materials in South Asia," International Panel on Fissile Materials (IPFM), 1, 2006.
- [37] IAEA, "INFCIRC/754/Add1," i *Addition to The List of Facilities Subject to Safeguards Under the Agreement*, 12.11.2009.
- [38] IAEA, "INFCIRC/754/Add2," i *Addition to The List of Facilities Subject to Safeguards Under the Agreement*, 07.04.2010.
- [39] Nuclear Power Cooperation of India Limited, "Plants Under construction," 2011, <http://www.npcil.nic.in/main/ProjectConstructionDisplay.aspx>.
- [40] Nuclear Power Cooperation of India Limited, "Plants Under Operation," 2011, <http://www.npcil.nic.in/main/AllProjectOperationDisplay.aspx>.

- [41] IAEA, "Nuclear Verification, The Conclusion of Safeguards Agreements and Additional Protocols," i *GOV/2008/30*, International Atomic Energy Agency, 09.07.2008.
- [42] DAE, "Press release 2/2010," Department of Atomic Energy, India, 11.02.2010.
- [43] T. Srinivasa-Raghavan, "India, Canada sign civil nuclear deal," *The Hindu*, 28.06.2010.
- [44] DAE, "Press release 16/2010," Department of Atomic Energy, India, 23.09.2010.
- [45] R. Pandit, "India gets Russian N-sub for 10 years," *Times of India*, 17.05.2010.
- [46] E. Barry, "Russian Sub Returns to Base After Accident That Killed 20," *New York Times*, 09.11.2008.
- [47] "Russia to hand over India nuclear sub by year-end," *The Times of India*, 02.07.2011.
- [48] "India Establishes a Nuclear Command System," *New York Times*, 05.01.2003.
- [49] MOD, "Annual Report 2004-05," Indian Ministry of Defence, 2005.
- [50] H. K. Toft, "Pakistans kjernevåpenprogram," Forsvarets forskningsinstitutt, FFI-rapport 2004/00113, 2004.
- [51] H. Breivik og H. K. Toft, "The A. Q. Khan network," Forsvarets forskningsinstitutt, FFI-rapport 2007/00535, 2007.
- [52] M. Meister og D. Sunhede, "Pakistan - Kärnteknik och kärnvapen," Totalforsvarets forskningsinstitut, FOI-rapport FOI-R--3430--SE, 2012.
- [53] R. S. Norris og H. Kristensen, "Nuclear notebook: Pakistani nuclear forces, 2009," *Bulletin of the Atomic Scientists*, Sept/Oct 2009, pp. 82-89, 2009.
- [54] P. K. Kerr og M. B. Nikitin, "Pakistan's nuclear weapons: Proliferation and security issues," Congressional Research Service, 2009.
- [55] S. N. Kile, V. Fedchenko og H. Kristensen, "World nuclear forces," i *SIPRI Yearbook 2009*, Oxford University Press, 2009, pp. 345-379.
- [56] A. H. Rothman og L. J. Korb, "Pakistan doubles its nuclear arsenal: Is it time to start worrying," *Bulletin of the Atomic Scientists*, <http://www.thebulletin.org>, oppdatert 11.02.2011, lastet ned 16.03.2011.
- [57] D. E. Sanger og E. Schmitt, "Pakistani nuclear arms pose challenge to U.S. Policy," *The New York Times*, <http://www.nytimes.com>, oppdatert 31.01.2011, lastet ned 28.02.2011.
- [58] H. M. Kristensen og R. S. Norris, "Nuclear Notebook: Pakistan's nuclear forces, 2011," *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 67, July 2011, pp. 91-99, 2011.
- [59] D. Albright og P. Brannan, "Pakistan doubling rate of making nuclear weapons: Time for Pakistan to reverse course," Institute for science and international security, <http://www.isis-online.org>, oppdatert 16.05.2011, lastet ned 09.06.2011.
- [60] F. Bokhari, "Senior Pakistani official addresses nuclear security concerns," *Jane's Defence Weekly*, <http://www.janes.com>, oppdatert 06.02.2008, lastet ned 2010.

- [61] IISS, "Nuclear black markets; Pakistan, A.Q.Khan and the rise of proliferation networks," International Institute for Strategic Studies, 2007.
- [62] T. C. Reed og D. B. Stillman, *The nuclear express – A political history of the bomb and its proliferation*, p. 257, Zenith press, 2009, 978-0-7603-3502-4.
- [63] D. Albright, P. Brannan og R. Kelley, "Pakistan expanding Dera Ghazi Khan nuclear site: Time for U.S. to call for limits," Institute for science and international security, <http://www.isis-online.org>, oppdatert 19.05.2009, lastet ned 2010.
- [64] NTI, "Pakistan: Nuclear overview," Nuclear Threat Initiative, [http://www.nti.org/e\\_research/profiles/Pakistan/Nuclear/index.html](http://www.nti.org/e_research/profiles/Pakistan/Nuclear/index.html), oppdatert 06.2009, lastet ned 05.2010.
- [65] International Panel on Fissile Materials (IPFM), "Global Fissile Material Report 2009: A Path to Nuclear Disarmament," Program on Science and Global Security, Princeton University, <http://www.fissilematerials.org/library/gfmr09.pdf>, oppdatert 10.2009.
- [66] NTI Global Security Newswire, "Pakistan prepares to produce new nuke material," Nuclear Threat Initiative, <http://gsn.nti.org>, oppdatert 12.04.2010, lastet ned 13.04.2010.
- [67] P. Brannan, "Steam emitted from second Khushab reactor cooling towers, Pakistan may have started operating second reactor," Institute for science and international security, <http://www.isis-online.org>, oppdatert 24.03.2010, lastet ned 2010.
- [68] D. Albright og P. Brannan, "Pakistan appears to be building a fourth military reactor at the Khushab nuclear site," Institute for science and international security, <http://www.isis-online.org>, oppdatert 09.02.2011, lastet ned 16.03.2011.
- [69] D. Albright og P. Brannan, "Update on Khushab plutonium production reactor construction projects in Pakistan," Institute for science and international security, <http://www.isis-online.org>, oppdatert 23.04.2009, lastet ned 2010.
- [70] Z. Mian, "Pakistan may have completed new plutonium production reactor, Khushab-II," International panel on fissile materials, [www.fissilematerials.org](http://www.fissilematerials.org), oppdatert 28.02.2010, lastet ned 2010.
- [71] D. Albright og P. Brannan, "Pakistan expanding plutonium separation facility near Rawalpindi," Institute for science and international security, <http://www.isis-online.org>, oppdatert 19.05.2009, lastet ned 2010.
- [72] R. Singh, "Pakistan's nuclear & missile weapons programme," Indian Defence Review, [www.indiandefencereview.com/geopolitics/Pakistans-Nuclear-and-Missile-Weapons-Programme](http://www.indiandefencereview.com/geopolitics/Pakistans-Nuclear-and-Missile-Weapons-Programme), oppdatert 11.04.2011, lastet ned 2011.
- [73] O. Heinonen, "Pakistan in nuclear upswing," The Huffington Post, [http://www.belfercenter.ksg.harvard.edu/publication/20907/pakistan\\_in\\_nuclear\\_upswing.html](http://www.belfercenter.ksg.harvard.edu/publication/20907/pakistan_in_nuclear_upswing.html), oppdatert 30.03.2011, lastet ned 03.04.2011.
- [74] "New satellite image of Chasma nuclear site in Pakistan," Institute for science and international security, <http://www.isis-online.org>, oppdatert 09.07.2010, lastet ned 2011.
- [75] "PRIS database," IAEA Research Reactor Database, <http://www.iaea.org/programmes/a2>, oppdatert 10.03.2011, lastet ned 01.05.2012.

