"KJERNEVÅPEN OG HELSEEFFEKTER"

HILDE KAREN OFTE
KRISTIN ALISE JAKOBSEN
Kull-99

5. ÅRSOPPGAVE VED MEDISINSTUDIET I TROMSØ, 2004

VEILEDER:
EILIV LUND
ISM, UITØ

INNLEDNING

Dette programmet er skrevet som vår 5.årsoppgave på medisinstudiet ved Universitetet i Tromsø og er i utgangspunktet ment for andre medisinstudenter med interesse for kjernevåpen og deres helsemessige konsekvenser. Vi har prøvd å stille vanskelighetsgraden inn på et nivå beregnet på studenter på 2. og 3. studieår, men håper selvfølgelig at det også kan leses av andre interesserte med helsefaglig bakgrunn.

Programmet består av et utfyllende tekstdokument ment for selvstudium og en power-point fremvisning som kan brukes i foredragssammenheng. Tekstdelen er tenkt å skulle kunne brukes som et slags manuskript til power- point fremvisningen. Dette er et stort område å skulle dekke på et overkommelig antall sider, men vi har prøvd å få med det viktigste og utelatt ting som spesielt interesserte kan lete opp selv. I litteraturlista bak i heftet kan man finne mange gode tips til selvstudium, særlig noen av nettsidene kan anbefales.

Tekstdelen er delt i fire kapitler med temaene teknologi, medisinske effekter, internasjonale avtaler og dagens situasjon. I teknologidelen kan du finne informasjon om de grunnleggende fysiske prinsipper for hvordan kjernevåpen fungerer, hva man trenger for å lage dem og hvordan de produseres. Dette har stor betydning for hvem som kan produsere våpnene og hvordan man kan kontrollere hvem som har dem. Vi har gjort den grunnleggende fysikken nokså kort, og håper at de som trenger det oppdaterer denne kunnskapen et annet sted. Her vil du også finne en beskrivelse av de rent fysiske effektene disse våpnene har, det vil si hvilke krefter som blir utløst i hvilken form ved detonasjon.

I kapittel to tar vi for oss de konsekvensene bomben vil ha for menneskets helse, både direkte på kroppen og indirekte via ødelagt infrastruktur og radioaktivt nedfall. Mye av dette handler om hvordan stråling virker på kroppens celler og hva slags type stråling som medfører hvilke skader. I del tre prøver vi å gå igjennom de viktigste avtalene man har forsøkt å regulere disse våpnene med siden andre verdenskrig. Her er også en del om NATO og hvordan Norge med sitt medlemskap der er med på å bidra til å forhindre nedrustning fra amerikansk side. Dette kapitlet sammen med kapittel fire, hvor vi går nærmere inn på de aktuelle statenes kjernevåpenhistorie og nåværende holdning, vil være viktig for forståelsen av hvor stor risikoen er per i dag for at disse våpnene vil bli brukt, hvem som i så fall vil bruke dem og eventuelt hvem de vil bruke dem mot. Særlig den siste delen bærer nødvendigvis preg av å være skrevet på et bestemt sted i historien, og vi gjør oppmerksom på at det på dette området stadig skjer nye ting som vil ha innvirkning på verdenssituasjonen. Så det er bare å følge med!

Avslutningsvis har vi tatt med en liten del om kjernevåpen og terrorisme, som med dagens trusselbilde må anses som beklagelig aktuelt. To viktige tema er utelatt: Kjernekraft, som vanligvis anses for å være en fredelig utnyttelse av kjernereaksjonene er åstedet for produksjon av plutonium og dermed uløselig knyttet til våpenproduksjon. Kjernekraftanlegg er dessuten en kontinuerlig risiko med tanke på ulykker. Dernest "the human factor", et begrep som ofte diskuteres i nedrustningssammenheng og som handler om det faktum at mye går galt i krig og at menneskene som plasseres til å kontrollere disse våpnene kan ta eller gjøre feil som vil få fatale konsekvenser. Vi har utelatt disse emnene på grunn av plasshensyn, og håper at interesserte vil kunne finne fram til informasjon om dette andre steder.

Tusen takk til vår veileder Eiliv Lund for tålmodighet og gode innspill. Vi vil også takke Morten Bremer Mærli ved Norsk Utenrikspolitisk Institutt, Kirsten Osen og Anne Grieg i Norske Leger mot Atomvåpen (NLA) og ikke minst resten av NLA for deres utrettelige innsats mot en fiende som mange har glemt etter den kalde krigen, men som i høyeste grad fortsetter med å true vår eksistens også i dag.

Hilde og Kristin,
Tromsø 4. november 2004

1. TEKNOLOGI

1.1 RADIOAKTIVITET / RADIOAKTIV STRÅLING

All kjernekraft og kjernevåpenteknologi baserer seg på fenomenet *radioaktivitet* – det at enkelte stoffer sender ut stråling fra atomkjernen. Alle atomer har et visst antall protoner (Z) og et visst antall nøytroner (N) i atomkjernen. Antallet protoner i kjernen bestemmer hvilket grunnstoff vi har med å gjøre og kalles *atomtall (Z)*. Dette bestemmer stoffets plass i det periodiske system (figur 1).

Atomer med samme antall protoner men ulikt antall nøytroner kalles *isotoper* av et grunnstoff. Isotoper angis ofte med det såkalte *massetallet (A)* bak navnet, som er lik summen av antall protoner og nøytroner i kjernen. Eksempelvis er Uran-235 og Uran-238 isotoper av grunnstoffet Uran, med samme antall protoner (92) og ulikt antall nøytroner (hhv. 143 og 146).

Figur 1:

$$^{A}_{Z}X$$

Eksempel: $^{235}_{92}U$ og $^{238}_{92}U$.

Mange nøytroner i kjernen gjør atomet ustabilt, og for å oppnå et stabilt proton/nøytron forhold vil et slikt atom kunne sende ut ulike typer stråling fra kjernen. Dette kan skje naturlig ved at ustabile atomkjerner i naturen spontant sender ut stråling, eller det kan produseres kunstig ved at man tilfører kjernen energi, for eksempel i form av nøytroner. Atomkjerner som sender ut stråling kalles *radionuklider*.
Eksempler på naturlig forekommende radionuklider er Uran-235, Uran-238 og Thorium-232.

Det finnes tre typer radioaktiv stråling:

<u>α-stråling:</u>

Består av to protoner og to nøytroner, identisk med en helium-kjerne. Nuklidens massetall synker med fire enheter, atomtallet med to. α-stråling avgis fra tunge stoffer som uran og plutonium. Den stoppes av hud, 5 cm luft og 0,01 mm bly. Denne strålingen kan lage stor intern skade (for eksempel ved inhalasjon eller via mat).

β-stråling:
Frigir elektroner (evt. positroner) fra kjernen med lysets hastighet. Samtidig går ett nøytron over til ett proton og atomnummeret endres opp ett hakk. β-stråler stoppes av noen mm vev, noen meter luft og 2,5 mm bly.

γ-stråling:
Er elektromagnetiske fotoner som ligner røntgenstråler. Følger ofte etter α eller β-stråling. γ-stråler ioniserer det de treffer ved å slå elektroner ut av orbit (elektronskallene), og gjør således gasser elektrisk ledende. Kan gå flere cm i vev, 1,5 cm i bly og stoppes i liten grad av luft.

α og β-stråling vil som nevnt over endre kjernenes ladning og masse, og vi ender opp med et annet grunnstoff eller nuklide enn utgangspunktet. Dette kalles *desintegrasjon.*

1.2 BIOLOGISK VIRKNING

Radioaktiv stråling ioniserer og eksiterer materialer, og vil tilføre celler energi som enten skader DNA direkte, eller danner frie radikaler som så skader DNA. Dersom cellens reparasjonssystem eller protoonkogener (som kan påvirke celledeling) ødelegges, vil det enten føre til celledød eller utvikling av cancerceller (mer om dette i kapittel 2.6).

Stråling måles i Becquerel (Bq), som er definert som 1 desintegrasjon / sekund. Den absorberte dosen i ulike materialer måles i Gray (Gy), dvs. absorbert energi per masseenhet strålingen passerer (1 Gray = 1 Joule / kg). Den biologiske effekten derimot, er avhengig av den ioniserende evnen til den enkelte stråletypen. Dette kan uttrykkes som en kvalitetsfaktor (QF), og man kan dermed angi den biologiske effekten som 1 Gray • QF = 1 Sievert (Sv).

Vev med høy celleturnover er mest sårbare for radioaktiv stråling, slik som bloddannende vev, kjønnsceller og tarmepitel. Dermed er også foster og barn i vekst mer utsatt enn voksne. Se mer om dette i kapittel 2.

1.3 FISJON

Tunge kjerner, dvs. de med mange protoner og nøytroner, spaltes til to mindre kjerner dersom de treffes av et nøytron med den rette energi. Dette frigjør store mengder energi etter Einsteins lov $E = \Delta mc2$.
I en slik fisjon kan nøytroner frigis og treffe andre kjerner, og vi får en kjedereaksjon som stadig involverer flere kjerner og som går av seg selv.

Kritisk masse: Den mengden stoff som trenges for at en kjedereaksjon av fisjoner skal oppstå. Er avhengig av stoffets kjernefysiske egenskaper, tetthet og form. Kulen er den ideelle formen fordi overflatearealet er minimalisert for en gitt masse. En kule av Plutonium-239 med en tetthet på 19,86 g/cm3 vil ha en kritisk masse på 10 kg. En urankule anriket til 90 % (se under) har en kritisk masse på 52 kg.[1]

Kjernereaktorer: Ved å kontrollere fisjonene og la dem gå i et stabilt tempo får man dannet energi som kan omdannes til elektrisitet, samt nye isotoper (bl.a. plutonium). Fisjonene bremses av stoffer som absorberer nøytroner uten å fisjonere, for eksempel grafitt, tungtvann eller boron.

Kjernevåpen: Er spesielt designet for at fisjonsprosessen skal gå raskt.

[1] "Atomterrorisme", M.B. Mærli, NUPI 1999. Fotnote s. 159.

1.4 FUSJON

Små kjerner kan fusjonere til en større kjerne og frigjør da enda mer energi enn ved en fisjon. Man har ikke kunnet skape kontrollerte reaksjoner for reaktorer med dette, men man kan lage fusjonsbomber med tilnærmet ubegrenset sprengkraft, se kapittel 1.5.

1.5 KJERNEVÅPEN

Det fins to typer kjernevåpen: Fisjonsvåpen og såkalte termonukleære våpen.

Fisjonsvåpen

Benytter seg av fisjonsprosessen. To stoffer kan brukes: Plutonium-239 og Uran-235. Disse er stabile nok og finnes i stort nok omfang.

Det finnes to typer:

Kanonløpsvåpen: To ikke-kritiske masser skytes sammen til en kritisk masse.

Implosjonsvåpen: En ikke-kritisk masse komprimeres slik at kjedereaksjonen kan settes i gang. Plutonium kan kun brukes på denne måten.

Figur 2:

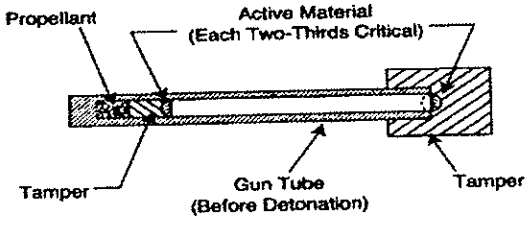


Figure 2-VII. Gun Assembly Principle

a) kanonløpsvåpen

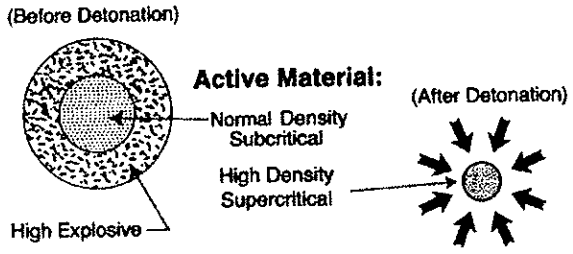


Figure 2-VIII. Implosion Assembly Principle

b) implosjonsvåpen

Termonukleære våpen

Baseres på fusjonsprosessen, vanligvis

deuterium (H2) + tritium (H3)⇒ Helium4+ nøytron+ energi - også kalt hydrogenbomben. Denne reaksjonen trenger store mengder varme for å kunne skje, derav navnet *termonukleære*, og må derfor detoneres av en liten fisjonsladning. Hydrogenbomben er den bomben med størst sprengkraft som noensinne er utviklet. Den største bomben som er sprengt i verden ble detonert av Sovjet og hadde en sprengkraft på 60 MT.

Disse våpnene er meget vanskelige å utvikle, og er ikke førstevalg for stater som vil skaffe seg kjernevåpen. Tritium har dessuten liten lagringsevne, og krever dermed et større apparat for vedlikehold. Sannsynligvis er det bare USA og Russland som har slike våpen, selv om India hevder å ha gjennomført en prøvesprengning. Da utbredelsen er liten legger vi ikke særlig vekt på termonukleære våpen videre i denne avhandlingen.

1.6 MISSILER

Et missil er en rakett eller robot som frakter våpen til målet og sørger for at det eksploderer på rett sted. Missiler kan deles inn i tre typer etter hvor lang rekkevidde de har:

- *Strategiske missiler*: Lang rekkevidde, > 5500 km. Disse utgjør en direkte trussel mellom for eksempel USA og Russland. ICBM = InterContinental Ballistic Missiles.

- *Eurostrategiske / regionale våpen*: Mellomlang rekkevidde, 1000 – 5500 km. For eksempel fra vest-Europa til Russland.

- *Taktiske våpen*: Kort rekkevidde, maks. 1000 km. Anvendes direkte på slagfeltet.

Ballistiske missiler drives av en rakettmotor med kort brennetid. Deretter beveger våpenet seg i en kastebane (ballistisk) og kan ikke styres. *Krysningsmissiler* kan derimot korrigere og navigere flybanen. Sistnevnte avfyres fra fly, fartøy, ubåter og bakken.

1.7 HVOR MYE MATERIALE TRENGER MAN FOR Å LAGE EN BOMBE?

Hvor mye materiale som trengs for å lage et kjernevåpen er et vanskelig spørsmål som avhenger blant annet av designet på våpenet og hvor avansert teknologi produsenten eller atommakten besitter. Små våpen er mer kompliserte å lage enn store våpen. Det Internasjonale Atomenergibyrået, IAEA[2], opererer med flere kategorier: nyoppstartede kjernevåpenprosjekter som vil trenge om lag 8 kg plutonium eller 25 kg uran til ett våpen, mellomutviklede som trenger 1,5 kg plutonium og høyt utviklede prosjekter som trenger 1 kg plutonium eller 2,5 kg uran[3].

1.8 PRODUKSJON AV VÅPENGRADIG MATERIALE

Uranveien

Naturlig uran finnes i rikelige mengder i jordskorpen, og forekommer i en rekke mineraler og steinsorter. Det hentes ut fra årer i jorda som uranmalm og oksideres til uranoksid (U_3O_8), kalt *yellowcake*. Yellowcake inneholder 80 % uran og 20 % andre stoffer. I naturlig uran finner man den isotopen som benyttes i våpen, Uran-235, i en konsentrasjon på 0,71 %. Resten er hovedsakelig Uran-238.
Dersom en vil bruke uran som basis for våpen, trenges fasiliteter for å lage uran med høyere konsentrasjon av isotopen U-235. Dette kalles *anriking*. Våpengradig uran har en konsentrasjon av U-235 på over 90 %. Yellowcake renses på ulike måter for å gi gassen UF_6 (Uranhexafluorid), som er det vanligste utgangsstoffet for anriking.

Det finnes mange metoder for å skille ut U-235 isotopene fra U-238:

[2] International Atomic Energy Agency: uavhengig organ stiftet 1957 som skal arbeide for kjernefysisk samarbeid og fremme fredelig bruk av kjernekraft. Skal dessuten overvåke intensjonen i ikke-spredningsavtalen (se kap. 3.3) og hindre horisontal spredning av kjernevåpen. Rapporterer direkte til FNs sikkerhetsråd.
[3] M.B.Mærli, Nuclear terrorism: Threats, challenges and responses, Den norske atlanterhavskomite 8-2002 s. 12

- Elektromagnetisk isotopseparasjon EMIS, enkel metode men meget energikrevende
- Gassdiffusjon, meget energikrevende
- Gass-sentrifugering, mindre energikrevende
- Laserisotopseparasjon, meget vanskelig, selv for høyt utviklede kjernevåpenstater
- Aerodynamisk anriking

Noen flere metoder er forsøkt utviklet, men disse er de som er mest utprøvd og mest aktuelle.

De vanligste metodene er de tre første, men vi skal ikke gjennomgå prosessen her. For å få et klarere innblikk kan en lese på www.fas.org/nuke/index/uranium. Det en trenger å vite er at prosessen må skje i mange trinn for å nå høyest mulig nivå av U-235, og at utstyret er omfattende og dyrt. En trenger f. eks mange tusen sentrifuger til gassdiffusjonsmetoden for å oppnå våpengradig uran. Den tidligere nevnte gassen UF_6, uranhexafluorid, brukes som utgangspunkt i gassdiffusjon og sentrifugering, mens man bruker UCl_4, urantetraklorid, i EMIS.

Uran med U-235 innhold over 20 % kalles HEU- highly enriched uranium (*høyanriket uran*), men i praksis brukes ikke betegnelsen hvis innholdet ikke er oppe i over 90 %.
Uran med U-235 innhold under 20 % (men over 0,71 %) kalles LEU- low enriched uranium, men i praksis brukes betegnelsen om uran som kan brukes i lettvannsreaktorer, dvs. under 5 %[4].

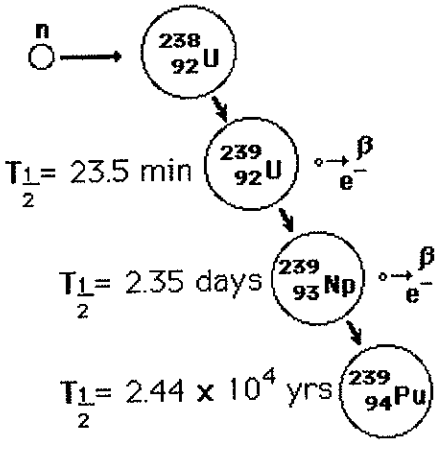
Plutoniumsveien

Plutonium finnes naturlig kun i så vidt sporbare mengder i uranårer, ellers er det ikke naturlig forekommende. Det ble produsert første gang i 1940 i et laboratorium i USA ved å bombardere uran med nøytroner. Det er meget lett fisjonabelt med nøytroner og dermed meget kjemisk reaktivt. En må være forsiktig slik at en ikke ubevisst samler stoff i en mengde som overgår kritisk masse (spesielt viktig i oppløst form).
Plutonium er svært giftig på grunn av sin høye emisjonsrate av α-stråling. En stor bit vil kunne kjennes varm, og faktisk kunne brukes til å koke vann. Stoffet absorberes i lunger, lever og bein, og stråler dermed innenfra dersom en får det i seg eksempelvis ved inhalasjon.

[4] http://www.fas.org/nuke/intro/nuke/uranium.htm

Ett kilo plutonium tilsvarer 20.000 tonn TNT og 22 millioner kilowattimer (kWt) energi. Plutonium kan i prinsippet produseres i alle typer reaktorer, men for våpenproduksjon vil den mest effektive syntesen skje ved at naturlig uran bombarderes med nøytroner i en tungtvannsreaktor eller en grafittmoderert reaktor. U-238 i brenselsstavene blir da til U-239, som emitterer en β-partikkel og blir Neptunium-239 (Np-239) som også sender ut en β-partikkel og blir Plutonium-239 (Pu-239) som er den isotopen som brukes i våpen. Det neste steget i desintegreringen er Pu-240, som ikke er egnet til bruk i våpen da det er mer ustabilt, det vil si at det spontant nedbrytes og sender ut nøytroner. I tillegg er det vanskelig å skille fra Pu-239, og man ønsker dermed å fjerne brenselstavene før det dannes for mye Pu-240. De mest effektive våpenreaktorene er derfor de man kan skifte brensel i uten å måtte stanse reaktoren.

Figur 3:



hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/nucene/fasbre.html

Størrelsen på reaktoren er viktig for hvor mye plutonium som produseres. Reaktorer består av brenselsstaver av uran som enten blandes med staver med moderatormateriale (eks grafitt) eller senkes i et basseng med moderatorvæske (eks tungtvann). Moderatoren skal sørge for at ikke kjedereaksjonen løper løpsk. Uranet i brenselsstavene bombarderes da med nøytroner, slik at kjernene gjennomgår en fisjon. Forskjellen på en reaktor og et våpen er at antall nøytroner inn er lik antall nøytroner ut slik at en ikke får en kjedereaksjon som løper løpsk. I et våpen dannes cirka tre nøytroner for hver fisjon slik at vi får en kaskadereaksjon, mens i en reaktor absorberes to nøytroner av moderatoren som ikke gjennomgår fisjon, og dette kontrollerer prosessen. Fisjonen produserer varme som danner damp som igjen driver turbiner

og dermed lager elektrisk strøm. Det er reaktorens termiske effekt som bestemmer produsert plutonium, ikke dens elektrisitetsproduksjon. Grovt kan en si at en megawatt-dag (i termisk effekt) produserer 1g plutonium per dag. Dvs. at en 100 MW reaktor produserer 100 gram plutonium per dag. Dette kan gi ett våpen annenhver måned.

Plutonium må utvinnes fra det brukte brenselet, og det gjøres kjemisk. Dette gjøres i såkalte *reprosseseringsfasiliteter* (hot-cells). Disse må være designet slik at ikke kritisk masse kan dannes noe sted i anlegget. Det kan være legitimt å ha slike fasiliteter også for stater som ikke driver våpenproduksjon, men som produserer strøm i grafittmodererte reaktorer[5]. Dette fordi uranet i brukt brensel fra slike reaktorer kan spontanantennes ved visse forutsetninger og dermed er vanskelig å lagre. Reprosessering vil gjøre lagringen sikrere. Anleggene må selvsagt kontrolleres av IAEA. USA gjenvinner ikke lenger sivilt brensel, mens bl.a. Storbritannia, Frankrike, Russland og Japan fortsatt driver gjenvinningsanlegg.

Reaktorene som produserer plutonium er også effektive til å produsere tritium (H3), den tyngste hydrogenisotopen. Denne er en av de viktigste bestanddelene i hydrogenbomben og i fisjonsbomber som forsterkes med en fusjonsladning. Dette er viktig når en tenker på faren for proliferasjon og spredning av atomvåpen[6].

1.9 MER OM REAKTORER

Reaktorer som produserer plutonium er generelt mindre effektive til å produsere strøm enn andre. De ulike typer reaktorer som finnes er:

- Forskningsreaktorer: disse drives med lav kraft, ca 1-2 MW. Det er vanlig at de bruker høyanriket uran (HEU), men de nyeste bruker ikke mer enn 20 % anriket brensel fordi faren for tyveri da blir mindre. Noen av disse kan bytte brensel mens de går, og dette er interessant for plutoniumsproduksjon da ikke så mye Pu-240 produseres (se kap.1.8). En reaktor som bruker nesten 100 % anriket brensel produserer ikke plutonium da brenselet ikke inneholder U-238, men den kan bygges med en omgivende kappe av naturlig uran som effektivt gir

[5] Halvor Kippe, Nord- Koreas kjernevåpenprogram, FFI/RAPPORT-2003/00942
[6] Hele avsnittet: http://www.fas.org/nuke/intro/nuke/plutonium.htm

plutonium. Reaktoren Saddam Hussein bygde i Irak som ble bombet av Israelerne, var av denne typen[7].

- Propulsjonsreaktorer: Finnes stort sett på u-båter og skip. Disse har forlenget operasjonstiden til slike fartøyer drastisk. For å kunne holde reaktorkjernen liten bruker man høyanriket uran som brensel. Propulsjonsreaktorene kan i prinsippet produsere plutonium dersom den omgis av en kappe naturlig uran, slik som forskningsreaktorer. Man regner ikke med at dette noensinne har skjedd.

- Romfartsreaktorer og mobile kraftsystemer: Spesielt tidligere Sovjetunionen brukte reaktorer i rommet for å gi kraft til romstasjoner i orbit. Disse bruker også høyanriket uran.

- Kraftreaktorer: Disse brukes for å produsere elektrisk strøm. De fleste bruker brensel som er anriket til 5-7 % U-235. Kraftutbyttet varierer fra et par hundre MW til 1000-1500 MW. Den termiske kraften som produseres for å danne elektrisiteten er tre ganger høyere enn utbyttet i elektrisk strøm. Det finnes forskjellige typer: grafittmodererte og vannkjølte reaktorer (Tsjernobyl og Yŏngbyŏng), tungtvannsmodererte og -avkjølte reaktorer, grafittmodererte og heliumavkjølte reaktorer, lettvannsreaktorer av forskjellige typer og flytende metallmodererte reaktorer. De fleste opererer under trykk og kan ikke bytte brenselsstaver mens de går. Unntakene er tungtvannsreaktoren, den grafittmodererte og vannavkjølte reaktoren og den flytende metallmodererte.

- Breeder- reaktorer: Disse ble utviklet for å kunne produsere brensel samtidig som det ble dannet energi. Dette var fordi en trodde at uran var et sjeldent mineral i jordskorpa, og at prisen på uran var relativt høy. Disse kan generere plutonium raskere enn de forbrenner brensel (antall kjerner per tid) og er dermed også effektive til å produsere kjernevåpenmateriale. Normalt bruker de raske nøytroner og bestråler en kappe naturlig uran (U-238). Plutonium i brenselet inneholder mye Pu-240 i forhold til andre reaktorer, mens den omkringliggende kappen inneholder Pu-239 av høy kvalitet og kvantitet.

- Produksjonsreaktorer: Disse brukes til å produsere plutonium (og ofte tritium) meget effektivt. De er vanligvis av typen grafittmoderert og luft-, helium-, eller CO_2 -avkjølt. Jo

[7] http://www.fas.org/nuke/guide/iraq/nuke/program.htm

lenger brenselet stråles, jo mer Pu-240 dannes. Disse er spesiallaget for å kunne bytte brensel mens de går slik at mengden Pu-240 blir minimal i det "brukte" brenselet.

Verdens første reaktor startet i 1942 på universitetet i Chicago. Den brukte naturlig uran og grafitt. Den ga omtrent ingen kraft, og to år etter dette startet USA en 3,5 MW reaktor i Oak Ridge Tennessee og deretter en 250 MW produksjonsreaktorer i Hanford. Hanfordreaktorene skaffet tilveie plutoniumet til Nagasaki-bomben.

Norge har to forskningsreaktorer, en på Kjeller og en i Halden. Reaktoren på Kjeller, JEEP II, er en tungtvannsmoderert og tungtvannsavkjølt reaktor med en termisk effekt på 2 MW. Brenselet er lavanriket uran, og anlegget brukes blant annet til å lage radioaktive materialer til bruk i radiofarmaka og radiokjemikalier[8]. Haldenreaktoren er en såkalt kokvannsreaktor, hvor tungtvannet som modererer og kjøler brenselet koker. Effekten er på 20 MW, og bruker uran gjennomsnittlig anriket til 6 % U-235[9]. Dette definerer Norge som ett av de 44 land i verden som er "nuclear capable", det vil si som har anlegg for å produsere spaltbart materiale. I 2002 hadde disse to reaktorene til sammen produsert 15,4 tonn høyaktivt atomavfall i Norge. Den årlige tilveksten er på 80 kg i Halden og 45 kg i Kjeller[10]. Det lav og middels radioaktive avfallet herfra lagres nå i et sentralt fjellanlegg i Himdalen i Akershus[11].

1.10 KONTROLL AV ANLEGG

Kunnskapen om hvordan kjernevåpen lages kan brukes til å overvåke legal og illegal produksjon rundt om i verden. Som nevnt kan de fleste reaktorer i prinsippet brukes til å produsere spaltbart materiale som kan benyttes i våpen, men noen reaktorer er altså bedre egnet til dette formålet enn andre. Dersom et land for eksempel bygger en reaktor som bruker uranmetall til brensel i stedet for uranoksid, kan man mistenke at landet forsøker å produsere våpen. Det er fordi uranmetall er mer effektiv til plutoniumsproduksjon enn uranoksid. Uranoksid lager mindre plutonium men er mye mer effektiv til kraftproduksjon.

En kan også teste installasjonene etter spor på høyanriking av uran ved å lete etter ulike isotoper i anleggene. Dette har man blant annet gjort i Iran, hvor man har funnet spor av

[8] IFE, Institutt for energiteknikk, http://www.ife.no/avdelinger/avdeling_details.jsp?avdelingsId=1645
[9] http://www.bellona.no/no/energi/atomkraft/halden/wp_3-1999/6907.html
[10] http://www.bellona.no/no/energi/atomkraft/halden/wp_3-2002/26809.html
[11] Strålevernинfo 2-01, Statens Strålevern

høyanriket uran i et anlegg der det ikke skulle finnes så høyt anriket uran ifølge Irans egne rapporter[12]. Inspektører fra IAEA fant også spor etter gjenvinning av plutonium i Nord-Korea da styresmaktene der hevdet at det ikke forekom[13]. Dessuten vil man kunne overvåke handel og import av komponenter som trengs til reaktorer, anriking og reprosessering. Rapporter om at Irak hadde anskaffet komponenter til gassentrifuger for anriking av uran lå til grunn for USA og de allierte styrkenes beslutning om å gå til angrep på landet i 2003. Det er ikke blitt funnet masseødeleggelsesvåpen i Irak.

Slik kan man til en viss grad kan overvåke det som skjer i kjernefysiske anlegg. Det er det Internasjonale Atomenergibyråets oppgave å utføre slike kontroller (jfr. Fotnote 2 s.).

1.11 HVA SKJER NÅR BOMBEN SPRENGES?

Detonasjonen av et kjernevåpen produserer en *trykkbølge*, en *varmebølge*, *stråling* og en *elektromagnetisk puls*[14].