- [76] NTI Global Security Newswire, "China defends planned reactor sale to Pakistan," Nuclear Threat Initiative, <http://gsn.nti.org>, oppdatert 13.05.2010, lastet ned 2011.
- [77] M. A. Durrani, "Pakistan's strategic thinking and the role of nuclear weapons," Sandia National Laboratories, SAND 2004-3375P, 2004.
- [78] NTI, "Pakistan: Missile overview," Nuclear Threat Initiative, [http://www.nti.org/e\\_research/profiles/Pakistan/Missile/index.html](http://www.nti.org/e_research/profiles/Pakistan/Missile/index.html), oppdatert 05.2008, lastet ned 05.05.2010.
- [79] S. Ho, "China, Pakistan tout close relations," GlobalSecurity.org, <http://www.globalsecurity.org>, oppdatert 20.05.2011, lastet ned 26.05.2011.
- [80] Jane's Strategic Weapon Systems, "Hatf 7(Babur)," Jane's Strategic Weapon Systems, <http://www.janes.com>, oppdatert 03.08.2009, lastet ned 15.06.2010.
- [81] Jane's Strategic Weapon Systems, "Ra'ad (Hatf-8)," Jane's Strategic Weapon Systems, <http://www.janes.com>, oppdatert 20.08.2009, lastet ned 2010.
- [82] Gazette of Pakistan, "National Command Authority Ordinance, 2007," Extraordinary, Part-I ed 13.12.2007.
- [83] R. Walker, "Pakistan's evolution as a nuclear weapons state - Lt. Gen. Khalid Kidwai's CCC address," Naval post graduate school, <http://www.nps.edu/academics/centers/ccc/news/kidwaiNov06.html>, oppdatert 06.11.2006, lastet ned 16.03.2010.
- [84] J. Medalia, S. A. Kan, P. K. Kerr, C. Migdalovitz, D. E. Mix, M. B. Nikitin og L. A. Nicksch, "Nuclear weapons R&D organizations in nine nations," Congressional Research Service, 2009.
- [85] F. H. Khan, "Comparative strategic culture: The case of Pakistan," *Strategic Insights*, vol. IV, 10, 2005.
- [86] D. G. Kimball, "Pakistan presses case for U.S. nuclear deal," Arms control today, <http://www.armscontrol.org>, oppdatert 2010, lastet ned 2010.
- [87] "Nuclear power in Pakistan," World nuclear association, <http://www.world-nuclear.org/info/inf108.html>, oppdatert 03.2012, lastet ned 01.05.2012.
- [88] "No India-type nuclear deal for Pakistan," Hindustan Times, [www.hindustantimes.com](http://www.hindustantimes.com), oppdatert 08.04.2010, lastet ned 13.04.2010.
- [89] NTI Global Security Newswire, "U.S. says no current plans for nuclear agreement with Pakistan," Nuclear Threat Initiative, <http://gsn.nti.org>, oppdatert 09.04.2010, lastet ned 10.04.2010.
- [90] R. Gaurav og M. Vannoni, "Fissile materials control in South Asia: Regional analyses and potential confidence building measures," Sandia National Laboratories, SAND 2006-0432, 2006.
- [91] F. Bokhari, "Pakistan begins submarine procurement talks with China," Jane's Defence Weekly, <http://www.janes.com>, oppdatert 11.06.2010, lastet ned 15.06.2010.

- [92] W. Ide, "US suspends \$800 million in military aid to Pakistan," GlobalSecurity.org, <http://www.globalsecurity.org/military/library/news/2011/07/mil-110710-voa04.htm?>, oppdatert 10.07.2011, lastet ned 05.08.2011.
- [93] VOA news, "Pakistan's PM voices concern over suspended US military aid," GlobalSecurity.org, <http://www.globalsecurity.org/military/library/news/2011/07/mil-110713-voa16.htm?>, oppdatert 13.07.2011, lastet ned 05.08.2011.
- [94] T. Dodd, "Interview: Pervez Musharraf, president of Pakistan," Jane's Defence Weekly, <http://www.janes.com>, oppdatert 20.02.2008, lastet ned 15.06.2010.
- [95] D. Albright og A. Stricker, "Man charged with exporting U.S. goods to Pakistan's nuclear program," Institute for science and international security, <http://www.isis-online.org>, oppdatert 14.04.2011, lastet ned 09.06.2011.
- [96] H. Kippe, "Nord-Koreas kjernevåpenprogram," Forsvarets forskningsinstitutt, FFI-rapport 2003/00942, 2003.
- [97] D. Albright, "How Much Plutonium Does North Korea Have?," *Bulletin of the Atomic Scientists*, September/October 1994, 1994.
- [98] D. Albright og P. Brannan, "The North Korean Plutonium Stock, February 2007," i *ISIS Report*, 20.02.2007.
- [99] M. ElBaradei, "Implementation of the Safeguards Agreement Between the Agency and the Democratic People's Republic of Korea Pursuant to the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons," i *Report by the Director General (GC(47)/19)*, 13.08.2003.
- [100] D. Albright, F. Berkhout og W. Walker, *Plutonium and highly enriched uranium 1996 - world inventories, capabilities and policies*, p. 19, Stockholm International Peace Research Institute, Oxford University Press, 1997, ISBN 0-19-8290009-2.
- [101] S. S. Hecker, "Report on North Korean Nuclear Program," Center for International Security and Cooperation, Stanford University, 15.11.2006.
- [102] J. S. Dreicer, "How much plutonium could have been produced in the DPRK IRT reactor?," *Science & Global Security*, vol. 8, 3, pp. 315-328, 2000.
- [103] NTI Global Security Newswire, "Rice Presses for North Korean Nuclear Disarmament," Nuclear Threat Initiative, <http://gsn.nti.org>, oppdatert 30.06.2008.
- [104] "N. Korea Plutonium Figures Vary," *The Chosun Ilbo*, 30.06.2008.
- [105] T. B. Cochran og C. E. Paine, "The Amount of Plutonium and Highly-Enriched Uranium Needed for Pure Fission Nuclear Weapons," Natural Resources Defense Council, 13.04.1995.
- [106] KCNA, "DPRK FM on Its Stand to Suspend Its Participation in Six-party Talks for Indefinite Period," 10.02.2005, <http://www.kcna.co.jp/item/2005/200502/news02/11.htm>.
- [107] R. L. Garwin og F. von Hippel, "A Technical Analysis of North Korea's Oct. 9 Nuclear Test," *Arms control today*, Nov. 2006.
- [108] A. Ward og J. Hackett, "North Korea's nuclear test," *IISS Strategic Comments*, vol. 12, 8, Oct. 2006.



- [109] L.-E. De Geer, "Radionuclide Evidence for Low-Yield Nuclear Testing in North Korea in April/May 2010," *Science & Global Security*, vol. 20, 1, pp. 1-29, Mar. 2012.
- [110] J. R. Murphy, B. C. Kohl, J. L. Stevens, T. J. Bennett og H. G. Israelsson, "Exploitation of the IMS and Other Data for a Comprehensive, Advanced Analysis of the North Korean Nuclear Tests," i *2010 Monitoring Research Review: Ground-Based Nuclear Explosions Monitoring Technologies*, 2010.
- [111] O. Dahlman, S. Mykkeltveit og H. Haak, *Nuclear Test Ban - Converting Political Visions to Reality*, Springer, 2009, 978-1-4020-6883-6.
- [112] "Kjernefysisk eksplosjon i Nord-Korea 25. mai 2009," NORSAR, <http://www.jordskjelv.no>, oppdatert 25.05.2009.
- [113] J. Park: "The North Korean nuclear test: What the seismic data says", *Bulletin of the Atomic Scientists*, 26.05.2009.
- [114] F. Ringdal, P. D. Marshall og R. W. Alewine, "Seismic Yield Determination of Soviet Underground Nuclear Explosions at the Shagan River Test Site," *Geophysical Journal International*, 109, pp. 65-77, 1992.
- [115] "Rapportert underjordisk kjernefysisk eksplosjon i Nord-Korea," NORSAR, <http://www.jordskjelv.no>, oppdatert 09.10.2006.
- [116] L. R. Sykes, "Re-Evaluation of Evasion Possibilities for Conducting Nuclear Explosions in Underground Cavities in Former USSR," Phillips Laboratory, Directorate of Geophysics, Air Force Materiel Command, 1996.
- [117] S. Mykkeltveit og F. Ringdal, "Diskusjon med NORSAR," 01.06.2011.
- [118] D. Albright og P. Brannan, "Taking Stock: North Korea's Uranium Enrichment Program," Institute for Science and International Security, 08.10.2010.
- [119] D. Albright, "North Korea," i *Peddling Peril - How the Secret Nuclear Trade Arms America's Enemies*, 1st ed Free Press, 2010, pp. 154-168.
- [120] "ROK - DPRK Joint Declaration of the Denuclearization of the Korean Peninsula," Nuclear Threat Initiative, <http://www.nti.org/db/china/engdocs/snkdenuc.htm>, oppdatert 20.01.1992.
- [121] D. Albright og P. Brannan, "What is North Korea building in the area of the destroyed cooling tower? It bears watching.," i *ISIS Report*, Institute for Science and International Security, 30.09.2010.
- [122] S. S. Hecker, "A Return Trip to North Korea's Yongbyon Nuclear Complex," Center for International Security and Cooperation, Stanford University, 20.11.2010.
- [123] "North Korea Makes Significant Progress in Building New Experimental Light Water Reactor (ELWR)," 38North, <http://38north.org/2011/11/elwr111411/>, oppdatert 14.11.2011.
- [124] Y. Makino, "Pyongyang: No uranium enrichment plant other than Yongbyon," *Asahi Shimbun*, 09.08.2011.
- [125] M. ElBaradei, "Monitoring and Verification in the Democratic People's Republic of Korea," i *GOV/2007/36*, 03.07.2007.