Strålingen er det som i størst grad skiller kjernevåpen fra såkalte konvensjonelle våpen. Energien som frigjøres kalles sprengkraft og måles i kilotonn (kT) eller megatonn (MT) TNT-ekvivalenter, det vil si sammenlignet med konvensjonell dynamitt.
Masseeffekten av en bombe er avhengig av hvor høyt over bakken den sprenges, værforhold (sikt, vind og regn), de geografiske / topografiske forhold på stedet og selvsagt bombens sprengkraft.

Ved detonasjonen vil man først blendes av et sterkt lys. Deretter vil man høre et enormt drønn (statisk overtrykk) etterfulgt av et vindstøt av orkanstyrke (dynamisk overtrykk). Ettersom luften presses utover samtidig som varmen stiger, dannes et undertrykk i eksplosjonssentrum. Dermed vil orkanvinden etter et titalls sekund snu og blåse inn mot sentrum igjen. Dertil kommer strålingen og den enorme heten, som kan nå opp til flere ganger solens sentrum i nullpunktet. Dette forårsaker omfattende skader.

---

[12] http://www.fas.org/nuke/guide/iran/iaea-0204.pdf, IAEA rapport til FNs sikkerhetsråd februar 2004
[13] Halvor Kippe, Nord- Koreas kjernevåpenprogram, FFI/RAPPORT- 2003/00942 s.26
[14] http://www.slmk.org/larom/index.html, "Lär om kärnvapen" Svenska Läkare Mot Kärnvapen

1. Lysblitz og varmestråling

Lysblitzen blender alt innenfor en viss radius. Lyset absorberes av luften rundt bomben og gjør at temperaturen stiger flere titalls millioner grader. Materialet i bomben omdannes så til hete gasser og dette danner en *ildkule* som stiger opp og utvider seg sammen med røyk og partikler. Oppe i luften avkjøles den og sammen med undertrykket som oppstår i nullpunktet dannes dermed en soppaktig formasjon, den såkalte *atomsoppen*. Ildkulen forårsaker omfattende branner, som kan gå sammen til en massebrann. En massebrann vil suge kald luft inn fra periferien og pumpe varm luft opp i været og dermed skape hete vinder med skiftende retning i tillegg til trykkbølgen.

2. Initialstråling

Initialstrålingen sendes ut i eksplosjonsøyeblikket og varer i høyst ett minutt. Den består av γ- og nøytronstråler og forårsaker strålesyke hos dem som rammes. Den skader mennesker, dyr og elektronikk. Nøytronbomben er en type termonuklær bombe som har spesielt høy initialstråling på bekostning av varme- og trykk energi. Den kan drepe mennesker uten å ødelegge hus.

Når γ-strålingen passerer luft og slår ut elektroner oppstår en *elektromagnetisk puls* ved at elektronene danner en kraftig strømpuls som igjen danner et elektromagnetisk felt. Denne pulsen brer seg som en kortvarig bølge og slår ut all elektronikk på sin veg. Dermed er den spesielt ødeleggende for infrastruktur som strøm, vann og telekommunikasjon.

3. Trykkbølgen (Blast)

Trykkbølgen dannes ved at de varme gassene som dannes ved eksplosjonen ekspanderer så hurtig at den komprimerte luften ytterst vil skape en trykkbølge som går raskere enn varmebølgen, i begynnelsen også raskere enn lyden (drønnet). Trykkbølgen ved en kjernesprengning er i motsetning til en konvensjonell eksplosjon så bred, flere fot, at objekter og organismer vil kunne omsluttes av den og knuses fra alle kanter på en gang. Dessuten går den saktere, så skaden kan skje over lengre tid. Den knuser bygninger og mennesker i mange kilometers radius. Avhengig av høyde over bakken vil det også dannes en trykkbølge i bakken, som vil ligne jordskjelv og eventuelt danne et krater.

4. Radioaktivt nedfall

Det radioaktive nedfallet kommer fra materialene i kjernevåpenet. Disse kondenseres i eller på partikler som siden faller til bakken. Hvor det faller ned avhenger av hvor høyt over bakken bomben sprenges, samt vær- og vindforhold på stedet. Lokalt nedfall spres med vinden og lander innen ett døgn. Det kan forårsake umiddelbart dødelige doser. Det intermediære nedfallet tas opp i troposfæren og lander etter uker, og forårsaker genetiske skader og kreft. Globale nedfall faller ned etter måneder og år, og har ofte mistet mye radioaktivitet. Det kan likevel skade via innånding og mat. Det radioaktive nedfallet er skadelig i lang tid etter eksplosjonen. Dette var bakgrunnen for prøvestansavtalen fra 1963, som forbød prøvesprengninger i atmosfæren (se kapittel 3.3).

1.12 HVA SLAGS NUKLIDER VIL NEDFALLET INNEHOLDE?

Det forekommer naturlige og kunstige strålekilder. Naturlig stråling består av kosmisk stråling fra supernovaer og stjernedød (C-14, H-3) og bakgrunnsstråling fra berggrunnen (uran og thorium som avgir radongass). Den kunstige strålingen er produsert av mennesker, og i Norge stammer denne fra atmosfæriske prøvesprengninger på 50-60 tallet, kjernekraftulykker som i Tsjernobyl og utslipp fra Sellafield (England) og La Hague (Frankrike)[15].

Den kunstige strålingen kommer først og fremst fra nuklider som oppstår ved fisjon av uran: Cesium-137, Strontium-90 og Iod-131, samt transuraner som plutonium, americanum og curium. De siste har dosemessig liten betydning for mennesket. Nuklidene fraktes via tørravsetning, aerosoler og nedbør og flyttes med vind og avsmelting. De kan overflyttes fra jord til planter via røtter, spesielt sopp, og overføres til mennesker og dyr hovedsakelig via næring.

I-131: Har kort halveringstid, og vil hovedsakelig være et problem en måned etter nedfall. Alt jod i mat absorberes i jejunum og utskilles i urin. 50 % av kroppens jod finnes i thyroidea, og opptak her vil kunne føre til thyroideacancer spesielt hos barn, noe man også så etter Tsjernobylulykken. I-131 overføres til melk i lakterende dyr, og vil kunne tilføres fra kumelk.

[15] "Radioaktivt nedfall fra Tsjernobyl- ulykken- følger for norsk landbruk, naturmiljø og matforsyning", Sluttrapport fra NLVFs forskningprogram om radioaktivt nedfall 1988-1991", Garmo og Gunnerød.

Tilførsel av stabilt jod hindrer radioaktivt opptak i thyroidea. Den norske stat har derfor bestemt at det skal finnes jod-kapsler i beredskap i alle kommuner i de tre nordligste fylker.

Sr-90: Ligner kalsium^{2+} kjemisk, og behandles som kalsiumionet i kroppen. Strontium absorberes som kalsium og opptaket øker dermed ved økt behov, for eksempel i vekst og melkeproduksjon. Kalsium lagres i skjelettet, og strontium kan dermed avsettes i bein og tenner og stråle innenfra over lang tid. Overføres også til melk.

Cs-137: Ligner kalium^{+} kjemisk, og følger med kalium inn i vev og celler. Skilles ut med avføring og urin, og utskillelsen øker med fysisk aktivitet.

For mer informasjon om ulike typer stråling og deres virkning, se kapittel 2.6.

2. MEDISINSKE EFFEKTER

2.1 TRYKKBØLGEN

Det voldsomme trykket som oppstår vil være den viktigste dødsårsaken nært nullpunktet etter initialstråling og høy temperatur[16]. På lengre avstand vil det direkte trykket forårsake skader på thorax eller abdomen samt laserasjoner, frakturer og knusningsskader.

Trykket vil også kunne skade indirekte ved bygninger som raser sammen eller objekter som kommer flygende i luften. Dette vil kunne skje lengre unna enn de direkte skadene. I Japan ble det rapportert om flest skader av den indirekte typen[17]. Det ble dog rapportert om overraskende få frakturer, muligens fordi personer med bruddskader ikke kunne bevege seg og dermed døde av andre årsaker, for eksempel i brann.

[16] "Effects of Nuclear War on Health and Health Services", WHO-rapport, 1984, annex 3
[17] WHO-rapport, 1984, annex 4 avsnitt 13

Mennesket kan tåle et trykk på om lag 200 kPa[18]. I Nagasaki var overtrykket ved nullpunktet mellom 59 og 79 kPa, men vinden av orkan styrke som fulgte med forårsaket også store ødeleggelser. Et særlig problem var alle glassfragmentene som fløy gjennom luften og som var vanskelige å fjerne fra huden[19].

Drønnet ved detonasjon vil kunne forårsake trommehinneruptur, i Japan opp til 3 km unna nullpunktet[20]. Det ble rapportert øresus, hodepine og vertigo etter eksplosjonen.

Behandling

Frakturer og knusningsskader vil trenge varierende typer behandling etter alvorlighetsgraden. Ukompliserte brudd kan reponeres og stabiliseres i felt, sårskader kan renses og forbindes. Større skader derimot vil trenge mer intervensjon og bedre tilgang til undersøkelser og utstyr. Pasienter med sirkulatorisk sjokk vil vanligvis trenge lang klinisk og laboratorisk oppfølging samt røntgenundersøkelser. Skader på lungene vil kunne kreve komplett immobilisering i seng og overvåkning for eventuelt utvikling av Acute Respiratory Distress Syndrome (lungesvikt), mens abdominale skader vil kunne trenge kirurgi. Indre blødninger kan være lette å overse i en kaotisk situasjon.

2.2 VARMEBØLGEN

Den uvanlig skarpe lysblitzen initialt forårsaker midlertidig blindhet eller retinal brannskade for dem som ser i retning av den. Ellers er direkte eller indirekte brannskader den vanligste konsekvensen av den utrolige heten som utvikles.

Den direkte varmestrålingen vil kunne lage såkalte "flash burns" på den eksponerte huden, som varierer i grad fra erytem, koagulasjonsnekrose, karbonisering, fordamping av viscera til total tilintetgjørelse av kroppen. Sistnevnte kan ses på enkelte av bildene fra Hiroshima, hvor man kun ser skyggen igjen på bakken etter personen som har stått der. Lyst tøy viste seg å reflektere blitsen bedre enn mørkt tøy, og beskyttet en smule. Flash-burns gikk tilbake etter ca. 50 dager, ofte komplisert av infeksjoner, pigmenteringer og ikke minst keloide

[18] WHO-rapport, 1984, annex 1 avsnitt 15
[19] Atomic Bomb Casualty, War or health, Masao Tomonga, kap. 13 .
[20] WHO-rapport, 1984, annex 2 avsnitt 14

formasjoner. Keloidene oppsto gjerne 4 måneder etter bombingen og nådde et toppunkt 6 til 14 måneder etter dette igjen. De fleste krympet og forsvant i løpet av to år[21].
De indirekte skadene oppstår ved branner og er "vanlige" brannsår. Helingsprosessen er den samme ved disse typene brannskader.

Behandling
Behandling av brannskader krever mye utstyr og sterile forhold. De deles inn i 1., 2. og 3.grads forbrenning og det vil være viktig å kjøle ned, forhindre infeksjon og behandle med smertestillende medikamenter. Brannsår er utsatt for stort væsketap og det er viktig å erstatte den tapte væsken, ofte med flere titalls liter væske i løpet av det første døgnet. Man må sørge for å opprettholde vitale funksjoner, kontrollere eventuell utvikling av sjokk, forhindre nye væsketap og behandle de spesifikke sårene, for eksempel ved hjelp av hudtransplantasjon.

Bomberom vil kunne beskytte mot brannskader. Likevel vil de som oppholder seg nærme nok kunne dø av heten eller av kvelning fordi brannene sluker alt oksygenet i luften.

2.3 INITIAL STRÅLING

Effektene av stråling er avhengig av dose og dose over tid. Som nevnt tidligere påvirker strålingen DNA i celler direkte eller indirekte, og den akutte virkningen av dette er celledød. Dette påvirker særlig vev med rask cellevekst som beinmarg, tarm, kjønnskjertler og hårceller, og symptomene som oppstår vil også gjenspeile dette. Man vil derfor kunne oppleve nedsatt produksjon og ødeleggelse av blodceller i beinmargen med derpå følgende blødninger og anemi, mave-tarm symptomer som oppkast, kvalme og (blodig) diarè, håravfall og forbigående eller varig sterilitet. Immunforsvaret vil være nedsatt og man er utsatt for infeksjon samt dehydrering. Foster og barn i vekst er mer utsatt enn voksne.

Gradene av stråleskader går fra akutt død på grunn av sirkulatorisk sjokk, strålesyke med død innen dager / uker til forbigående lymfocytopeni (lavt antall hvite blodceller). LD50 = 3,0-3,5 Gy i løpet av 30 dager dersom strålingen kommer fra alle kanter. (Vanligvis sier man ca. 4,0 Gy, men da kommer strålingen kun fra en side). Grovt sett kan man si at stråledoser over 6 Gy

[21] "The medical effects of the Nagasaki Atomic Bombing", Atomic Bomb Disease Institute, Nagasaki University School of Medicine, 1999

er umiddelbart letal og 2-6 Gy er avhengig av helsehjelp for overlevelse[22]. Man regner med at 15-20 % av dødsfall hos de umiddelbart overlevende etter en kjernevåpeneksplosjon skyldes strålesyke[23].

Helkroppsbestråling:

20 Gy:	Skader på CNS. Ataxi, kramper og koma. Død innen timer / dager.
6-20 Gy:	Gastrointestinale symptomer dominerer: kvalme, oppkast, (blodig) diarè, dehydrering. Død innen 1-2 uker.
2-6 Gy:	Hemapoietisk syndrom: uspesifikke symptomer som kvalme, oppkast, sykdomsfølelse. Lymfocyttkonsentrasjonen i blod synker ila. timer, blodplater/granulocytter i løpet av dager. Fare for infeksjon, blødninger og anemi. Bedring i løpet av uker, evt. død pga. beinmargsdepresjon.
〈 1,5 Gy:	Få eller ingen symptomer.[24]

Håravfall (epilasjon) opptrådte i Japan 1-4 uker etter eksponering for stråling med en topp ved 3. uke. Insidensen korrelerte med størrelsen på stråledosen, det vil si avstand fra nullpunktet, men prognosen var ikke nødvendigvis dårligere om man mistet håret. Håret grodde ut igjen etter 12-14 uker og hårtapet var ikke permanent[25].
Beinmargsdepresjonen førte til nedsatt evne til koagulasjon og mange opplevde blødninger på ulike steder, blant annet i huden og munnhulen (orofaryngeal ulcerasjon). Hudblødninger (purpura) oppsto i Japan fra 3. dag til 3.-4. uke hos dem som hadde oppholdt seg innenfor 1,5 km fra nullpunktet. Katarakt oppsto 3 måneder til 10 år etter bombingen, hyppigere jo nærmere nullpunktet man hadde oppholdt seg[26].

---

[22] WHO-rapport, 1984, Annex 1 avsnitt 28,
[23] Atomic Bomb Casualty War or Health, Masao Tomonga, kap. 13 s. 154
[24] WHO-rapport, 1984, annex 2 avsnitt 12
[25] " The medical effects of the Nagasaki Atomic bombing", Atomic Bomb Disease Institute, Nagasaki University School of Medicine, 1999
[26] "The medical effects of the Nagasaki Atomic bombing",Atomic Bomb Disease Institute, Nagasaki University School of Medicine, 1999

Delkroppsbestråling:
Som sagt er noen organer er mer utsatt enn andre, for eksempel reproduksjonsorganer, gastrointestinaltractus, lunger, bein (spesielt voksende bein) og øyne (kataraktrisiko ved stråling >2 Gy).

Overflatestråling:
Huden er svært sensitiv for stråling. 3-8 Gy over kort tid vil kunne gi erytem, og 12-20 Gy gir såkalt eksudativ dermatitt som kan resultere i mer kronisk radiodermatitt med ulcerasjoner, nekroser og atrofi av huden.

Inhalasjon eller opptak av radionuklider via mage-tarmsystemet vil kunne avleire disse i lunger, thyroidea (I-131) og bein (Sr-90). Herfra vil nuklidene fortsette å stråle vevet rundt seg, med fare for celleskade og cancerutvikling på sikt. Mer om dette i avsnitt 2.6.

Behandling
Det finnes ingen spesifikk terapi for strålesyke. Målet blir å holde pasienten i live i ca. 5 uker til beinmargen har fått kommet seg, og i løpet av denne tiden forhindre død som følge av infeksjon eller blødning. Dette krever sengeleie, sterile forhold, diagnostisering og behandling av endogene infeksjoner, blodtransfusjoner, eventuelt transplantasjon av beinmarg og store mengder antibiotika.

Behandling bør baseres på presise dosimetriske data og overvåking av sirkulerende blodceller og eventuelt kromosomale forandringer.

2.4 KATASTROFEMEDISIN

Moderne katastrofemedisin baserer seg på tre søyler:

1. Triage: raskt og effektivt dele ofrene for katastrofen inn i tre kategorier – de med liten sjanse for overlevelse, de med sjanse for overlevelse forutsatt behandling og de med stor sjanse for overlevelse uten behandling. Dette krever rask intervensjon og redningsteam med kunnskaper om førstehjelp.

2. Evakuering: fjerne pasientene som er ferdig kategorisert eller behandlet til egnet sted. Må ha et sted å sende dem til og noe å sende dem i. Veiene til sykehus må være åpne.

3. Nødvendig behandling: som beskrevet over.

Dette arbeidet vil kunne forventes å være mye vanskeligere ved kjernevåpenkrig enn ved konvensjonell krig. På grunn av de enorme kreftene som er involvert kan man for eksempel vente at antall ofre vil være høyere, at de skadde har flere typer skader samtidig (noe som senker overlevelsen) og at mange vil ha store skader som trenger ekspertise og ressurser som mest sannsynlig ikke vil være tilgjengelig. Brann- og trykkskader vil for eksempel trenge store mengder plasma og infusjonsvæske. Stråleskader vil være spesielt vanskelig å behandle på grunn av knappe ressurser og lite dosimetrisk kunnskap i den akutte fasen. Man kan til en viss grad vurdere stråleskader ut fra symptomer, men anorexia, oppkast og kvalme vil også kunne være psykogent. Veier vil være sperret og kommunikasjonssystem slått ut av EMP.

Det største problemet vil være tilgangen på kvalifisert personell, som også vil trenge nødvendig verneutstyr og dekontaminering. Sykehus vil kunne være ødelagt eller ubrukbare på grunn av stråling. I Hiroshima døde 93 % av sykepleierne og 91 % av legene i byen, samtidig som man i løpet av perioden 11. august til 5. oktober 1945 registrerte 105.861 pasienter. Knappe helseressurser vil oversvømmes av pasienter. Hjelpearbeidere vil være redde for å gå inn i kontaminerte områder, og det vil være vanskelig å få inn hjelp utenfra. De ulike typene skader vil i følge erfaringene fra Japan fordeles i ulike faser slik at man i den første fasen vil få inn ofre for brannskader og trykk, mens de med moderate til lette stråleskader først kommer etter noen dager. Disse pasientene vil etter hvert øke betraktelig i antall.

Det har vært en diskusjon hvorvidt det vil være hensiktsmessig å lage bomberom ved til eventuelle kjernevåpenkrig. I USA utarbeidet man på 50-tallet en såkalt "DUCK AND COVER" -planer for lokalbefolkningen[27]. Erfaringene fra Japan sier at bomberom vil være effektive mot brannskader og stråling men ikke mot trykkskader, da de fleste skadene av denne typen ble funnet innendørs. Rommene bør også ligge et stykke unna nullpunktet dersom de skal være effektive mot brann, da flere personer omkom også i bomberom på

[27] "The awful truth", dokumentarprogram av Michael Moore, sendt på NRK2 1.3.2004

grunn av oksygenmangel og høy temperatur. Bomberommene vil være spesielt effektive mot radioaktivt nedfall, men langvarig oppbevaring av overlevende vil likevel by på problemer i forhold til sanitære forhold, infeksjoner, behandling av døde eller skadde og mental helse.

2.5 FOLKEHELSE ETTER KATASTROFEN

Om utfordringene synes umulige i den akutte fasen av en kjernevåpenkatastrofe, vil de ikke synes mer overskuelige i den første perioden etterpå. Ødelagte boforhold, vann og matmangel, fravær av sanitære system, fravær av helsetjenester, ødelagte administrative strukturer, strømstans og manglende kommunikasjonsforbindelser vil gjøre livet og oppbyggingsarbeidet vanskelig. Fersk mat vil kunne være kontaminert av radioaktivitet, kun hermetikk og lagret mat vil være absolutt trygt å spise. Ferskvann vil i de første fire ukene inneholde store mengder I-131, Sr-89 og Sr-90, for så å avløses av en periode av uviss lengde med lavere stråling fra Cs-137. Grunnvann vil være beskyttet av jorden rundt. Mange vil flykte, bare for å komme inn i et område med enda større stråling fordi vind og regn drar radionuklidene med seg og setter dem av i området rundt[28].

Det er også de som mener at det vil oppstå en overvekst av insekter og rotter, da disse tåler stråling bedre enn mennesker. Alt dette, samtidig med at en stor gruppe mennesker vil være døde eller syke og ha nedsatt motstandskraft mot bl.a. infeksjoner og vanskeligere tilgang på antibiotika, vil legge forholdene til rette for utvikling av epidemier.

2.6 DNA- SKADE OG KREFT

DNA- SKADE:

Forskning på DNA er et område med enorm kunnskapsutvikling. Det er et stort forskningsområde som stadig oppdateres med nye kunnskaper. Ioniserende stråling og dens virkning på DNA er viktig da vi utsettes for stråling i mange sammenhenger. Normal bakgrunnsstråling i det daglige, i medisinsk utredning og behandling, og fra menneskeskapte kilder. Blant annet kan vi nevne debatten som har rast om Sellafield- anlegget i media. Dette er et anlegg i England som gjenvinner brensel fra kjernekraftverk, og som har sluppet ut radioaktive stoffer i Nordsjøen. Vi vet ikke hvilken effekt dette kan ha verken på dyr som lever i Nordsjøen og eller på oss som spiser dem.

[28] WHO-rapport, 1984, annex 1, avsnitt 63

FN- organet UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) ga ut en rapport i år 2000 til FNs generalforsamling, om kilder og effekter av ioniserende stråling[29]. Dette dokumentet er en sammenfatning av en rekke studier som omhandler ioniserende stråling, og en videreføring av komiteens arbeid fra tidligere år. Det er blitt forsket på forskjellige strålingskilder, blant annet radongass i hus og gruver, medisinsk bruk av ioniserende stråling, i tillegg til studier gjort på overlevende fra Hiroshima og Nagasaki- såkalte hibakushaer- samt arbeidere fra blant annet Russiske (Sovjetiske) anlegg for produksjon av kjernevåpen.

Stråling har forskjellig energi, og dermed forskjellig evne til ionisering. Alfa- stråling er den mest energirike, deretter følger beta- og gammastråling. Disse kan også inndeles i high-LET stråling og low- LET stråling. Dette står for Linear Energy Transfusion, og angir strålingens evne til å avgi energi. Stråling som lager få ioniseringer er low- LET, mens high- LET lager mange ioniseringer. Alfastråling er high- LET, mens beta og gammastråling er low- LET.

Ioniserende stråling skader DNA, og når dette skjer prøver reparasjonsenzymer å reparere DNA igjen. Reparasjonsenzymenes effektivitet i å reparere DNA bestemmer om cellen blir skadd eller ikke. Dersom reparasjonen ikke er perfekt, upresis eller ikke lykkes, kan cellen endres, tape genetisk informasjon eller dø. Det presise bidrag herfra til økning i risiko for kreft er ukjent, men dette er antatt å være viktig i utviklingen av strålingsindusert kreft og arvelige defekter. Det vil si at disse reparasjonsenzymene har en kritisk rolle i å beskytte oss mot stråling og kreft. I gjærceller er det funnet mer enn 50 gener som affiserer DNA reparasjon. Blant annet genet som koder for proteinet p53. Når voksende celler bestråles, stopper de i cellesyklusen for å tillate reparasjon. Det er mange gener involvert i kontrollen av dette, og p53 er et meget viktig kontrollprotein som blant annet kan indusere at en celle går i apoptose. Hele tiden skjer det en prosess med vedlikehold og replikering av DNA, det ligger ikke i kjernen inaktivt og hviler. I disse prosessene er det alltid en viss feilprosent. Kontroll og reparasjonsenzymer i DNA oppdager ikke alle feilene som skjer i disse prosessene, og i tillegg skjer det mutasjoner i reparasjonsenzymenes gener også. Dette spiller inn i utviklingen av kreft og stråleskade.

[29] Hele punkt 2.6: "Sources and Effects of Ionizing Radiation", UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly with Scientific Annexes- Volume I og Volume II- Annex C, Annex F og Annex I

Cellene kan skades av stråling på flere måter. DNA kan skades og gi mutasjoner og kromosomale endringer. Stråling kan i tillegg gi celletransformasjon, som betyr at en celle endrer karakter, samt endra cellesyklustiming og celledød.

Når ioniserende stråling treffer en celle lager den et belte av ioniseringer gjennom den. Bølgelengden bestemmer hvor mange ioniseringer som lages. For eksempel gir en gammastråle (low- LET) som passerer gjennom en 8 μm stor nukleus 70 ioniseringer, ekvivalent til 1mGy absorbert dose. High- LET derimot kan gi flere tusen ioniseringer i en nukleus på samme størrelse, for eksempel en α- partikkel gir omtrent 23000 ioniseringer på denne passasjen, ekvivalent til 370 mGy.

Det anslås at 35 % av skaden på DNA er direkte skade, mens 65 % er indirekte. Enten avgis stråling direkte til DNA og skader ved at den kjemiske bindingen forstyres. Andre nærliggende molekyler kan også ioniseres, for eksempel vann kan omgjøres til frie radikaler, som så skader DNA.

Low- LET stråling kan gi flere typer skader:

1) enkelttråd skade
2) base skade
3) dobbelttråd skade
4) DNA protein kryssbinding

Det vil oppstå flest enkelttråd skader, og færrest dobbelttrådskader. Dobbelttrådskadene er komplekse skader og meget alvorlige for cellen.

Enzymenes mulighet til å reparere skaden er forskjellig alt etter skadens art og omfang. En enkelttrådskade repareres relativt enkelt ved hjelp av fjerning og nysyntese, mens en dobbelttrådskade er mye vanskeligere å reparere og må gjøres i flere trinn. Alfa- stråling har vist seg å gi noe som kalles genomisk instabilitet. Det vil si at strålingen kan gi skade flere år etter den akutte episoden. Slik instabilitet kan også skade indirekte, ved at feilen som oppstår i en celles DNA stammer fra en nabocelle- kanskje pga frie radikaler eller celle-til-celle kontakter. Det at alfastråling har høyere effektivitet til å skape mutasjoner vil muligens bety at den kan gi en del skader som er vanskelig å reparere. Det har vist seg meget vanskelig å finne ut om det er spesifikke mutasjoner som skjer ved bestråling av en viss type og om disse

finnes igjen ved cancer. Det er eksperimentelt bevist at stråling med lave doser (5-10 Gy) kan øke cellens resistens mot en høyere dose. Dette kan være på grunn av at reparasjonssystemer eller en resistensfaktor induseres, men dette har vist seg meget vanskelig å bevise.

Ettersom genene våre også styrer våre reparasjonsenzymer er vi forskjellige med hensyn på vår sensitivitet for stråling. Det er vanskelig å fastslå om forskjellene avhenger av genene alene. Det har også vært vanskelig å fastslå om genomisk instabilitet eller om en høyere frekvens av mutasjoner enn normalt er nødvendig for tumorutvikling.

Hos hibakushaer (jfr avsnitt 2, dette punkt) har de med tumorer signifikant høyere mutasjonsfrekvens enn de uten tumorer.

Det er bred enighet om at mye mer kunnskap om DNA trengs for å komme nærmere en løsning på alle spørsmålene en sykdom som kreft gir oss.

KREFT:

Når det gjelder kreft er det blant annet studien av hibakushaer som gir oss mye informasjon om generell ekstern bestråling (helkroppsbestråling), mens studier av mennesker med delkroppsbestråling pga medisinsk behandling eller undersøkelser gir oss informasjon om faren for organspesifikke cancere.

I Japan etablerte man i 1946 Atomic Bomb Casualty Comittee (ABCC), som helt frem til i dag har fulgt de overlevende- *hibakushaer*, hva angår senvirkninger av bombingen. Studien heter Life Span Study (LSS). Man lagde en kohorte på 109.000 overlevende i 1950 som også består av tilfeller eksponert in utero. Disse undersøkelsene er brukt til å fastsette tillatte stråledoser i ulike situasjoner. Det er selvsagt et problem at disse målingene er gjort på dem som fortsatt levde i 1950, da det er vanskelig å si hvorfor nettopp disse fortsatt var i live og om man uten videre kan sammenligne dem med en normalbefolkning. Alle som døde før 1950 eller var flyttet fra byene er utelatt fra registreringene. De overlevende har også vært nøyere fulgt opp av helsevesenet enn normalbefolkningen i Japan[30].

[30] WHO-rapport, 1984, annex 5

For å undersøke risikoen for spesifikke typer kreft i forhold til stråling er det ønskelig å bruke strålingsdosen til organet en studerer. Via et eget system er det regnet ut organspesifikke doser for hibakushaer som skal reflektere omstendighetene rundt individuelle eksposisjoner, holdning og orientering i forhold til hyposenteret. Likevel er det fortsatt usikkerhet når det gjelder nøytrondoser og kreftrisiko estimater herfra. En kan også konvertere absorbert dose (Gy) til organekvivalent dose i Sievert.
Det er vanskelig å vurdere intern stråling, for eksempel fra plutonium. Her er det utviklet mange teknikker, blant annet måling av tannemalje som ble brukt i Japan.
Data om strålingsbedømmelse blir som regel ikke innhentet med epidemiologi i tankene, i tillegg til at dødsmeldinger viser seg å inneholde mye feildiagnostikk[31]. Men dødsårsaksregistrene er i mange land mer komplett enn kreftregistrene, slik at det kan være lettere å innhente mortalitetsdata enn insidensdata.