- [126] M. ElBaradei, "Application of Safeguards in the Democratic People's Republic of Korea (DPRK)," i *GOV/2009/45-GC(53)/13*, IAEA, 30.07.2009.
- [127] D. Pinkston, "The North Korean Ballistic Missile Program," Strategic Studies Institute, U.S. Army War College, 2008.
- [128] "Report of the Panel of Experts established pursuant to resolution 1874 (2009)," United Nations Security Council, 12.05.2011.
- [129] M. Schiller og R. H. Schmucker, "The Assumed KN-08 Technology," i *Addendum to the April 18, 2012 Paper "A Dog And Pony Show"*, Schmucker Technologie, 26.04.2012.
- [130] International Crisis Group, "North Korea's Nuclear and Missile Programs," 168, 2009.
- [131] S. A. Hildreth, "North Korean Ballistic Missile Threat to the United States," Congressional Research Service, 2009.
- [132] H. Kippe, "Irans kjernefysiske program - for kraftproduksjon eller kjernevåpen?," Forsvarets forskningsinstitutt, FFI-rapport 2009/00083, 2008.
- [133] W. J. Broad, J. Glanz og D. E. Sanger, "Iran Fortifies Its Arsenal With the Aid of North Korea," *The New York Times*, 28.11.2010.
- [134] J. Chipman, "Iran's Ballistic Missile Capabilities," i *A Net Assessment*, The International Institute for Strategic Studies, 10.05.2010.
- [135] United Nations Security Council, "Resolution 1695 (2006)," i *S/RES/1695 (2006)*, 15.07.2006.
- [136] D. Wright og T. A. Postol, "A post-launch examination of the Unha-2," Bulletin of the Atomic Scientists, <http://thebulletin.org/web-edition/features/post-launch-examination-of-the-unha-2>, oppdatert 29.06.2009, lastet ned 2009.
- [137] United Nations Security Council, "Resolution 1874 (2009)," i *S/RES/1874 (2009)*, 12.06.2009.
- [138] "Taepo Dong 2," i *Jane's Strategic Weapons Systems*, IHS Jane's: Defence & Security Intelligence & Analysis, 28.07.2011.
- [139] D. Richardson: "North Korea completes Tongchang-ni launch tower", *Jane's Missiles and Rockets*, 08.03.2011.
- [140] D. Wright, "Questions about the Unha-3 Failure," 38 North, <http://38north.org/2012/05/dwright050412/>, oppdatert 04.05.2012.
- [141] C. Sang-Hun og D. E. Sanger, "Rocket Failure May Be Test of North Korean Leader's Power," *The New York Times*, 13.04.2012.
- [142] M. Schiller og R. H. Schmucker, "A Dog And Pony Show," i *North Korea's New ICBM*, Schmucker Technologie, 18.04.2012.
- [143] N. Hansen, "North Korea's New Long-Range Missile: Fact or Fiction?," 38 North, <http://38north.org/2012/05/nhansen050412/>, oppdatert 04.05.2012.

- [144] "Joint Statement of the Fourth Round of the Six-Party Talks, Beijing 19 September 2005," U.S. Department of State, <http://www.state.gov/p/eap/regional/c15455.htm>, oppdatert 2005.
- [145] D. Lague og D. Greenlees, "Squeeze on Banco Delta Asia hit North Korea where it hurt," *The New York Times*, 18.01.2007.
- [146] United Nations Security Council, "Resolution 1718 (2006)," i *S/RES/1718 (2006)*, 14.10.2006.
- [147] "Initial Actions for the Implementation of the Joint Statement," Ministry of Foreign Affairs of the People's Republic of China, <http://www.fmprc.gov.cn/eng/zxxx/t297463.htm>, oppdatert 13.02.2007.
- [148] E. Cody, "N. Korea Shuttters Nuclear Facility," *The Washington Post*, 15.07.2007.
- [149] M. ElBaradei, "Application of Safeguards in the Democratic People's Republic of Korea (DPRK)," i *GOV/2007/45-GC(51)/19*, IAEA, 17.08.2007.
- [150] C. Sang-Hun, "North Korea Destroys Tower at Nuclear Site," *The New York Times*, 28.06.2008.
- [151] D. Albright og P. Brannan, "Disabling DPRK Nuclear Facilities," i *Working Paper*, United States Institute of Peace, 23.10.2007.
- [152] S. S. Hecker, "Denuclearizing North Korea," *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 64, 2, pp. 44-49, 61-62, May 2008.
- [153] J. Acton, "Verifying North Korea's Nuclear Programme: Technical Options and Policy Choices," 2009.
- [154] D. Albright, P. Brannan og J. Shire, "North Korea's Plutonium Declaration: A Starting Point for an Initial Verification Process," Institute for Science and International Security, 10.01.2008.
- [155] G. Kessler, "Uranium Traces Found on N. Korean Tubes," *The Washington Post*, 21.12.2007.
- [156] G. Kessler, "New Data Found On North Korea's Nuclear Capacity," *The Washington Post*, 21.06.2008.
- [157] "Statement by the President of the Security Council," i *S/PRST/2009/7*, United Nations Security Council, 13.04.2009.
- [158] NTI Global Security Newswire, "North Korea Wants to Sell South Unused Fuel Rods: Sources," Nuclear Threat Initiative, <http://gsn.nti.org>, oppdatert 30.09.2011.
- [159] "DPRK Foreign Ministry Spokesman on Result of DPRK - U.S. Talks," Korean Central News Agency, 29.02.2012.
- [160] "Statement by the President of the Security Council," i *S/PRST/2012/13*, United Nations Security Council, 16.04.2012.
- [161] S. Erlanger, "Doctor Confirms Kim Jong-il Stroke," *The New York Times*, 11.12.2008.
- [162] M. S. Ahn, "After Kim Jong-il," *Bulletin of the Atomic Scientists*, Nov. 2009.

- [163] C. Sang-Hun og D. E. Sanger, "Kim Jong-il, North Korean Dictator, Dies," *The New York Times*, 19.12.2011.
- [164] A. Mansourov, "Part II: The Kim Family Reigns: Preserving the Monarchy and Strengthening the Party-State," 38 North, <http://38north.org/2012/12/amansourov121912/>, oppdatert 19.12.2012.
- [165] D. E. Sanger og T. Shanker, "U.S. Sees North Korea as Rattling Sabers for Heir," *The New York Times*, 13.08.2010.
- [166] "China, the Enabler," *The New York Times*, 02.12.2010.
- [167] "Statement by the President of the Security Council," i *S/PRST/2010/13*, United Nations Security Council, 09.07.2010.
- [168] D. K. Nanto, "North Korea: Chronology of Provocations, 1950 - 2003," i *Report for Congress*, Congressional Research Service, 18.03.2003.
- [169] "Factbox: What is the Korean Northern Limit Line?," Reuters, <http://www.reuters.com/article/2010/11/23/us-korea-north-nll-idUSTRE6AM2O820101123>, oppdatert 23.11.2010.
- [170] M. McDonald, "'Crisis Status' in South Korea After North Shells Island," *The New York Times*, 23.11.2010.
- [171] B. C. Lee, "South Korea on the Fence: Nukes or No Nukes?," 38 North, <http://38north.org/2011/09/bclee093011/>, oppdatert 30.09.2011.
- [172] D. E. Sanger, "U.S. Said to Turn Back North Korea Missile Shipment," *The New York Times*, 12.06.2011.
- [173] J. Pollack, "Ballistic Trajectory - The Evolution of North Korea's Ballistic Missile Market," 18 ed 07.2011.
- [174] D. E. Sanger og W. J. Broad, "Evidence Is Cited Linking Koreans to Libya Uranium," *The New York Times*, 23.05.2004.
- [175] G. Kessler, "North Korea May Have Sent Libya Nuclear Material, U.S. Tells Allies," *The Washington Post*, 02.02.2005.
- [176] NTI Global Security Newswire, "Syria Received North Korean 'Yellowcake' Uranium, Report Says," Nuclear Threat Initiative, <http://gsn.nti.org>, oppdatert 01.03.2010.
- [177] J. Pollack, "North Korea's Nuclear Exports: On What Terms?," 38 North, <http://38north.org/2010/10/north-koreas-nuclear-exports-on-what-terms/>, oppdatert 14.10.2010.
- [178] The Security Council Committee established pursuant to resolution 1718 (2006), "List of Entities, Goods and Individuals Subject to the Measures Imposed by Paragraph 8 of Resolution 1718 (2006)," United Nations, <http://www.un.org/sc/committees/1718/pdf/List%2016%20July%202009.pdf>, oppdatert 16.07.2009.
- [179] P.-A. Krüger, "Gefährliche Hilfe aus Pjöngjang," *Süddeutsche Zeitung*, 24.08.2011.