Strålingsindusert cancer er ikke bare avhengig av dosen, men kan modifiseres av faktorer som alder ved strålingen og tid siden strålingen. Blant annet viser data for hibakushaer at overskytende relativ risiko (ORR) per enhet dose for leukemi sank 10- 15 år etter strålingen og at ORR var høyere dersom strålingen inntraff som barn enn som voksen. For alle solide cancere synker ORR med økende alder ved stråling, og for de som ble bestrålt tidlig i livet synker ORR med tiden.

Andre faktorer virker også inn på cancerrater. Eksogene faktorer som blant annet røyking, mosjon, kosthold, kjemikalier virker inn på den enkeltes risiko for cancer i tillegg til de arvelige og endogene faktorene (alder og kjønn). Enhver befolkning har en basisrate for de enkelte typer kreft, det kan være store forskjeller verden over når det gjelder antall cancertilfeller av forskjellige typer. Dette gjør at det kan være vanskelig å overføre en risiko estimert for en befolkning til en annen befolkning med helt andre karakteristika. Likevel må vi overføre risikoer, og da tas disse forskjellene i basisrater med i betraktningene.

ØSOFAGUSKREFT: Det er ikke konkludert med noen assosiasjon mellom øsofaguscancer og stråling, verken av intern eller ekstern high- eller low- LET stråling. De få studiene som er gjort har også motstridende resultater.

---

[31] Tidsskr Nor Lægeforen 2004; 124: 1618, Sources and Effects of Ionizing Radiation; UNSCEAR 2000: Volume II s. 306

VENTRIKKELKREFT: LSS har gitt mye data om denne krefttypen. LSS reflekterer en stor kohorte, lang oppfølgingstid og stort spenn i doser, men også en høy basisrate av denne sykdommen i Japan. Denne studien indikerer at dose- responsen for ekstern high- LET er lineær, og at ORR per Sv synker med økende alder ved eksposisjon. Den varierer ikke med tid siden eksposisjon. For andre strålekvaliteter er det lite informasjon om sammenheng.

TYKKTARMSKREFT: Også for denne cancertypen viser LSS en lineær doserespons for ekstern high- LET stråling. Effekten av kjønn, alder ved eksposisjon og tid siden eksposisjon er ikke klar, selv om overskytende absolutt risiko per Sv øker med økende tid siden eksposisjon. Endringer i basisrater for denne cancertypen i Japan gjør det vanskelig å vurdere og bestemme hvordan en skal overføre risiko til andre befolkninger. Det har også vært utført en del studier med dårlig presisjon i resultatene slik at konklusjoner blir vanskelig å dra.

LEVERKREFT: En assosiasjon mellom stråling og leverkreft har ikke blitt demonstrert i noen andre studier enn i LSS. Denne studien indikerer en signifikant dose- respons. En feilkilde her er at forekomsten av hepatocellulært carcinom er høy i Japan på grunn av høy forekomst av hepatiske infeksjoner. Dette gjør at tallene er vanskelig overførbare til andre befolkningsgrupper.

LUNGEKREFT: LSS og studier av grupper av pasienter med akutt høy- dose eksposisjon viser økt risiko for lungecancer med ekstern low- LET stråling. LSS viser en lineær dose-respons. Derimot ser ikke studien på andre viktige risikofaktorer som røyking. Dette vil kunne være en stor feilkilde.
For high- LET eksposisjon er det også en lineær sammenheng med kumulert mengde eksposisjon, men risikoen synker med økende alder og økende tid siden eksposisjonen.

Det har blitt konkludert med at det må gjøres flere studier på dette feltet. Dette på grunn av varierende funn i de forskjellige studiene.

BEN OG BINDEVEVSKREFT: Det er meget sterke beviser for at store inntak av radium (high- LET) har indusert kreft i skjelettet. En studie gjort av 899 pasienter som har vært utsatt for Radium viste 56 tilfeller av malign benkreft, forventet antall under 1. Studiene indikerer at overskytende absolutt risiko (OAR) synker med økende alder ved eksposisjon og tid siden

eksposisjon. Den viser også at risikoen er liten ved doser under 10 Gy. Det vises også en lineær dose-respons opp til over 100 Gy.

Studier av arbeidere utsatt for plutonium (high- LET) viser forskjellige funn. En studie fra Russland viste en signifikant økning ($p<0,001$) av død forårsaket av bentumores. En forventer flere resultater i framtiden fra store studier i Russland.

For ekstern low- LET stråling er det ikke vist noen statistisk signifikant sammenheng. Det er utført studier som har gitt en indikasjon på at eksposisjon i barneårene kan gi økt risiko, men dette funnet er basert på små tall. Det er få studier på voksne som er informative, hovedsakelig på grunn av få tilfeller av kreft i ben og bindevev.

HUDKREFT: LSS viser en assosiasjon mellom ekstern low- LET stråling og non- melanom hudkreft. Det er en sterk dose- respons for basalcellecarcinomer, men ikke plateepitelcarcinom. Melanomer viste en ikke- lineær dose respons. ORR synker med økende alder ved eksposisjon, mens kjønn, tid siden eksposisjon og oppnådd alder hadde lite innvirkning på risiko.

BRYSTKREFT: Det er en signifikant lineær sammenheng mellom ekstern low-LET stråling og brystcancer. Dette er særlig tydelig hos hibakushaer, hvor risikoen var høyere jo yngre de var ved eksposisjonstidspunktet. Intern stråling er vanskelig å måle på grunn av konfunderende faktorer, men det er nok en sammenheng også mellom en intern high-LET stråledose og brystkreft.

BLÆREKREFT: Det er påvist en sammenheng mellom ekstern low-LET stråling ved strålebehandling og blærecancer. Det er usikkert om I-131 kan gi blærecancer, men dette er ikke utenkelig da jod konsentreres og skilles ut i urinen.

HJERNEKREFT: Data fra Life Span Study viser ingen økt innsidens av hjernetumor hos hibakushaer, men noe forhøyet risiko for meningiom og neurilemmiom. Denne økningen skyldes low-LET stråling. Føtal eksposisjon for stråling er fortsatt kontroversielt i forhold til CNS-tumores.

THYROIDEAKREFT: Det er en godt dokumentert sammenheng mellom thyroideacancer og ioniserende stråling. Ekstern eksposisjon for low-LET stråling gir en ORR som er høyest 15-29 år etter og som holder seg høy i 40 år. Barn er mest utsatt. Også intern low-LET stråling i form av I-131 har en sterk sammenheng med thyroideacancer, spesielt hos barn fordi de drikker mer melk og thyroidkjertelen deres tar opp mer jod. Dette så man tydelig i Tsjernobyl, hvor insidensen av denne sykdommen hos barn økte kraftig 4 år etter ulykken (x10). Også andre sykdommer i thyroidea har vist seg å øke i antall etter bombingen i Japan, blant annet benigne noduler og ulike typer struma.

LYMFOM: Det har vært vanskelig å bevise en assosiasjon mellom stråling og Hodgkins / non-Hodgkins lymfom. Muligens finnes det en liten økning i risiko blant mannlige hibakushas.

MULTIPPELT MYELOM: Det er diskrepans mellom funnene i mortalitet og insidens hva gjelder sammenheng mellom ekstern low-LET og multipelt myelom. Sannsynligvis bør man stole på insidenstallene og dermed er det få beviser for en sammenheng.

LEUKEMI: Det er en sterk assosiasjon mellom ekstern low-LET stråling og Akutt lymfocytogen leukemi (ALL), akutt myeloid leukemi (AML) og kronisk myelogen leukemi (KML). Kronisk lymfocytogen leukemi viser ingen sammenheng. Risikoen er høyere ved eksposisjon i barndom, men risikoen avtar saktere med tiden hos voksne. Latenstiden er lavere enn normalt både hos voksne og barn, økningen i Japan ble registrert allerede tre år etter eksposisjon, med en topp i 1951-52. Man har senere sett en langsom nedgang i insidens siden 70-tallet, men i Hiroshima er den fortsatt forhøyet i forhold til kontrollene. Dette gjelder spesielt akutt myelogen leukemi (AML), som aldri egentlig har nådd en topp, men holdt seg høy i mange år. Helkroppsstråling og høy dosehastighet har en mer enn additiv effekt på utviklingen av leukemi. Dose-responskurven er ikke-lineær, risikoen er lavere ved lavere doser. Det er ikke funnet sammenheng mellom intern low-LET og leukemi, men stråledosen har vært lave i disse studiene.

PANCREASKREFT, OVARIEKREFT, TESTIKKELKREFT: Ingen assosiasjon mellom stråling og disse krefttypene har latt seg bevise.

Konklusjon: Fortsatte studier av de overlevende etter bombingen av Hiroshima og Nagasaki er nødvendig, men forskningen har til nå slått fast en økning i leukemi, bryst- mage- hud og lungekreft. Spesielt de tre første (bryst, mage, leukemi) viser en sterk assosiasjon til strålingen.

2.7 TERATOGENE EFFEKTER

Økt insidens i spedbarnsdødelighet, spontanaborter, mental retardasjon og liten hodeomkrets (microcephali) hos nyfødte ble registrert både i Hiroshima og Nagasaki etter 1945[32]. Man har også påvist små subskapulære lesjoner i linsen på øyet som danner katarakt, men ikke påvirker synet i stor grad hos in utero eksponerte. Skadene har vært størst hos foster i 8. til 15. uke[33].

Man har ikke kunnet påvise arvelige genetiske skader i Hiroshima og Nagasaki. Dette kan skyldes en underrapportering, at abortraten var høy, at menneskets forplantningsprosess er "sikrere" enn antatt, at dosen var lavere enn antatt eller at skadene manifesteres senere (Recessive gener vil først bli relevante etter flere generasjoner). Det er for eksempel verdt å merke seg at det ikke ble registrert noen barn med Downs Syndrom i Hiroshima i denne perioden. Kromosomabnormaliteter er likevel påvist i ellers normale blodceller, både i T-lymfocytter og myeloide celler[34].

2.8 PSYKISKE EFFEKTER

Vanligvis går overlevende etter store katastrofer gjennom en serie av reaksjoner som starter med stupor og fortsetter med en sterk bekymring for familie og nærmeste, trang til å handle eller hjelpe til og eufori over å være i live avvekslet med skam over å ha overlevd i stedet for noen andre. I Hiroshima opplevde man derimot en mangel på omsorg for de nærmeste, og en uvanlig sterk identifisering med de døde[35]. Mange opplevde ikke seg selv som mennesker lengre og framviste autistiske tendenser som grunnet i en intens opplevelse av meningsløshet.

---

[32] WHO-rapport, 1984, Annex 5
[33] WHO-rapport, 1984, Annex 9
[34] WHO-rapport, 1984, Annex 8
[35] WHO-rapport, 1984, Annex 3 avsnitt 76

Gruppetilhørigheten til andre hibakushaer har vært sterk. Det er ikke registrert noen økt selvmordsrate blant dem, men mange beskriver å ha levd i frykt for å få kreft, føde misdannede barn og store sosiale problemer som vanskeligheter med å få jobb og for kvinner å bli gift. WHO startet en større screening de psykiske problemene blant hibakushaer i 1995.

3. NEDRUSTNING

3.1 RUSTNINGSKAPLØPET

Den kalde krigen

Allerede på FNs første generalforsamling i 1946 vedtok man en resolusjon om å fjerne kjernevåpen fra alle land. USA utarbeidet en plan for hvordan dette skulle skje (Baruch-planen), men siden USAs egne våpen ifølge planen ikke skulle fjernes før etter at systemet var klart, protesterte Sovjet og planen ble aldri virkelighet[36].

Etter 2. verdenskrig ble Sovjet stående igjen i Øst-Europa, og forholdet mellom øst og vest kjølnet raskt. Utstrakt opprustning på begge sider førte til en blokkdeling som holdt verden i et jerngrep i nærmere 50 år – den kalde krigen. Blokkene anskaffet kjernevåpen for å avskrekke den andre fra angrep, og utviklet systemer for "second strike capacity" som skulle kunne avfyres selv etter at landet var angrepet med kjernevåpen. Dermed visste man at man selv ville ødelegges dersom man angrep (Mutual Assured Destruction), og dette hevdes i stor grad å ha forhindret bruk av våpnene.

Likevel har verden ved flere anledninger stått i reell fare for kjernevåpenkrig. En av de alvorligste og mest kjente er Cubakrisen i oktober 1962, hvor Sovjet utplasserte kjernevåpen på Cuba som svar på at USA hadde utplassert våpen i Tyrkia. Nok en gang unngikk man katastrofen. Etter denne krisen opprettet man en "Hot-line" mellom USA og Sovjet.

Rustningskappløpet nådde sitt høydepunkt i 1986. Da hadde man våpen med en samlet sprengkraft på 1,5 millioner Hiroshimabomber i verden, USA og Russland hadde 68.000

[36] http://www.slmk.org/larom/index.html, "Lär om kärnvapen", Svenska Läkare Mot Kärnvapen

våpen til sammen. Året før ble Michail Gorbatsjov president i Sovjet, og med sin Glasnost-politikk møtte han president Ronald Reagan i Genève samme år. Det ble begynnelsen på slutten av den kalde krigen.

3.2 AVTALER MELLOM USA OG RUSSLAND

Det har vært flere avtaler om nedrustning mellom de to stormaktene, bl.a. Strategic Arms Limitation Talk, SALT I og II fra 1972 og 79, men noen de mest lovende må sies å ha vært de såkalte START-avtalene (Treaty on Reduction and Limitation of Strategic Offensive Arms). START I ble signert i 1991 og trådte i kraft i 1994. Den innebærer en nedrustning til 1600 missiler og 6000 stridshoder innen 7 år. Alt skal verifiseres og inspiseres, men det er ingen bestemmelser om tilintetgjøring av stridshoder, kun demontering og destruering av missiler[37].

I 1993 signerte George Bush Sr. og Boris Jeltsin START II, som setter en grense på 3500 strategiske våpen. USA ratifiserte avtalen i 1996, men Dumaen ville ikke ratifisere og Bill Clinton møtte Jeltsin til reforhandling i 1997. Her bestemte man seg også for å begynne forhandlingene om START III, som bl.a. nettopp skulle ta for seg faktisk destruksjon av stridshodene. Først i 2000 klarte Vladimir Putin å få Dumaen til å ratifisere START II, men det ble satt et forbehold om at USA skulle ratifisere Anti-Ballistic Missile Treaty (ABM)[38] fra 1997. I 2001 erklærte USA at de trakk seg fra ABM fordi de ønsket å utvikle missilforsvaret sitt, og dermed erklærte også Russland at de ikke lenger er bundet av START II. Det gjør at de kan utruste sine nye "TOPOL-M" missiler med kjernestridshoder. Disse missilene kan treffe flere mål samtidig og var forbudt i følge START II avtalen.

I 2001 avtalte George W. Bush og Putin å ruste ned til 1700 – 2200 våpen ila. 10 år, men USA ønsket ingen formell avtale. Russland klarte likevel å få noe ned på papiret, og den såkalte SORT-avtalen ble til (Strategic Offensive Reductions Treaty). Avtalen er tynn og begrenser ikke USAs handlefrihet. Stridshodene skal ikke ødelegges, bare tas fra hverandre og settes på et annet sted, slik at de raskt kan settes sammen igjen og utplasseres. I tillegg til de 1700-2200 "offisielle" våpnene skal USA ha 2400 – 2900 våpen i "aktiv reserve", slik at

[37] http://www.armscontrol.org/act/2002_06/factfilejune02.asp
[38] Anti Ballistic Missile Treaty (ABM), var en avtale mellom USA og daværende Sovjet fra 1972 som forbød partene å utvikle et missilforsvar, som skal kunne skyte ned og ufarliggjøre kjernevåpen i luften. Avtalen ble innført i utgangspunktet fordi en at et slikt forsvar var med på å eskalere kapprustningen uhensiktsmessig. USA har forsket på dette likevel (jfr Reagans stjernekrig), mot sterke internasjonale protester, og trakk seg til slutt ut av avtalen i 2002.

det reelle tallet er nærmere 4600 våpen. Avtalen har en tidsgrense til i 2012, og hva som skal skje etter dette sier den ingenting om. Alle våpnene kan da settes sammen igjen og utplasseres. SORT sier heller ingenting om utvikling av nye kjernevåpen[39]. Mange mener derfor at det lovende nedrustningsarbeidet mellom USA og Russland er stagnert i en "liksom-avtale" hvor ingen egentlig forplikter seg til noe som helst.

Per i dag har USA 11.000 våpen og Russland 19.500 våpen. Det er vanskelig å finne ut hva som faktisk er skjedd med de 30.000 våpnene Russland/ USA skal ha kvittet seg med. Kapasiteten på destruksjon i USA er 350 i året[40], og sannsynligvis dårligere i Russland der økonomien er svakere. Det finnes dermed et inaktivt lager av våpen som er av usikker størrelse.
Hva gjelder taktiske våpen finnes det ingen folkerettslig bindende avtaler om dette, men USA og Russland har hatt en del avtaler. Disse er ikke juridisk bindende og innebærer ingen krav til dokumentasjon eller inspeksjonsrutiner. Det er vanskelig å vurdere hvor mange taktiske våpen landene har.

3.3 MULTILATERALE AVTALER

Ikke-spredningsavtalen

The Nuclear Non-Proliferation Treaty (NPT) ble lagt fram av Irland for FNs Generalforsamling i 1959. Den skal hindre spredning av kjernevåpen, utvikle og gjøre kjernekraft for fredelige formål tilgjengelig og sørge for nedrustning av både konvensjonelle våpen og kjernevåpen. Avtalen lå klar i 1968 og trådte i kraft i 1970. USA og Sovjet var først avvisende, men endret standpunkt etter Cuba-krisen[41]. I dag omfatter den 187 land, og NPT er den eneste folkerettslig bindende avtalen som begrenser utbredelsen av kjernevåpen til nye stater. Av FNs medlemsland er det kun Israel, India, Pakistan og Nord- Korea (trakk seg i 2003) som ikke er del av den. Avtalen innebærer tilsynskonferanser hvert 5. år der det gjennomgås hva som er gjennomført siden sist og mulige nye objektiver. Det er også forberedende møter annethvert år.

[39] http://www.slmk.org/larom/index.html, "Lär om kärnvapen", Svenska Läkare Mot Kärnvapen
[40] http://www.globalsecurity.org/wmd/library/policy/dod/npr.htm
[41] http://www.slmk.org/lärom/index.html, "Lär om kärnvapen", Svenska Läkare Mot Kärnvapen

NPT skiller mellom kjernevåpenstater og ikke-kjernevåpenstater. De fem offisielle kjernevåpenstatene er de som hadde gjennomført prøvesprengninger før avtalen kom til (1967). Dette er USA, Russland, Storbritannia, Kina og Frankrike. Dette er også de faste medlemmene i FNs sikkerhetsråd. Alle andre land må tilslutte seg som ikke-kjernevåpen stater, noe som skaper problemer i Pakistan og India (se kapittel 4).

Kjernevåpenstatene forplikter seg til ikke å overlate kjernevåpen til andre stater eller oppmuntre til utvikling av kjernevåpen. Ikke-kjernevåpenstatene skal ikke ta imot eller produsere kjernevåpen, og de skal la seg kontrollere av IAEA. IAEA har dermed ingen formelle oppgaver ovenfor kjernevåpenstatene. Medlemslandene har ifølge art. IV rett til å utvikle kjerneteknikk for fredelige formål.

I 1995 ble NPT gjort til en permanent avtale, noe mange mente var et tilbakesteg for nedrustningen fordi det forhindret videre forpliktelser for kjernevåpenstatene til å minske sine våpenarsenaler. Likevel ble det gjort fremskritt i 2000 da man klarte å forhandle fram en handlingsplan hvor kjernevåpenstatene blant annet aksepterte sin utvetydige forpliktelse til å ruste ned og man vedtok 13 målbare handlingssteg. Gjennomføringen av disse er essensielle for NPTs framtid, og mange er bekymret for om avtalen vil overleve neste tilsynskonferanse i 2005 dersom ikke flere av disse stegene gjennomføres. Handlingsplanen er politisk, men dessverre ikke folkerettslig bindende.

Problemet er bl.a. at kjernevåpenstatene overser sine egne nedrustningsforpliktelser og at internasjonale avtaler ikke blir overholdt. USA har uttalt at det viktigste for NPTs framtid er ikke-atomvåpenstatenes overholdelse av sine forpliktelser[42]. Andre vil hevde at avtalen marginaliseres av bl.a. at Nuclear Posture Review[43] bryter med avtalens intensjoner på flere plan. Når USA tolker avtalen så vidt, vil andre søke å gjøre det samme, bl.a. Iran. Alt i alt øker sprednings- og opprustningsfaren i verden, og det haster med gjennomføring og at medlemsstatene innser viktigheten av avtalen.

---

[42] "NATO and Nuclear Disarmament: An analysis of the Obligations of the NATO Allies of the United States under the Nuclear Non- Proliferation Treaty and the Comprehensive Test Ban Treaty", Makhijani, Deller, Institute for energy and environmental research (IEER), oktober 2003

[43] Nuclear Posture Review, den amerikanske regjerings strategidokument for kjernevåpen fra 2002. Det er i strid med NPT blant annet fordi de vil utvikle nye våpen som må testes før bruk. Det har også en sikkerhetspolitisk betydning i forhold til NATO alliansen og andre kjernevåpenstaters innstilling til nedrustning.

Fissile Material Cut-Off Treaty (FMCT)

Nedrustningskonferansen i Genève ble opprettet etter en resolusjon i FN i 1993, og har som oppgave å lage en avtale som skal forby produksjon av spaltbart materiale til våpen, den såkalte Fissile Material Cut-Off Treaty. Det ville blant annet innebære et forbud mot produksjon av høyanriket uran. Det er ingen forbud mot produksjon av materialer til fredelige formål.

Dette har størst betydning for terskelstater som India og Pakistan og mindre betydning for kjernevåpenmakter som allerede har utviklet et arsenal. Uten en mer generell nedrustningsplikt er det tvilsomt om terskelstatene vil signere. Forhandlingene er gått i stå mye på grunn av andre saker som konferansen også skulle ta seg av, som for eksempel forebygging av kapprustning i rommet. Uenighetene står spesielt mellom USA og Kina[44]. Andre land har forsøkt å få prosessen på beina igjen, bl.a. Sverige, Algerie, Belgia, Chile og Colombia som i 2002 leverte et kompromissforslag om hva konferansen skal omfatte.

Limited Test Ban Treaty (LTBT) OG Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty (CTBT)

Over 2400 prøvesprengninger er utført siden 1945[45]. På 50-60 tallet prøvesprengte man i atmosfæren, men det radioaktive nedfallet førte til protester og i 1963 underskrev bl.a. USA, Sovjet og Storbritannia en avtale om kun å teste under jorden, Limited Test- Ban Treaty (LTBT). Frankrike og Kina fortsatte å prøvesprenge i atmosfæren til hhv. 1974 og 1980.

I 1996 vedtok FNs generalforsamling CTBT, en avtale som forbyr alle prøvesprengninger - også de såkalt fredelige. CTBT er forhandlet frem av nedrustningskonferansen i Genève (CD). CTBT har som mål å hindre utvikling av nye kjernevåpen. Alle kjernevåpenstatene har signert avtalen, men verken Kina eller USA har ratifisert den. For at avtalen skal bli internasjonal lov kreves det at alle de 44 kjernekraftstatene (de såkalte anneks 2 stater) i verden ratifiserer den. I dag mangler man 13, hvorav 3 (India, Pakistan og Nord-Korea) ikke engang har signert avtalen.

---

[44] http://www.slmk.org/larom/index.html, "Lär om Kärnvapen", Svenska Läkare Mot Kärnvapen

[45] "Sources and Effects of Ionizing Radiation" UNSCEAR Report to the General Assembly, 2000: volume 1, annex C

Det ser mørkt ut for CTBT. USA sier i sin Nuclear Posture Review i 2002 at de ikke akter å ratifisere avtalen[46], og India og Pakistan forsøkte begge å utrope seg til kjernevåpenstater etter prøvesprengningene i 1998. Dessuten kan man med dagens datateknologi fortsette å utvikle ny teknikk også uten prøvesprenginger.

De tretten handlingsstegene for nedrustning i NPT- avtalen binder sammen disse tre avtalene, dette er med på å forklare hvorfor NPT står i fare for å bryte sammen som internasjonalt avtaleverk.

3.4 NORGE, NATO OG KJERNEVÅPEN

I NATOs strategiske planer vedtatt i april 1999 slår man fast at kjernevåpen sikrer fred og sikkerhet for de allierte[47]. Kjernevåpnene skal i hovedsak ha politisk betydning som avskrekking for eventuelle aggressorer. Dette betyr at ikke-atomvåpenstater som er medlemmer av NATO, deriblant Norge, baserer seg på masseødeleggelsesvåpen som fredsbevarer.

NATO-traktaten har et punkt om "nuclear sharing"[48], som innebærer at USA får utplassere amerikanske kjernevåpen i Europa, også hos stater som er medlemmer av NPT som ikke-kjernevåpenstater. Disse våpnene er fullstendig underlagt amerikansk kontroll i fredstid, men kontrollen skal overføres til de respektive land ved krig. Dette gjelder Storbritannia, Tyskland, Belgia, Nederland, Tyrkia, Hellas og Italia, hvor man også lærer militært personell opp i å håndtere disse våpnene. Ifølge artikkel 2 i NPT skal ikke-kjernevåpenstater ikke motta kjernevåpen eller eksplosiver, og heller ikke overta kontroll over slike våpen verken direkte eller indirekte. Dessuten skal kjernevåpenmakter i følge artikkel 1 ikke overlate våpen til andre eller overlate kontrollen over slike til andre. Dermed diskuterer man om avtalen bryter med NPT. Norge deltar ikke i denne delingen av kjernevåpen.

---

[46] http://www.globalsecurity.org/wmd/library/policy/dod/npr.htm
[47] NATO press release NAC-S(99)65-24 April 1999, "The Alliance Strategic Concept"
[48] NATO Handbook: NATO's Nuclear Forces in the New Security Environment

NATO har heller ikke en ikke-førstebruks klausul[49]. Alliansen forbeholder seg retten til å kunne reagere mot aggressivitet på alle mulige måter, og ser dette som en sikkerhetsgaranti mot angrep. Dermed kan ikke-kjernevåpenstater angripe andre stater med kjernevåpen.

Forumet som bestemmer NATOs kjernevåpentaktikk heter "Nuclear planning group". Her sitter alle landene i alliansen uavhengig om de har kjernevåpen eller ikke, også Norge. Det vil si at Norge som ikke-kjernevåpenstat sitter og bestemmer hvordan kjernevåpen skal brukes.

Det har vært store diskusjoner om denne "delingen" av kjernevåpen på de siste tilsynskonferansene for NPT. NATO- landene mener de ikke bryter med avtalen da NPT ifølge NATO ikke gjelder i krigstid. I tillegg var dette en avtale før NPT ble underskrevet. USA ga såkalte "nøkkelstater" (Sovjetunionen og noen andre stater) en orientering om denne interne NATO- avtalen før NPT skulle underskrives, men det finnes ingen dokumenter som viser at alle medlemsstatene visste om dette før de underskrev. Det kom ingen protester fra de orienterte. Dette har ført til at en del medlemmer av NPT føler seg lurt, og mener at NATO må avslutte dette samarbeidet for å overholde sine forpliktelser i forhold til NPT. Det er ikke gjort seriøse forsøk på å løse dette problemet.

NATO- landene har flere problemer når det gjelder kjernevåpen. Ifølge artikkel fem i NPT skal alle medlemmer jobbe for total nedrustning av kjernevåpen. Ikke-NATO land i NPT mener at ikke-kjernevåpenstatene i NATO bryter sine forpliktelser ved at de godtar NATOs avhengighet av kjernevåpen og ved at de ikke presser USA til å oppfylle sine forpliktelser. Sverige, som ikke er medlem av NATO, står for eksempel mye friere i kjernevåpenspørsmål enn NATO-landet Norge.

Det er hevdet at det ville styrke nedrustningsarbeidet betraktelig og muligens kunne redde NPT dersom alle ikke-kjernevåpenstatene i NATO hadde avsluttet kjernevåpensamarbeidet og krevd at våpnene ble tilbakeført til USA. Canada avsluttet samarbeidet om deling av kjernevåpen i 1989[50], og har stått fram som en av de fremste statene som jobber for nedrustning. På samme måte kunne ikke-kjernevåpenstatene jobbet for å minske

[49] NATO Fact Sheet: NATO's positions regarding nuclear non- proliferation, aug 2000; NATO online library
[50] "NATO's Nuclear Posture Review- Should Europe end nuclear sharing", Otfried Nassauer, Berlin Information Center for Trans-Atlantic Security (BITS) Policy Note 02.1 ISSN 1434-3274, April 2002

kjernevåpnenes strategiske betydning innen NATO, slik at en kunne bli kvitt avhengigheten til slike våpen i militær sammenheng.

I stortingsmelding 30 (2000-2001) angir Norge sine holdninger til internasjonal politikk for fred og utvikling. Her stadfestes det at Norge vil jobbe aktivt for rustningskontroll, nedrustning og ikke-spredning av masseødeleggelsesvåpen. Det anses som viktig for Norge at NATO har hovedansvaret for fred og sikkerhet i Europa. Regjeringen vil prøve å oppnå nye og varige resultater i internasjonalt samarbeid blant annet gjennom NATO, FN, og nedrustningskonferansen i Genève. Man vil også prøve å arbeide med å redusere kjernevåpnenes rolle.