- [180] A. Cohen, "The bomb that never is," *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 56, May/June 2000, pp. 22-23, 2000.
- [181] A. Cohen, *Israel and the Bomb*, Columbia University Press, New York, 1998.
- [182] "MIDDLE EAST: Violent Week: The Politics of Death," TIME Magazine, <http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,914023,00.html>, oppdatert 12.04.1976, lastet ned 04.09.2011.
- [183] A. Cohen, *The Worst-Kept Secret: Israel's Bargain with the Bomb*, Columbia University Press, New York, 2010.
- [184] S. M. Hersh, *The Samson Option: Israel's Nuclear Arsenal and American Foreign Policy*, Random House, New York, 1991.
- [185] "Minutes of meeting between Shimon Peres and John F. Kennedy at the White House 2 April 1963 (English translation from Hebrew)," dokument i det israelske statsarkivet, <http://www.gwu.edu/~nsarchiv/israel/documents/hebrew/>, oppdatert 1963, lastet ned 15.07.2011.
- [186] H. M. Kristensen og J. Handler, "World nuclear forces," SIPRI Yearbook 2002: Armaments, Disarmament and International Security, appendix 10A, <http://www.sipri.org/yearbook/2002/files/SIPRIYB0210A.pdf>, oppdatert 2002, lastet ned 07.07.2011.
- [187] "Strategic Israel - The arsenal of an undeclared nuclear power," MSNBC International News, [http://www.msnbc.com/news/wld/graphics/strategic\\_israel\\_dw.htm](http://www.msnbc.com/news/wld/graphics/strategic_israel_dw.htm) (senere fjernet), oppdatert 2004, lastet ned 18.08.2004.
- [188] "Israel Research Reactor 1 (IRR1)," Soreq NRCs engelske hjemmeside, [http://www.soreq.gov.il/default\\_EN.asp](http://www.soreq.gov.il/default_EN.asp), oppdatert 2004, lastet ned 06.07.2011.
- [189] "Research Reactor Database," IAEA Research Reactor Database, <http://nucleus.iaea.org/RRDB/RR/ReactorSearch.aspx?rf=1>, oppdatert 2011, lastet ned 21.06.2011.
- [190] "Minutes of meeting of top policy staff at the Israeli Foreign Ministry chaired by Golda Meir 13 June 1963 (English translation from Hebrew)," dokument i det israelske statsarkivet, <http://www.gwu.edu/~nsarchiv/israel/documents/hebrew/>, oppdatert 1963, lastet ned 15.07.2011.
- [191] NTI, "Israel: Nuclear Facilities," Nuclear Threat Initiative, [http://www.nti.org/e\\_research/profiles/Israel/Nuclear/facilities.html](http://www.nti.org/e_research/profiles/Israel/Nuclear/facilities.html), oppdatert 01.2011, lastet ned 05.04.2011.
- [192] "Slik gikk tungtvannssalget til," NRK Brennpunkt, <http://www.nrk.no/programmer/tv/brennpunkt/1.907247>, oppdatert 06.12.2005, lastet ned 04.09.2011.
- [193] "Norsk utstyr til Israels atomvåpen," NRK Brennpunkt, <http://www.nrk.no/programmer/tv/brennpunkt/609438.html>, oppdatert 03.01.2001, lastet ned 06.05.2003.
- [194] T. Hvinden, "Muligheten for anvendelse av tungtvann for militære formål," Forsvarets forskningsinstitutt, teknisk notat 59/TN-F-15, 1959.

- [195] M. V. Ramana, A. D'Sa og A. K. N. Reddy, "Economics of Nuclear Power from Heavy Water Reactors," *Economic and Political Weekly*, 23 April 2005, pp. 1763-1773, Apr. 2005.
- [196] "HIGH SEAS: Uranium: The Israeli Connection," *TIME Magazine*, <http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,914952,00.html>, oppdatert 30.05.1977, lastet ned 07.09.2011.
- [197] "Revealed - the secrets of Israel's nuclear arsenal / Atomic technician Mordechai Vanunu reveals secret weapons production," *Times Online: Mordechai Vanunu: The Sunday Times Articles*, <http://www.thetimes.co.uk/tto/news/article1898540.ece>, oppdatert 21.04.2004, lastet ned 27.01.2009.
- [198] F. Barnaby, "The Nuclear Arsenal in the Middle East," *Journal of Palestine Studies*, vol. 17, 1, pp. 97-106, 1987.
- [199] F. Barnaby, "Expert Opinion Of Charles Frank Barnaby In The Matter Of Mordechai Vanunu," Skriftlig vitneforklaring, <http://www.fas.org/nuke/guide/Israel/barnaby.pdf>, oppdatert 14.06.2004, lastet ned 06.09.2011.
- [200] H. Hough, "Israel's Nuclear Infrastructure," *Jane's Intelligence Review*, November 1994, pp. 508-511, 1994.
- [201] G. H. Mauth, "Alert 747," Sandia National Laboratories, Rapport nr. RS 1243/80/12, 1980.
- [202] J. Ruina, L. Alvarez, W. Donn, R. Garwin, R. Giacconi, R. Muller, W. Panofsky, A. Peterson og F. W. Sarles, "Ad Hoc Panel Report on the September 22 Event," Executive Office of the President, Office of Science and Technology Policy, Washington D.C., Report of the Ruina Panel, 1980.
- [203] E. M. Jones, R. W. Whitaker, H. G. Horak og J. W. Kodis, "Low-Yield Nuclear Explosion Calculations: The 9/22/79 VELA Signal (U)," Los Alamos National Laboratories, USA, Rapport nr. LA-9062, 1982.
- [204] "The 22 September 1979 Event," Director of Central Intelligence, USA, Interagency Intelligence Memorandum NI IIM 79-10028, 1979.
- [205] United States Department of State, "South Atlantic Nuclear Event (S)," National Security Council, USA, Discussion Paper, 1979.
- [206] M. Normark, A. Lindblad, A. Norqvist, B. Sandström og L. Waldenström, "Israel and WMD: Incentives and Capabilities," FOI, Sverige, FOI-R--1734--SE, 2005.
- [207] E. Enger, "South Africa's nuclear weapons programme," Forsvarets forskningsinstitutt, FFI-rapport 2008/00696, 2008.
- [208] United Nations Office for Disarmament Affairs, "Treaty Banning Nuclear Weapons in the Atmosphere, in Outer Space and Under Water," United Nations Office for Disarmament Affairs, [http://disarmament.un.org/treaties/t/test\\_ban](http://disarmament.un.org/treaties/t/test_ban), oppdatert 2012, lastet ned 25.10.2012.
- [209] "Offensive weapons, Israel - Jericho 1/2/3 (YA-1/YA-3)," Jane's Strategic Weapon Systems, <http://search.janes.com/Search/>, oppdatert 10.08.2010, lastet ned 12.07.2011.



- [210] R. S. Norris, W. M. Arkin, H. Kristensen og J. Handler, "Nuclear notebook: Israeli nuclear forces, 2002," *Bulletin of the Atomic Scientists*, Sept/Oct 2002, pp. 73-75, 2002.
- [211] "Prospects for Further Proliferation of Nuclear Weapons," Special National Intelligence Estimate (opprinnelig Top Secret, nå delvis avgradert), 1974.
- [212] "Space launch vehicles - Orbital, Israel - Shavit," Jane's Space Systems and Industry, <http://search.janes.com/Search/>, oppdatert 28.09.2010, lastet ned 12.07.2011.
- [213] "Spacecraft - Defence, Israel - Ofeq series," Jane's Space Systems and Industry, <http://search.janes.com/Search/>, oppdatert 06.12.2010, lastet ned 12.07.2011.
- [214] "Aircraft - Fixed wing - Military, United States - Boeing F-15E Eagle," Jane's All the World's Aircraft, <http://search.janes.com/Search/>, oppdatert 13.06.2011, lastet ned 11.07.2011.
- [215] "Submarine forces, Israel," Jane's Underwater Warfare Systems, <http://search.janes.com/Search/>, oppdatert 07.01.2011, lastet ned 08.07.2011.
- [216] "Submarine and submersible designs, Germany - Dolphin class," Jane's Underwater Warfare Systems, <http://search.janes.com/Search/>, oppdatert 14.10.2010, lastet ned 08.07.2011.
- [217] "Letter from President Kennedy to Mr. Levi Eshkol, Prime Minister of Israel," dokument i det israelske statsarkivet, <http://www.gwu.edu/~nsarchiv/israel/documents/exchange/>, oppdatert 05.07.1963, lastet ned 25.10.2012.
- [218] "Dommernes bok, kapittel 16," Bibelen, <http://www.youversion.com/no/bible/29/jdg.16.bm11>, oppdatert 2011, lastet ned 06.12.2012.
- [219] H. Kippe, "How to play nuclear hide-and-peek with Iran (unntatt offentlighet)," Forsvarets forskningsinstitutt, FFI-rapport 2010/02490, 2010.
- [220] H. S. Heireng, M. Moezzi og H. Kippe, "New multilateral approaches solving the nuclear energy dispute with Iran," Forsvarets forskningsinstitutt, FFI-rapport 2011/00005, 2012.
- [221] T. M. Willig, "Feasibility and benefits of converting the Iranian heavy water research reactor IR-40 to a more proliferation-resistant reactor," Forsvarets forskningsinstitutt, FFI-rapport 2011/02283, 2011.
- [222] T. M. Willig, C. Futsaether og H. Kippe, "Converting the Iranian heavy water reactor IR-40 to a more proliferation-resistant reactor," *Science & Global Security*, vol. 20, 2/3, pp. 97-116, 2012.
- [223] "Iran Country Profile," Library of Congress, <http://www.loc.gov/item/2009583341>, oppdatert 2009, lastet ned 2011.
- [224] "Agreement Between Iran and The International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards in Connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons," i *INFCIRC/214*, IAEA, 13.12.1974.
- [225] IAEA, "Model Protocol Additional to the Agreement(s) Between State(s) and the International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards," i *INFCIRC/540*, International Atomic Energy Agency, 01.09.1997.



- [226] W. J. Broad, "Iran Claims Advance With Uranium From Its Own Mine," *The New York Times*, 05.12.2010.
- [227] Y. Amano, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement and relevant provisions of Security Council resolutions in the Islamic Republic of Iran," i *Report by the Director General (GOV/2012/23)*, IAEA, 25.05.2012.
- [228] D. Albright, A. Stricker og C. Walrond, "ISIS Analysis of IAEA Iran Safeguards Report," i *ISIS Report*, Institute for Science and International Security, 25.05.2012.
- [229] D. Albright og C. Walrond, "Performance of the IR-1 Centrifuge at Natanz," i *ISIS Report*, Institute for Science and International Security, 18.10.2011.
- [230] D. Albright og M. Hibbs, "Iraq's shop-till-you-drop nuclear program," *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 48, 3, pp. 32-33, Apr. 1992.
- [231] D. Albright og C. Walrond, "Iran's Advanced Centrifuges," i *ISIS Report*, Institute for Science and International Security, 18.10.2011.
- [232] "Iran begins making carbon fiber, despite ban," *AFP/NOW Lebanon*, 27.08.2011.
- [233] Y. Amano, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement and relevant provisions of Security Council resolutions in the Islamic Republic of Iran," i *Report by the Director General (GOV/2011/54)*, IAEA, 02.09.2011.
- [234] D. Albright, P. Brannan, A. Stricker, C. Walrond og H. Wood, "Preventing Iran from getting nuclear weapons: Constraining its future nuclear options," Institute for Science and International Security, 05.03.2012.
- [235] "President's speech in National Nuclear Festival," Presidency of the Islamic Republic of Iran, <http://www.president.ir/en/21072>, oppdatert 10.04.2010.
- [236] "Iran to Mass-Produce 2nd Generation of Centrifuges," *Fars News Agency*, 11.04.2010.
- [237] Y. Amano, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement and relevant provisions of Security Council resolutions in the Islamic Republic of Iran," i *Report by the Director General (GOV/2012/9)*, IAEA, 24.02.2012.
- [238] H. G. Wood, A. Glaser, og R. S. Kemp: "The gas centrifuge and nuclear weapons proliferation", *Physics Today*, 01.09.2008.
- [239] "The Fourth National Nuclear Festival," Presidency of the Islamic Republic of Iran, <http://www.president.ir/en/21070>, oppdatert 09.04.2009.
- [240] A. Glaser, "Characteristics of the Gas Centrifuge for Uranium Enrichment and Their Relevance for Nuclear Weapon Proliferation," *Science and Global Security*, vol. 16, 1-2, pp. 1-25, 2008.
- [241] "Visit to Natanz nuclear site," Presidency of the Islamic Republic of Iran, <http://www.president.ir/en/9172>, oppdatert 08.04.2008.
- [242] E. Follath og H. Stark, "The Story of 'Operation Orchard' - How Israel Destroyed Syria's Al Kibar Nuclear Reactor," *Der Spiegel*, 11.02.2009.
- [243] H. Cooper og M. Mazzetti, "Cryptic Iranian Note Ignited an Urgent Nuclear Strategy Debate," *The New York Times*, 26.09.2009.

- [244] IAEA Board of Governors, "Implementation of the NPT safeguards agreement and relevant provisions of Security Council resolutions 1737 (2006), 1747 (2007), 1803 (2008) and 1835 (2008) in the Islamic Republic of Iran," i *Resolution adopted by the Board of Governors on 27 November 2009 (GOV/2009/82)*, IAEA, 27.11.2009.
- [245] United Nations Security Council, "Resolution 1929 (2010)," i *S/RES/1929 (2010)*, 09.06.2010.
- [246] Y. Amano, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement and relevant provisions of Security Council resolutions in the Islamic Republic of Iran," i *Report by the Director General (GOV/2011/65)*, IAEA, 08.11.2011.
- [247] Y. Amano, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement and relevant provisions of Security Council resolutions 1737 (2006), 1747 (2007), 1803 (2008) and 1835 (2008) in the Islamic Republic of Iran," i *Report by the Director General (GOV/2010/10)*, IAEA, 18.02.2010.
- [248] "New generation of centrifuges to be installed at Fordo," *Mehr News Agency*, 08.06.2011.
- [249] D. Albright, P. Brannan og A. Stricker, "Will Fereydoun Abbasi-Davani lead Iran to nuclear weapons?," i *ISIS Report*, Institute for Science and International Security, 24.06.2011.
- [250] F. Dahl, "Iran starts nuclear work in mountain bunker: diplomats," *Reuters*, 09.01.2012.
- [251] D. Williams, P. Stewart og F. Dahl, "Iran nuclear sites may be beyond reach of "bunker busters"," *Reuters*, 13.01.2012.
- [252] "Videos deepen mystery over Iran nuclear scientist Amiri," BBC News, <http://www.bbc.co.uk/news/10264193.stm>, oppdatert 08.06.2010.
- [253] "Mystery over Iranian researcher," BBC News, [http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle\\_east/8296923.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle_east/8296923.stm), oppdatert 08.10.2009.
- [254] D. E. Sanger og M. Mazzetti, "U.S. Says Scientist Aided C.I.A. While Still in Iran," *The New York Times*, 15.07.2010.
- [255] H. Tomlinson, "Iran nuclear scientist in US defection case 'charged with treason'," *The Times*, 30.03.2011.
- [256] S. Ghazi, "Iran atomic chief says fuel swap talks over: IRNA," *AFP*, 29.08.2011.
- [257] M. ElBaradei, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement in the Islamic Republic of Iran," i *Report by the Director General (GOV/2003/75)*, IAEA, 10.11.2003.
- [258] Y. Amano, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement and relevant provisions of Security Council resolutions in the Islamic Republic of Iran," i *Report by the Director General (GOV/2010/46)*, IAEA, 06.09.2010.
- [259] M. ElBaradei, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement in the Islamic Republic of Iran," i *Report by the Director General (GOV/2004/34)*, IAEA, 01.06.2004.
- [260] "Good nuclear news, Iran possesses laser enrichment technology," Presidency of The Islamic Republic of Iran News Service, <http://www.president.ir/en/?ArtID=20255>, oppdatert 07.02.2010.

- [261] W. J. Broad, "Laser Advances in Nuclear Fuel Stir Terror Fear," *The New York Times*, 20.08.2011.
- [262] "Iran's Nuclear, Chemical and Biological Capabilities," i *IISS Strategic Dossier*, The International Institute for Strategic Studies, 01.02.2011.
- [263] "Convention on Nuclear Safety," i *INFCIRC/449*, International Atomic Energy Agency, 05.07.1994.
- [264] Y. Amano, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement and relevant provisions of Security Council resolutions in the Islamic Republic of Iran," i *Report by the Director General (GOV/2011/7)*, IAEA, 25.02.2011.
- [265] Y. Amano, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement and relevant provisions of Security Council resolutions in the Islamic Republic of Iran," i *Report by the Director General (GOV/2011/29)*, IAEA, 24.05.2011.
- [266] Y. Amano, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement and relevant provisions of Security Council resolutions 1737 (2006), 1747 (2007), 1803 (2008) and 1835 (2008) in the Islamic Republic of Iran," i *Report by the Director General (GOV/2010/28)*, IAEA, 31.05.2010.
- [267] D. Albright, "Khan's First Customers - Iran and Iraq," i *Peddling Peril - How the Secret Nuclear Trade Arms America's Enemies*, 1st ed Free Press, 2010.
- [268] D. Albright, P. Brannan, M. Gorwitz og A. Stricker, "Iran's Work and Foreign Assistance on a Multipoint Initiation System for a Nuclear Weapons," i *ISIS Report*, Institute for Science and International Security, 13.11.2011.
- [269] M. ElBaradei, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement in the Islamic Republic of Iran," i *Report by the Director General (GOV/2004/83)*, IAEA, 15.11.2004.
- [270] M. ElBaradei, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement in the Islamic Republic of Iran," i *Report by the Director General (GOV/2003/40)*, IAEA, 06.06.2003.
- [271] United Nations Security Council, "Resolution 1803 (2008)," i *S/RES/1803 (2008)*, 03.03.2008.
- [272] United Nations Security Council, "Resolution 1737 (2006)," i *S/RES/1737 (2006)*, 27.12.2006.
- [273] United Nations Security Council, "Resolution 1747 (2007)," i *S/RES/1747 (2007)*, 24.03.2007.
- [274] "Iran Plans to Build Nuclear-Fueled Submarines," Fars News, <http://english.farsnews.com/newstext.php?nn=9103081864>, oppdatert 12.06.2012.
- [275] M. Elleman, "Containing Iran's Missile Threat," *Survival: Global Politics and Strategy*, vol. 54, 1, pp. 119-126, Jan. 2012.
- [276] "Ballistic and Cruise Missile Threat," National Air and Space Intelligence Center (Wright-Patterson Air Force Base), NASIC-1031-0985-09, 2009.
- [277] S. A. Hildreth, "Iran's Ballistic Missile Programs: An Overview," Congressional Research Service, 2009.