Selv om regjeringen har slike gode motiver, er det fortsatt et spørsmål om ikke medlemskapet i atlanterhavspakten bryter med ikke-spredningsavtalen, da NATO kan besvare aggressivitet mot blant annet Norge med kjernevåpen. I en tale i Nobelinstituttet 17.3.2004 ramser statssekretær Kim Traavik opp regjeringens holdning til forberedelseskonferansen til NPTs tilsynskonferanse. Her nevnes mange arbeidsoppgaver, men det nevnes ingenting om fortsatt nedrustning i NATO. Det nevnes imidlertid at kjernevåpnenes betydning må reduseres, og her kan en jo begynne i NATOs eget strategidokument[51]. Også EUs holdning til kjernevåpen i forbindelse med et eventuelt militært samarbeid er ennå uklar.

3.5 ER KJERNEVÅPEN FOLKERETTSSTRIDIG?

I 1994 ble den internasjonale domstolen i Haag bedt av generalforsamlingen i FN å gi en rådgivende mening om spørsmålet: "Er trussel eller bruk av kjernevåpen under noen omstendighet lov etter internasjonal rett?". I 1996 kom svaret fra den internasjonale domstolen.

Den uttalte enstemmig at i de fleste tilfeller ville både trussel og bruk av kjernevåpen være ulovlig fordi:

- kjernevåpen ikke kan skille mellom militære og sivile. Ifølge internasjonal lov kan en bare drepe stridende i krig, ikke sivile.

[51] NATO press release NAC-S(99)65; The Alliance Strategic Concept

- kjernevåpen medfører unødig lidelse for dem som rammes. Ifølge internasjonal lov kan man bare bruke så mye vold at motstanderen uskadeliggjøres.

Internasjonal lov forbyr å starte krig, men tillater selvforsvar. Den internasjonale domstolen klarte dermed ikke enstemmig vedta om bruk av kjernevåpen var tillatt eller ikke i ekstreme tilfeller av selvforsvar, for eksempel om landet var truet av utslettelse.

Domstolen uttalte også at alle land som er tilsluttet NPT er pliktige til å nedruste[52].

4. MER OM DE ULIKE LANDENE

4.1 INDIA OG PAKISTAN

Bakgrunn

Konflikten mellom India og Pakistan startet i 1947, da Storbritannia trakk seg ut av det subindiske kontinentet. For å hindre blodbad mellom hinduer og muslimer delte de området i to: India (hindu) og Øst- og Vest-Pakistan (muslimsk). Den religionen som ble praktisert av flest mennesker i hver region bestemte i følge britisk anbefaling hvilket land den skulle tilhøre. Dette skapte problemer der hvor de lokale maharajaene hadde en annen tro, bl.a. Jammu og Kashmir, hvor maharajaen var hindu og folket muslimsk. Pakistan gikk inn i området, India sendte styrker for å støtte maharajaen og dermed startet den første krigen mellom de to landene. I 1948 vedtok FN å opprette *kontrollinjen*, en 800 km lang grenselinje som deler Kashmir i to deler. India og Pakistan har hver sin del, og FN-styrker har vært til stede siden 1949[53].

Siden har det vært ytterligere to kriger landene imellom; i 1965 og i 1971, da Øst-Pakistan løsrev seg fra Vest-Pakistan med Indias støtte og ble til Bangladesh. Men konflikten pågår

[52] http://www.slmk.org/larom/index.html, "Lär om Kärnvapen", Svenska Läkare Mot Kärnvapen
[53] "En vurdering av Indias og Pakistans kjernevåpenprogrammer", Heidi Kristine Toft og Steinar Høibråten, FFI/RAPPORT- 2004/00801

fortsatt, da India anklager Pakistan for å støtte ytterliggående militsgrupper i indiskkontrollert Kashmir. Det har vært flere kamphandlinger og striden toppet seg sist i 2002 da India mente Pakistan sto bak angrepet på parlamentet i Dehli 13. desember 2001. 14 mennesker ble drept og aksjonen førte til en dramatisk opprustning på begge sider av grensen med bl.a. over en million pakistanske soldater i beredskap. Om lag 50.000 mennesker måtte flykte. I løpet av 2003 klarte man å roe situasjonen, og i januar 2004 møttes president Musharraf og statsminister Vajpayee til samtaler.

India

India startet et fredelig kjernefysisk program i 1948. I 1953 mottok de en reaktor fra Canada og et gjenvinningsanlegg for plutonium av USA, i tråd med "Atoms for peace"-prosjektet. Dessuten lærte de å separere ut plutonium av Norge. Indias våpenprogram må ses i forhold til konflikten med Kina, som brøt ut i åpen krig i 1962. Kina prøvesprengte i 1964, og India følte seg truet. India er sterk motstander av at ikke-spredningsavtalen (NPT, se kap. 3) tillater noen land å ha kjernevåpen mens andre ikke, og da NPT definerte India som ikke-kjernevåpenstat i 1968 avsto de fra å signere.

India prøvesprengte selv første gang i 1974. "Smiling Buddha" var et fisjonsvåpen med plutonium, og ifølge myndighetene laget for fredelige formål. Etter dette stoppet all internasjonal hjelp til kjernekraftutvikling. Sannsynligvis hadde man hatt et hemmelig våpenprogram siden siste halvdel av 60-tallet.

I 1998 prøvesprengte India på ny, med bomben "Shakti"(=kraft). Denne gangen erklærte de seg som kjernevåpenstat, men ble fortsatt ikke anerkjent som dette av verdenssamfunnet. Seismiske målinger viste at den offentlig opplyste sprengkraften sannsynligvis var overdrevet. Man erklærte også å ha gjennomført en vellykket fusjonssprengning, men dette er lite trolig. Man kan likevel ikke utelukke at India har fusjonsvåpen. Små sprengladninger kan også peke mot taktiske våpen.

Man regner med at India har mellom 30 og 40 våpen (60 – 120 mulig), de fleste trolig fisjonsvåpen med plutonium. India har to reaktorer for våpenproduksjon (naturlig uran og tungtvann), ett reprosesseringsanlegg og to anrikingsanlegg for uran (gassentrifuger). Dessuten har de 14 kraftanlegg hvorav 10 kan brukes til våpen produksjon. På grunnlag av

dette kan India teoretisk sett ha produsert maksimalt 500 våpen. India forsøker også å bygge atomubåter. De har missiler som når hele Pakistan og deler av Kina.

Pakistan

I 1956 startet Pakistan sitt fredelige kjernefysiske program. De lærte opp 600 forskere i vesten, og "Atoms for Peace" gav dem to reaktorer (Canada og USA). I 1968 avsto de fra NPT, siden India ikke signerte. I 1971 led de et sviende nederlag i den tredje krigen mot India, og i 1972 begynte president Z.A. Bhutto utviklingen av kjernevåpen. Han uttalte at de skulle bli jevnbyrdige med India "om de så skal ete gress". Pakistan har ikke en så velutviklet kjernefysisk forskning som India, og har derfor basert sitt våpenprogram på import, spionasje, smugling og assistanse fra Kina. Man regner med at de hadde våpen klare i 1987. I 1990 kunne ikke USA lenger garantere at Pakistan ikke hadde kjernevåpen, og de kuttet all militær støtte.

Dr. A. Q. Khan regnes som "Atombombens far" i Pakistan og er en folkehelt der. Han stjal tegninger for avanserte sentrifuger fra det europeiske firmaet Urenco i Nederland i 1975. Han ble dømt til fire års fengsel for dette i Nederland i 1984, men dommen ble senere opphevet. Vel hjemme i Pakistan bygde han et anrikingsanlegg som sto klart i 1985. I januar 2004 sto Khan fram på fjernsyn og innrømte å ha solgt tegninger, sentrifuger og kjernevåpendesign til Iran, Libya og Nord-Korea, etter at Libya har proklamert at de vil overlate alle sine kjernefysiske planer til USA[54]. Pakistanske myndigheter nekter for å ha hatt kjennskap til dette. Khan sitter nå i husarrest i sin luksusvilla i Islamabad.

Pakistan prøvesprengte i 1998, og annonserte 6 vellykkede detonasjoner. Både antallet og sprengkraften var trolig overdrevet. Man regner med at Pakistan har ca. 30 - 65 fisjonsvåpen (45 – 85 mulig), hovedsakelig uran. De har muligens tre anrikingsanlegg, og har også lykkes med plutoniumsproduksjon. Dersom de har omdannet plutoniumet til våpen, kan de ha 3-10 av disse også. De har missiler som kan nå det meste av India.

Vilje til bruk

India har erklært at de ikke vil bruke kjernevåpen med mindre de blir angrepet med det, altså ingen førstebruk. Pakistan derimot er konvensjonelt underlegne India og er villige til å svare

[54] http://news.bbc.co.uk/l/hi/world/middle_east/3491329.stm

på konvensjonelle angrep med kjernevåpen, men bare i selvforsvar. De pakistanske arsenalene er mest bekymringsfulle, da militæret der i motsetning til i India har kontroll både over ladningene og leveringsmidlene. Dette øker faren for uautorisert bruk. Man er også bekymret for militærkupp og islamske ekstremister i prosjektet. Det at ingen har nok våpen til total utslettelse av den andre øker også risikoen for at våpnene faktisk blir brukt.

NPT

India og Pakistan vil kun bli medlemmer av NPT som kjernevåpenstater. Dette er umulig i avtalen, og en eventuell reforhandling vil risikere en total oppløsning av NPT-samarbeidet. Utfordringen blir derfor å behandle disse utenfor NPT, muligens gjennom en tilleggsprotokoll eller i Fissile-Material Cut-off Treaty, FMCT (se kap. 3).

Løsningen på konflikten ligger uansett i Kashmir. I februar 2004 ble det på ny tatt initiativ til tilnærming mellom de to partene, og den indiske utenriksministeren Natwar Singh møtte Pakistans utenriksminister Khurseed Mehmood Kasuri til samtaler i Dehli i september. De kunne rapportere om moderat fremgang. Nye samtaler er planlagt utover høsten, samt et møte mellom President Musharraf og Statsminister Singh[55].

4.2 IRAK

Irak ratifiserte NPT-avtalen i 1969, men begynte sannsynligvis ikke lenge etter å planlegge sitt hemmelige våpenprogram[56]. Man startet et kjernekraftprogram i 1975 og hadde planer om flere kraftverk, men det var lite framdrift i arbeidet. Etter at Israel bombet Osirak-reaktoren i 1981, begynte man å planlegge underjordiske kraftverk drevet av naturlig uran og tungtvann, men i 1988 la man i stor grad ned dette arbeidet til fordel for anriking av uran[57].

Irak har forsket på nær sagt alle former for anriking av uran (EMIS[58], LIS[59], gassdiffusjon, kjemisk), men det var EMIS-anleggene som kom lengst. De ville trolig vært operative i 1992-93 hadde det ikke vært for Gulf-krigen som brøt ut i 1991. Den irakiske forklaringen på disse anleggene var å anrike uran til bruk i kraftreaktorer. Dette er en lite sannsynlig forklaring i og

[55] http://news.bbc.co.uk/2/hi/south_asia/360096.stm
[56] http://www.slmk.org/larom/index.html, "Lär om Kärnvapen" Svenska Läkare Mot Kärnvapen
[57] http://www.fas.org/nuke/guide/iraq/nuke/program.htm
[58] Elektromagnetisk isotopseparasjon, beskrives i kapittelet om teknologi.
[59] Laserisotopseparasjon, beskrives i kapittelet om teknologi.

med at anriking av 1 gram uran til kraftreaktorgrad ville kreve fem ganger så mye energi som reaktoren produserer. Man hadde planlagt å ha de første våpnene klare i 1991, og sannsynligvis gjensto det ikke mye arbeid da arbeidet ble avbrutt av krigen. Eksperter mener Irak kunne hatt våpen i 1993.

Etter krigen satte FN ned en kommisjon, UNSCOM[60], som skulle sørge for at Irak ødela missiler og anleggene for produksjon av våpen. Materialene ble ødelagt, men man ville fortsette inspeksjonen for å hindre at programmet ble gjenopptatt. Irak avsluttet dog samarbeidet i 1998. Dermed innførte FN økonomiske sanksjoner, og USA og Storbritannia startet bombingen av Irak uten FN-mandat (Operation Desert Fox).

I 1999 danner FN en ny kommisjon, UNMOVIC[61] mindre dominert av USA og Storbritannia. Irak vil heller ikke samarbeide med denne, da de mener å ha oppfylt kravene i FN-resolusjon 687 som først dannet UNSCOM.

Angrepet på World Trade Center i 2001 økte USAs ønske om at Irak skulle ruste ned. I 2002 vedtok FN en skarp resolusjon (nr. 1441) om øyeblikkelig samarbeid med inspektørene. Irak gav etter, og inspeksjonene starter 27. november under ledelse av Hans Blix. Første rapport skulle leveres 27. jan. 2003. Ingen eksperter trodde på dette tidspunktet at Irak hadde våpen, men at de kunne ha kapasitet for produksjon og man var bekymret for at de kunne importere utenfra. CIA sa i en rapport til senatet i mars 2002 at det vil ta Irak flere år å produsere nok materiale til våpen.

I mars 2003 ba Hans Blix om mer tid til FN-inspektørene. Men USA og Storbritannia hadde mistet tålmodigheten og erklærte den diplomatiske prosessen for avsluttet 17. mars. Våpeninspektørene ble evakuert, og Saddam Hussein fikk 48 timer til å forlate landet. 20. mars traff de første amerikanske missilene Bagdad.

Etter at Saddams regime ble styrtet, gjenopptok koalisjonen letingen etter masseødeleggelsesvåpen med the Iraq Survey Group (ISG). I sin første rapport fra 02.10.03 mente man å kunne fastslå at Saddam var bestemt på å skaffe kjernevåpen, men man hadde

[60] United Nations Special Commission
[61] United Nations Monitoring, Verification and Inspection Commission

ikke funnet beviser for faktiske planer eller forsøk på å bygge noen etter 1998[62]. Man mente dog å ha funnet beviser for at Saddam ville bygge missiler med en rekkevidde langt over grensen FN satte for Irak etter krigen i 1991 (maks. 150 km). Den første lederen av ISG, David Kay, uttalte da han gikk av i januar 2004 at han ikke lenger trodde at man ville finne masseødeleggelsesvåpen i Irak[63]. Arbeidet ble overtatt av Charles Duelfer, og pågår fortsatt.

4.3 USA

Kapprustningen mellom USA og Sovjet nådde sitt høydepunkt i 1986. De hadde da 68.000 kjernevåpen til sammen[64]. Etter den tid har man gjennom ulike avtaler rustet ned endel, men fremdeles har USA omlag 7000 strategiske våpen, 1000 operasjonelle taktiske våpen og 3000 våpen i reservekapasitet, mens Russland har 5000 strategiske, 3500 taktiske og mer enn 11000 i reserve. Dårlig økonomi er en hovedårsak til at det går saktere med nedrustningen i Russland.

Innen 2012 skal USA i følge Strategic Offensive Reduction Treaty, SORT-avtalen, ruste ned til 1700-2200 våpen, men mange av våpnene man fjerner skal ikke ødelegges, kun plasseres i såkalt "responsive force", slik at de lett kan tas frem igjen. Man regner med at det reelt vil bli ca. 4600 våpen til faktisk bruk.