- [278] D. Mistry, "European Missile Defence: Assessing Iran's ICBM Capabilities," *Arms control today*, oktober, 2007.
- [279] U. Rubin, "New Developments in Iran's Missile Capabilities: Implications Beyond the Middle East," 9 ed 25.08.2009.
- [280] "Final report of the Panel of Experts established pursuant to resolution 1929 (2010)," United Nations Security Council, 07.05.2011.
- [281] "Iran tests new long-range missile," BBC News, [http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/2/hi/middle\\_east/7725951.stm](http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/2/hi/middle_east/7725951.stm), oppdatert 13.11.2008.
- [282] D. Richardson: "Iran releases data on its ballistic missiles", *Jane's Missiles and Rockets*, 22.11.2011.
- [283] D. Richardson: "Upgraded Sejil-2 missile test-fired successfully", *Jane's Missiles and Rockets*, 30.12.2009.
- [284] D. Richardson: "Iran launches two-stage Sejjil-2", *Jane's Missiles and Rockets*, 01.06.2009.
- [285] D. C. Isby, "Iranian missile technology more advanced than North Korea's," *Jane's Missiles and Rockets*, Sept. 2009.
- [286] L. Gelfand, "Iran tests missiles amid suspicion of nuclear goals," *Jane's Defence Weekly*, June 2011.
- [287] W. J. Broad, "Iran Unveils Missile Silos as It Begins War Games," *The New York Times*, 27.06.2011.
- [288] D. Richardson: "Iran claims to have deployed silo-based ballistic missiles", *Jane's Missiles and Rockets*, 04.07.2011.
- [289] "Iran Unvelis Underground Missiles Silos (sic.)," YouTube, <http://www.youtube.com/watch?v=17sslzGKo7w>, oppdatert 27.06.2011.
- [290] D. Richardson: "New data emerges for Iran's Qiam missile", *Jane's Missiles and Rockets*, 04.08.2011.
- [291] W. J. Broad, "After Delay, Iranians Launch a Satellite," *The New York Times*, 15.06.2011.
- [292] "Iran to launch satellite by home-built carrier," Iranian Students' News Agency, <http://www.isna.ir/ISNA/NewsView.aspx?ID=News-1949782&Lang=E>, oppdatert 14.02.2012.
- [293] NTI Global Security Newswire, "Iran Delays Space Rocket Launch," Nuclear Threat Initiative, <http://gsn.nti.org>, oppdatert 04.10.2011.
- [294] S. Shane, "Adversaries of Iran Said to Be Stepping Up Covert Actions," *The New York Times*, 11.01.2012.
- [295] D. Albright, "Libya: A Major Sale at Last," i *Peddling Peril - How the Secret Nuclear Trade Arms America's Enemies*, 1st ed Free Press, 2010, pp. 150-153.

- [296] D. Albright, "Technical Note: Annual Future Low-Enriched Uranium Fuel Requirement for the Tehran Research Reactor," i *ISIS Report*, Institute for Science and International Security, 07.10.2009.
- [297] A. A. Soltanieh, "Communication dated 3 December 2009 received from the Permanent Mission of the Islamic Republic of Iran to the Agency concerning statements made by the Islamic Republic of Iran in the Board of Governors," IAEA, <http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/2009/infcirc779.pdf>, oppdatert 07.12.2009.
- [298] D. E. Sanger, "Iran Deal Would Slow Making of Nuclear Bombs," *The New York Times*, 22.10.2009.
- [299] L. Bobot og T. Coville, "La menace est-elle la solution avec l'Iran?," *Les Echos*, 30.03.2010.
- [300] S. Erlanger, "Iran Talks Set to Resume," *The New York Times*, 20.01.2011.
- [301] M. ElBaradei, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement and relevant provisions of Security Council resolutions 1737 (2006), 1747 (2007), 1803 (2008) and 1835 (2008) in the Islamic Republic of Iran," i *Report by the Director General (GOV/2009/74)*, IAEA, 16.11.2009.
- [302] M. Mottaki, A. Davutoglu og C. Amorim, "Nuclear fuel declaration by Iran, Turkey and Brazil," BBC News, [http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle\\_east/8686728.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle_east/8686728.stm), oppdatert 17.05.2010.
- [303] O. Heinonen, "Can the Nuclear Talks With Iran Be Saved?," *Foreign Policy*, Jan. 2011.
- [304] "Abbasi-Davani Interview on Iran's 20 Percent Enrichment," Institute for Science and International Security, *ISIS Report*, 2011.
- [305] P. Hafezi, "Iran trumpets atom advances, deepening standoff with West," *Reuters*, 15.02.2012.
- [306] M. Hibbs, "Who Wants Diplomacy on Iran?," Carnegie Endowment for International Peace, <http://www.carnegieendowment.org/2011/12/01/who-wants-diplomacy-on-iran/7yhs>, oppdatert 01.12.2011.
- [307] NTI Global Security Newswire, "Russia Proposes "Phased" Resolution of Iran Nuclear Standoff," Nuclear Threat Initiative, <http://gsn.nti.org>, oppdatert 14.07.2011.
- [308] J. Vinocur, "Who Stands With Iran's Opposition?," *The New York Times*, 31.01.2011.
- [309] IAEA, "Communications Received from the Permanent Mission of the Netherlands regarding Certain Member States' Guidelines for the Export of Nuclear Material, Equipment and Technology," i *INFCIRC/254/Rev.10/Part 1*, International Atomic Energy Agency, 26.07.2011.
- [310] IAEA, "Communications Received from Certain Member States Regarding Guidelines for Transfers of Nuclear-related Dual-use Equipment, Materials, Software and Related Technology," i *INFCIRC/254/Rev.8/Part 2*, International Atomic Energy Agency, 30.06.2010.

- [311] D. E. Sanger, "Easing Stance, Iran Offers Inspectors 'Supervision' of Nuclear Program," *The New York Times*, 05.09.2011.
- [312] A. A. Soltanieh, "Communication dated 9 May 2011 received from the Permanent Mission of the Islamic Republic of Iran to the Agency regarding the Report of the Director General on Implementation of Safeguards in Iran," IAEA, <http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/2011/infcirc823.pdf>, oppdatert 28.07.2011.
- [313] R. Gladstone, "Tough Iran Penalty Clears Senate Banking Panel," *The New York Times*, 02.02.2012.
- [314] "An overview of O.F.A.C. Regulations involving Sanctions against Iran," U.S. Department of the Treasury - Office of Foreign Assets Control, <http://www.treasury.gov/resource-center/sanctions/Programs/Documents/iran.pdf>, oppdatert 23.01.2012.
- [315] J. Marcus, "EU Iran sanctions: Ministers adopt Iran oil imports ban," BBC News, <http://www.bbc.co.uk/news/world-europe-16674660>, oppdatert 23.01.2012.
- [316] "A worm in the centrifuge," *The Economist*, 30.09.2010.
- [317] NTI Global Security Newswire, "Stuxnet Computer Worm Said Vetted in Israel," Nuclear Threat Initiative, <http://gsn.nti.org>, oppdatert 18.01.2011.
- [318] D. E. Sanger, "Obama Order Sped Up Wave of Cyberattacks Against Iran," *The New York Times*, 01.06.2012.
- [319] W. J. Broad, J. Markoff og D. E. Sanger, "Israeli Test on Worm Called Crucial in Iran Nuclear Delay," *The New York Times*, 15.01.2011.
- [320] D. E. Sanger, "Iran Moves to Shelter Its Nuclear Fuel Program," *The New York Times*, 01.09.2011.
- [321] "Stuxnet Worm Targets Automated Systems for Frequency Converters: Are Iranian Centrifuges the Target?," Institute for Science and International Security, ISIS Report, 2010.
- [322] H. Jaseb, "Iran says has detected Duqu computer virus," *Reuters*, 13.11.2011.
- [323] "Iran makes arrests over nuclear scientist murders," *The Telegraph*, 03.12.2010.
- [324] "Bouncing back?," *The Economist*, 17.02.2011.
- [325] M. Normark, A. Lindblad, A. Norqvist, B. Sandström og L. Waldenström, "Syria and WMD - Incentives and Capabilities," FOI, Sverige, FOI-R-1290-SE, 2004.
- [326] G. Kessler, "N. Korea, Syria May Be at Work on Nuclear Facility," *The Washington Post*, 13.09.2007.
- [327] S. Erlanger, "Israel Silent on Reports of Bombing Within Syria," *The New York Times*, 15.10.2007.
- [328] S. M. Hersh, "A Strike in the Dark - What Did Israel Bomb in Syria?," *The New Yorker*, 11.02.2008.



- [329] M. Mazzetti og H. Cooper, "Israeli Nuclear Suspicions Linked to Raid in Syria," *The New York Times*, 18.09.2007.
- [330] D. Albright og P. Brannan, "Suspect Reactor Construction Site in Eastern Syria: The Site of the September 6 Israeli Raid?," Institute for Science and International Security, 23.10.2007.
- [331] D. Albright, P. Brannan og J. Shire, "Syria Update: Suspected Reactor Site Dismantled," Institute for Science and International Security, 25.10.2007.
- [332] D. Albright, "Introduction," i *Peddling Peril - How the Secret Nuclear Trade Arms America's Enemies*, 1st ed Free Press, 2011, pp. 1-5.
- [333] D. E. Sanger, "Government Releases Images of Syrian Reactor," *The New York Times*, 25.04.2008.
- [334] R. Wright, "N. Koreans Taped At Syrian Reactor," *The Washington Post*, 24.04.2008.
- [335] J. G. Lewis, "More Boxology," Arms Control Wonk, <http://lewis.armscontrolwonk.com/archive/1885/more-boxology>, oppdatert 15.05.2008.
- [336] Y. Amano, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement in the Syrian Arab Republic," i *Report by the Director General (GOV/2008/60)*, IAEA, 19.11.2008.
- [337] Y. Amano, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement in the Syrian Arab Republic," i *Report by the Director General (GOV/2011/30)*, IAEA, 24.05.2011.
- [338] M. Heinrich og S. Westall, "Assad aide killing hurts U.N. probe in Syria: diplomats," *Reuters*, 25.09.2008.
- [339] D. Albright og P. Brannan, "Satellite Image Shows Suspected Uranium Conversion Plant in Syria," Institute for Science and International Security, 23.02.2011.
- [340] R. Kelley, "Critical mass - Is Syria pursuing nuclear capability?," *Jane's Intelligence Review*, Oct. 2010.
- [341] A. Persbo, "Mining and the BOE," 29.10.2008, <http://guests.armscontrolwonk.com/archive/2071/mining-and-the-boe>.
- [342] "Agreement Between the Government of the Syrian Arab Republic and The International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards in Connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons," i *INFCIRC/407*, IAEA, 25.02.1992.
- [343] IAEA Board of Governors, "Implementation of the NPT safeguards agreement in the Syrian Arab Republic," i *Resolution adopted by the Board of Governors on 9 June 2011 (GOV/2011/41)*, IAEA, 09.06.2011.
- [344] P. Crail, "IAEA Sends Syria Nuclear Case to UN," Arms Control Association, [http://www.armscontrol.org/act/2011\\_%2007-08/%20IAEA Sends Syria Nuclear Case to UN](http://www.armscontrol.org/act/2011_%2007-08/%20IAEA%20Sends%20Syria%20Nuclear%20Case%20to%20UN), oppdatert 09.06.2011.
- [345] J. Acton, M. Fitzpatrick og P. Goldschmidt, "The IAEA Should Call for a Special Inspection in Syria," Carnegie Endowment for International Peace, 26.02.2009, [http://carnegieendowment.org/2009/02/26/iaea-should-call-for-special-inspection-in-syria/5viz?solr\\_hilite=special+inspection](http://carnegieendowment.org/2009/02/26/iaea-should-call-for-special-inspection-in-syria/5viz?solr_hilite=special+inspection).



- [346] "Syria's secret doctors," i *CNN Exclusive*, Cable News Network, 07.07.2011.
- [347] F. Dahl, "Syria offers nuclear cooperation, IAEA says," *Reuters*, 12.09.2011.
- [348] F. Dahl, S. Westall og M. Heinrich, "No progress in Syria nuclear talks, IAEA chief says," *Reuters*, 17.11.2011.
- [349] Z. Shtauber, Y. S. Shapir, M. A. Heller, E. Kam, S. Brom, E. B. Landau, Y. Schweitzer og P. Rivlin, *The Middle East Strategic Balance 2004-2005*, pp. 162-163, Jaffee Center for Strategic Studies, 2006, 1-84519-108-0.
- [350] "Factbox - Syria's military: What does Assad have?," Thomson Reuters, <http://af.reuters.com/article/libyaNews//idAFLDE72S19O20110406>, oppdatert 06.04.2011.
- [351] J. Pike, "Weapons of Mass Destruction (WMD) - Missile Programs - Syria," GlobalSecurity.org, <http://www.globalsecurity.org/wmd/world/syria/missile.htm>, oppdatert 24.07.2011.
- [352] D. C. Isby, "Syrian ballistic missile, rocket capability gets a boost," *Jane's Missiles and Rockets*, Feb. 2008.
- [353] "Tochka (SS-21 Scarab)," Military-Today.com, [http://www.military-today.com/missiles/ss21\\_scarab.htm](http://www.military-today.com/missiles/ss21_scarab.htm), oppdatert 2012.

## Forkortelser og enheter

ATV	Advanced Technology Vessel (Indiskutviklet reaktordrevet ubåt)
AECS	Atomic Energy Commission of Syria
AEOI	Atomic Energy Organisation of Iran
AVLIS	Atomic Vapour Laser Isotope Separation (atomdamplaserisotopseparasjon)
BARC	Bhabha Atomic Research Centre (India)
CEP	Circular Error Probable (50 % treffer innenfor)
CHASNUPP	Pakistansk forkortelse for kraftreaktorene i Chasma
CTBT	Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty
DAE	Department of Atomic Energy (India)
DIQ	Design Information Questionnaire (deklarasjonsskjema for atomanlegg)
DIV	Design Information Verification (en type IAEA-inspeksjon)
DRDO	Defence Research and Development Organisation (India)
FBTR	Fast Breeder Test Reactor
FEP	Fuel Enrichment Plant (industri skala anrikningsanlegg i Natanz, Iran)
FFEP	Fordow Fuel Enrichment Plant (anrikningsanlegg i Fordow, nær Qom, i Iran)
FMCT	Fissile Material Cut-off Treaty (Internasjonal avtale om stans i produksjonen av fissile materialer)
FOI	Totalforsvarets forskningsinstitutt (Sverige)
GW <sub>e</sub>	Gigawatt elektrisk effekt
GW <sub>t</sub>	Gigawatt termisk effekt
HEU	Highly Enriched Uranium (høyenriktet uran, uran anriktet til minst 20 % uran-235)
IAEA	International Atomic Energy Agency
ICBM	InterContinental Ballistic Missile
IDGMP	Integrated Development of Guided Missile Programme (India)
IIV	Interim Inventory Verification (foreløpig beholdningsverifikasjon)
IPFM	International Panel on Fissile Materials
IR- <i>n</i>	<i>n</i> -te generasjons iransk gassentrifuge
IR-40	Iranian Nuclear Research Reactor, 40 MW <sub>t</sub> (iransk tungtvannsreaktor i Arak)
ISIS	Institute for Science and International Security
KANUPP	Pakistansk forkortelse for kraftreaktoren i Karachi
KRL	Khan Research Laboratories
kt	Kilotonn (sprengkraft tilsvarende ett tusen tonn TNT)
LEU	Low Enriched Uranium (lavanriktet uran, uran anriktet til mer enn de naturlige forekommende 0,7 % uran-235, men mindre enn 20 % uran-235)
LEUF <sub>6</sub>	Lavanriktet uranheksafluorid (se LEU og UF <sub>6</sub> )
MIDHANI	Mishra Dhatu Nigam Limited
MIRV	Multiple Independently Targetable Reentry Vehicles (flere uavhengige stridshoder i ett missil)
MNSR	Miniature Neutron Source Reactor (forskningsreaktor i Syria)

Mt	Megatonn (sprengkraft tilsvarende én million tonn TNT)
MW <sub>e</sub>	Megawatt elektrisk effekt
MW <sub>t</sub>	Megawatt termisk effekt
NCA	National Command Authority (Pakistan)
NPT	Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (Ikke-spredningsavtalen)
NSG	Nuclear Suppliers Group (leverandørland innen kjernefysisk teknologi)
PAEC	Pakistan Atomic Energy Commission
PAL	Permissive Action Links (sikkerhetstiltak for å forhindre uautorisert avfiring av kjernevåpen)
PHRC	PHysics Research Center (tidligere i Lavizan-Shian, Tehran)
PFBR	Prototype Fast Breeder Reactor
PFEP	Pilot Fuel Enrichment Plant (pilotskala anrikningsanlegg i Natanz, Iran)
PINSTECH	Pakistan Institute of Nuclear Science and Technology
PIV	Physical Inventory Verification (IAEA-inspeksjon av beholdning av kjernefysiske materialer)
PMD	Possible Military Dimensions (betegnelse for de antatt militære sidene av Irans atomprogram)
PNRA	Pakistan Nuclear Regulatory Authority
Pu	Plutonium
PWR	Pressurized Water Reactor (kraftreaktor kjølt med vann under trykk)
P5+1	Sikkerhetsrådets fem faste medlemmer, P5 (Frankrike, Kina, Russland, Storbritannia og USA), samt Tyskland.
RMP	Rare Materials Project (Indisk urananrikningsprosjekt)
SCO	Strategic Command Organisation (Pakistan)
SFC	Strategic Forces Command (Pakistan)
SIPRI	Stockholm International Peace Research Institute
SLBM	Submarine-Launched Ballistic Missile (ubåtlevet missil)
SLV	Space-Launch Vehicle (bærerakett for romoppskytninger)
SPD	Strategic Plans Division (Pakistan)
SUPARCO	Space and Upper Atmosphere Research Commission (Pakistan)
SWU	Separative Work Units (mål for anrikningsarbeid, som regel gitt per år)
TEL	Transporter Erector Launcher (mobil missilutskytningsrampe)
TRR	Tehran Research Reactor
TWh	Terawattimer
U	Uran
UF <sub>6</sub>	Uranheksafluorid (uranforbindelse brukt til anrikning, ofte kalt "hex")
WGpu	Weapons-grade plutonium (våpenplutonium, typisk minst 93 % Pu-239)
WGU	Weapons-grade uranium (våpenuran, typisk over 90 % anriket)

## Appendix A Relevante FFI-publikasjoner

Denne rapporten er langt fra FFIs første arbeid på området ikke-spredning og nedrustning av kjernefysiske våpen. Nedenfor følger en oversikt mye av det som er utgitt i senere år.

### A.1 FFI-rapporter

FFI har utgitt en rekke rapporter om statlige atomprogrammer og beslektede temaer. Rapportene listet nedenfor er tilgjengelige på Internett.

- *Ammunisjon med utarmet uran – bakgrunn og virkninger*  
Steinar Høibråten, Ove Dullum, Pål Aas, FFI-rapport 2001/04471,  
<http://rapporter.ffi.no/rapporter/2001/04471.pdf>
- *De kjernefysiske prøvesprengningene i India og Pakistan (1974 og 1998)*  
Heidi Kristine Toft, FFI-rapport 2003/00459,  
<http://rapporter.ffi.no/rapporter/2003/00459.pdf>
- *Indias kjernevåpenprogram*  
Heidi Kristine Toft, FFI-rapport 2003/00460,  
<http://rapporter.ffi.no/rapporter/2003/00460.pdf>
- *Nord-Koreas kjernevåpenprogram*  
Halvor Kippe, FFI-rapport 2003/00942, <http://rapporter.ffi.no/rapporter/2003/00942.pdf>
- *Kjernevåpenrelaterte folkerettslige avtaler*  
Heidi Kristine Toft, 2003/00996, <http://rapporter.ffi.no/rapporter/2003/00996.pdf>
- *The environmental impact of the sunken submarine Komsomolets*  
Steinar Høibråten, Are Haugan, Per Thoresen, FFI-rapport 2003/02523,  
<http://rapporter.ffi.no/rapporter/2003/02523.pdf>
- *Pakistans kjernevåpenprogram*  
Heidi Kristine Toft, FFI-rapport 2004/00113,  
<http://rapporter.ffi.no/rapporter/2004/00113.pdf>
- *En vurdering av Indias og Pakistans kjernevåpenprogrammer*  
Heidi Kristine Toft og Steinar Høibråten, FFI-rapport 2004/00801,  
<http://rapporter.ffi.no/rapporter/2004/00801.pdf>

- *India og Pakistan – historiske, politiske og tekniske perspektiver på kjernevåpenkonflikten*  
Heidi Kristine Toft og Laila Bokhari, FFI-rapport 2004/00906,  
<http://rapporter.ffi.no/rapporter/2004/00906.pdf>
- *Weapons of mass destruction free zones in the Middle East*  
Linda Marie Holøien, FFI-rapport 2006/02488,  
<http://rapporter.ffi.no/rapporter/2006/02488.pdf>
- *Environmental risk assessment for non-defuelled, decommissioned nuclear submarines*  
Steinar Høibråten *et al.*, FFI-rapport 2007/00337,  
<http://rapporter.ffi.no/rapporter/2007/00337.pdf>
- *The A. Q. Khan network*  
Hanne Breivik og Heidi Kristine Toft, FFI-rapport 2007/00535,  
<http://rapporter.ffi.no/rapporter/2007/00535.pdf>
- *Establishing a Weapons of Mass Destruction Free Zone in the Middle East - prospects and challenges*  
Sara Kristine Eriksen, FFI-rapport 2007/01821,  
<http://rapporter.ffi.no/rapporter/2007/01821.pdf>
- *Highly enriched uranium and crude nuclear weapons*  
Hanne Breivik, FFI-rapport 2008/00490, <http://rapporter.ffi.no/rapporter/2008/00490.pdf>
- *South Africa's nuclear weapons programme*  
Elin Enger, FFI-rapport 2008/00696, <http://rapporter.ffi.no/rapporter/2008/00696.pdf>
- *Uranium enrichment technologies*  
Siv Gundrosen Aalbergsjø, FFI-rapport 2008/02376,  
<http://rapporter.ffi.no/rapporter/2008/02376.pdf>
- *Irans kjernefysiske program – for kraftproduksjon eller kjernevåpen?*  
Halvor Kippe, FFI-rapport 2009/00083, <http://rapporter.ffi.no/rapporter/2009/00083.pdf>
- *Islamist opposition in the Islamic Republic – Jundullah and the spread of extremist Deobandism in Iran*  
Audun Kolstad Wiig, FFI-rapport 2009/01265,  
<http://rapporter.ffi.no/rapporter/2009/01265.pdf>

- *The role of non-nuclear weapons states in a disarmament regime driven by the vision of a world free of nuclear weapons*  
Hege Schultz Heireng og Elin Enger, FFI-rapport 2010/02475,  
<http://rapporter.ffi.no/rapporter/2010/02475.pdf>
- *New multilateral approaches solving the nuclear energy dispute with Iran*  
Hege Schultz Heireng, Maryam Moezzi og Halvor Kippe, FFI-rapport 2011/00005,  
<http://rapporter.ffi.no/rapporter/2011/00005.pdf>
- *Atomprogrammene i India, Pakistan, Nord-Korea, Israel, Iran og Syria*  
Steinar Høybråten, Hanne Breivik, Elin Enger, Hege Schultz Heireng og Halvor Kippe,  
FFI-rapport 2011/01603, <http://rapporter.ffi.no/rapporter/2011/01603.pdf>
- *Feasibility and benefits of converting the Iranian heavy water research reactor IR-40 to a more proliferation-resistant reactor*  
Thomas Mo Willig, FFI-rapport 2011/02283,  
<http://rapporter.ffi.no/rapporter/2011/02283.pdf>

## A.2 Andre publikasjoner

- *FROM PROLIFERATION TO PEACE: Establishing a WMD-Free Zone in the Middle East*  
Sara Kristine Eriksen og Linda Mari Holøien, Nonproliferation Review 17:281-299, 2010
- *Establishing Non-Nuclear Weapons States' Confidence in Verification*  
Steinar Høybråten og Halvor Kippe, kapittel 5 i *Cultivating Confidence – Verification, Monitoring, and Enforcement for a World Free of Nuclear Weapons*, Corey Hinderstein (red.), Nuclear Threat Initiative, Hoover Institution Press Publication No. 596, Stanford, CA, USA, 2010
- *Converting the Iranian Heavy Water Reactor IR-40 to a More Proliferation-Resistant Reactor*  
Thomas Mo Willig, Cecilia Futsaether og Halvor Kippe, Science & Global Security 20:97-116, 2012