Dette blir foreslått i den såkalte Nuclear Posture Review (NPR), som George W. Bush la frem i januar 2002. NPR er utarbeidet av det amerikanske forsvarsdepartementet som en overordnet gjennomgang og strategisk dokument for den amerikanske kjernevåpenpolitikken i det 21. århundre. Den representerer en ny måte å tenke på i kjernevåpensammenheng fra USA sin side. For første gang omtaler man kjernevåpen med en praktisk funksjon i krigføring. Tidligere har man fremholdt at kjernevåpen kun er til avskrekking og ikke til bruk, men Bushadministrasjonen har gitt forsvarsdepartementet i oppgave å utvikle planer for kjernevåpenangrep på navngitte land som Kina, Russland, Irak, Iran, Nord-Korea, Libya og Syria[65]. Bush setter kjernevåpenarsenalet i sammenheng med de konvensjonelle våpnene og forsvarssystemer (bl.a. missilforsvaret), og minsker dermed skillet mellom kjernevåpen og andre våpen.

---

[62] http://www.fas.org/irp/cia/product/dkay100203.html
[63] www.bbc.com, 30. mars 2004
[64] http://www.slmk.org/larom/index.html, "Lär om Kärnvapen", Svenska Läkare Mot Kärnvapen
[65] http://www.globalsecurity.org/wmd/library/policy/dod/npr.htm

NPR sier at USA fortsatt ikke skal ratifisere prøvestansavtalen (CTBT) og at tidsgrensen for prøvesprengninger skal senkes fra 2-3 år til 6-12 mnd. Man vil også gjenoppta en del aktivitet ved de to kjernefysiske laboratoriene. Utenfor NPR har man dessuten nylig opphevet en lov fra 1994 som forbød utvikling av våpen med sprengkraft under 5 kilotonn (kT)[66]. Alt dette forklares med at man skal opprettholde det eksisterende arsenalet, men må også ses i sammenheng med USAs ønske om å utvikle små, taktiske kjernevåpen som skal kunne ta ut underjordiske lagre av for eksempel biologiske / kjemiske våpen (såkalte Bunker Busters).

Tanken er at siden disse våpnene detoneres under jorden vil de gi minimale skadevirkninger for sivilbefolkningen (Low-yielding earth-penetrating nuclear weapons). Problemet er at ingen missiler kan grave seg så dypt ned. Dersom eksplosjonen skulle skje fullstendig under jorden måtte den grave seg ned ca. 216 m ved en sprengladning på 5 kT, og likevel ville for eksempel lukkede sjakter kunne sprenges åpne og spre avfallet. Selv de sterkeste materialer vil deformeres og smelte ved de hastighetene som trengs for å gå så dypt. I tillegg skal de verne om det intrikate kjernevåpenet og dets detoneringssystem. Hele prosjektet koster rundt 3 mrd. dollar[67].

USA testet et sånt våpen, B61-11, i 1997. Da brukte man eksplosiver fra en annen rakett og mente derfor å unngå sin egen policy om ikke å utvikle nye våpen. B61-11 gikk bare 6 m ned i bakken. Konvensjonelle Bunker Bustere finnes allerede og ble brukt under Gulf-krigen. Det gravde seg 16 m ned i bakken.

USAs nye politikk på kjernevåpen sammen med det planlagte missilforsvaret er bekymringsverdig fordi det snarere representerer en opprustning i stedet for det motsatte. Dette gjør ytterligere nedrustning i verden vanskeligere – og ikkespredningsavtalens fremtid usikker.

---

[66] F:A:S: public interest report, Journal of the federation of american scientists, Volume 54, number 1 jan/feb. 2001

[67] "Robust nuclear earth penetrator Budget request and plan", CRS report for congress, FY2005-FY2009

4.4 LIBYA

19. desember 2003 annonserte Libya med store presseoppslag at landet vil eliminere alt sitt materiell, utstyr og programplaner for kjernevåpen. De underrettet verden via et brev til sikkerhetsrådet i FN, der de også godtok kontroll fra det internasjonale atomenergibyrået, IAEA. IAEA har fått tilgang til alle kjernefysiske installasjoner, og Libya har overgitt alt sitt spaltbare materiale.

Libya ratifiserte NPT i 1975, og har hatt avtale med IAEA om inspeksjoner siden 1980. På grunn av den spente situasjonen i Midt- Østen og mulige våpen i Israel ønsket også Libya å ha kjernevåpen, noe Gadhafi åpent proklamerte fra midten av 70-tallet[68]. Som et lite land med begrenset teknologisk kompetanse, trengte de assistanse fra andre land for å nå dette målet. De har sannsynligvis mottatt assistanse fra bl.a. Kina og Pakistan, og de fleste libyske vitenskapsfolk er utdannet i utlandet, blant annet USA.

Landet fikk kjøpe en forskningsreaktor på 10 megawatt (MW) fra Sovjetunionen i 1979, og ytterligere en 800 MW reaktor midt på 80- tallet. Det offisielle programmet før desember 2003 var at de hadde en reaktor som benyttet høyanriket uran og ingen andre fasiliteter. Libyerne har forsøkt å produsere høyanriket uran selv uten å lykkes, mye på grunn av deres begrensede teknologi og kunnskap. I stedet har de i hemmelighet fått design på utstyr og våpen fra andre land, og planen var å få ytterligere hjelp derfra til å sette sammen, bruke og evaluere dem. De har produsert noe våpengradig materiale og har missiler til bruk, men de har ikke klart å produsere våpen.

IAEA driver nå en verifikasjonsprosess der de samler dokumenter, utstyr og materiell for å få kartlagt alt av Libyas utstyr og kunnskap. Dette har pågått siden desember 2003, og flere ganger har IAEA team vært i Libya for å drive prosessen. De tar hånd om utstyr som kan brukes til våpenproduksjon og bl.a. skal reaktordrivstoffet returneres til opphavslandet (Russland) for å bli blandet med lavanriket uran, noe som gjør det ubrukelig til våpen. I tillegg prøver IAEA nå å finne ut hvilke andre opphavsland utstyret kommer fra, og om det

[68] http://www.fas.org/nuke/guide/libya/index.html

eksisterer et nettverk for ulovlig handel med slikt utstyr. Mye tyder på at opphavslandene i noen tilfeller ikke var klar over hvem som i siste instans skulle ha utstyret, mens i andre tilfeller var de fullstendig klar over dette og fjernet de fleste spor på opphav fra produktene[69]. Libyerne har gitt noe informasjon om samarbeid med andre land og opphavsland for utstyr. Dette er forhåpentligvis bare første steg i å gjøre midt-østen til den kjernevåpenfrie sonen den er vedtatt å skulle være.

Utover våren, sommeren og høsten 2004 har det skjedd mye i forholdet mellom Libya og den vestlige verden. Handelssanksjonene både USA og EU har hatt mot Libya er fjernet, og både Tony Blair og Gerhard Schröder har vært på statsbesøk i Libya. EU har også fjernet det årelange forbudet mot å selge våpen til Libya.

4.5 IRAN

I 2003 tilbød Iran aktivt samarbeid og åpenhet om sitt kjernefysiske program. Det ble startet inspeksjoner fra IAEA i desember samme år. De stoppet sine produksjonsanlegg for materialer som kunne brukes i våpen (høyanriket uran og plutonium) og flere inspeksjoner er avholdt. Likevel er det stor tvil om Irans samarbeidsvilje og overholdelse av NPT[70].

Irans kjernefysiske historie begynte med sjahen. Etter revolusjonen i 1979 fortsatte programmet, om enn med forminsket styrke. Iran ønsket i likhet med Libya kjernevåpen på grunn av Israels mulige arsenal. Iran ratifiserte NPT i 1970, og har siden 1992 tillatt IAEA inspeksjoner av sine anlegg. De har planlagt utbygging til 15 kraftreaktorer og 2 forskningsreaktorer.

Inspeksjonene i 2003 og 2004 avdekte at Iran har anlegg for å produsere våpengradig materiale. Størst fokus er det på uran, men det er også indikasjoner på en parallell utvikling av plutoniumveien. Det mistenkes at Libysk og Iransk teknologi kommer fra samme kilde. Ifølge myndighetene i Iran er det kun snakk om å utvikle et sivilt kraftprogram, men dette kan også brukes til våpenproduksjon.

---

[69] http://www.fas.org/nuke/guide/libya/iaea0204.pdf, IAEA-rapport til sikkerhetsrådet 20.02.2004
[70] http://www.fas.org/nuke/guide/iran/iaea-0204.pdf, IAEA-rapport til skkerhetsrådet, 20.02.2004

Ifølge størrelse og kapasitet på utstyr kan det ikke utelukkes at Iran holder tilbake informasjon når det gjelder hvilke kvanta og kvalitet av spaltbart materiale som har vært involvert. Blant annet samsvarer ikke oppgitt mengde utvunnet plutonium med teoretisk mulig utvunnet mengde for anlegget. Det er også funnet spor av uran av annen kvalitet enn det som er oppgitt fra myndighetenes side. I tillegg er det funnet avansert teknologi i Iran som ikke er oppgitt i rapporter til IAEA. Det er ganske klart at Iran ikke forteller alt, og at de muligens har installasjoner som ikke er deklarert og gjort tilgjengelig for inspeksjon. IAEAs generalsekretær sier i rapporten til sikkerhetsrådet i februar 2004 at det ikke kan utelukkes at Iran driver med "alvorlige ting", på bakgrunn av funn som er gjort. Man har altså ikke funnet noe som beviser eksistensen av kjernevåpen i Iran, men det er sterke indikasjoner på at de forsøker å utvikle slike våpen.

4.6 NORD-KOREA

Den 24.4.2003 innrømmet Nord- Koreanske myndigheter at de har utviklet kjernevåpen[71]. Det har vært mye fram og tilbake på dette punktet da de innrømmer for så å trekke utsagnet tilbake, for så å true med slike våpen neste gang de har behov for hjelp fra omverdenen. Hva vestlig etterretning vet om programmet er basert på usikker informasjon fra etterretningskilder og avhoppere. Likevel mener man å vite en hel del om Nord- Koreas program og mulig arsenal.

Allerede i 1958 startet Nord- Korea sin kjernefysiske oppbygging[72]. Nord- Korea har rike uranforekomster og dermed tilgang på uhyre mengder gratis brensel, og har anlegg for produksjon av brenselstaver. Årsaken til ønsket om utvikling av atomvåpen var fiendtlighet mellom USA/ Sør-Korea og Nord-Korea. I tillegg ble det i 1959 kjent at USA hadde utplassert kjernevåpen i Sør-Korea. Det ble etablert et treningssenter for kjernevåpenspesialister med hjelp fra Sovjetunionen, som samtidig hjalp til med oppbyggingen av sivile reaktorer og anlegg for forskning på området.

I 1964 påbegynte man det viktigste anlegget i Yŏngbyŏn. Det ble levert en reaktor fra Sovjetunionen i 1965, men denne er lite egnet til produksjon av våpengradig materiale. Reaktor to, som ble oppført rundt 1980 er av større betydning. Den er mer egnet til

[71] http://ww.fas.org/nuke/guide/dprk/nuke/index.html
[72] Nord-Koreas kjernevåpenprogram, Halvor Kippe, FFI/rapport-2003/00942

produksjon av plutonium og dermed helt sentral i dagens konflikt. I tillegg har de et isotoplaboratorium som er meget egnet til å utvinne plutonium fra brukte brenselsstaver. Her skulle det også stått ferdig flere reaktorer, men i henhold til agreed framework (se senere i teksten) ble disse stanset i 1994. Mye tyder likevel på at de har klart å produsere en del våpenplutonium. Våpenprogrammet ble sannsynligvis startet rundt 1980. Nord- Korea har vært medlemmer av IAEA helt siden 1974, men forholdet har vært problematisk hele tiden. I 1977 tillot man IAEA inspeksjoner, men ikke på alle anleggene.

Tilslutning til NPT skjedde i 1985, men Nord-Korea nektet å undertegne avtale med IAEA om inspeksjoner, blant annet pga de amerikanske våpnene i Sør-Korea. I 1990 avslørte USA at Nord- Korea hadde såkalte hot-cells (dvs anlegg for å skille plutonium fra reaktorbrensel). Begynnelsen av 90- tallet, etter at USA trakk sine våpen ut av Sør- Korea, ble en særdeles fruktbar periode for samtaler mellom Sør- og Nord- Korea. Det ble avtalt en felles erklæring om å holde den koreanske halvøy fri for kjernevåpen, men man klarte ikke bli enige om inspeksjoner av anleggene. I 1992 ble det signert en avtale med IAEA etter betydelig press blant annet fra Sovjetunionen/Russland og man startet kontroller. Landet leverte en rapport om kjernefysisk status, hvor de innrømte å ha reprossesert plutonium i små mengder.

Senere samme år anmodet IAEA om å få inspisere to nyoppdagede avfallslager, men Nord-Korea nektet. Dette økte mistanken om at Nord- Korea hadde et våpenprogram. De truet å trekke seg fra NPT, samtaler med Sør-Korea ble avbrutt og det ble forsøkt diplomati fra USA som strandet. FNs sikkerhetsråd vedtok en resolusjon om at Nord- Korea måtte bøye av for IAEAs krav og forholde seg til avtalen med Sør-Korea. I 1994 kommer det i gang en ny runde samtaler mellom USA og Nord- Korea som endte i at de likevel ikke trakk seg fra NPT. Samtalene endte i en avtale, den såkalte Agreed Framework[73]. Avtalen sier blant annet at de grafittmodererte reaktorene i Nord- Korea skal byttes ut med lettvannsreaktorer som gir mer energi og mindre egnet til produksjon av våpengradig materiale. Avfall skal håndteres etter NPT og IAEA skal få inspisere alle kjernefysiske anlegg. Arbeidet med å bygge reaktorer er i gang, men er forsinket. De er planlagt å stå ferdig i løpet av 2007.

I 2003 ble IAEA ble nektet adgang til reaktorene, overvåkningsutstyr ble fjernet og tilslutt ble inspektørene kastet ut av landet. Deretter trakk Nord- Korea seg fra NPT med øyeblikkelig

[73] Omfattende avtale mellom Sør- og Nord- Korea, framforhandlet med USAs hjelp.

virkning. IAEA har dermed klagd Nord- Korea inn for sikkerhetsrådet, men alt tyder på at det ikke vedtas noen sanksjoner. Dette har ingenting med agreed framework å gjøre, slik at avtalen mellom Sør og Nord- Korea gjelder fortsatt.

Estimater for hvor mye plutonium Nord- Korea kan ha utvunnet fra brukte brenselsstaver varierer mellom forskjellige etterretningsorganisasjoner. Amerikanske eksperter mener det kan dreie seg om et sted mellom 6 og 11 kg, ifølge russerne er det nærmere 20 kg, Japan og Sør-Korea opererer med tall mellom 7 og 24 kg. Sannsynligvis trenger Nord- Korea rundt 5 kg plutonium til ett stridshode. Dersom de har fått utvunnet plutonium fra lagrede brenselsstaver kan de ha over 60 kg. Med 5 kg plutonium i ett stridshode kan de dermed ha rundt 12 våpen. Det ligger altså en stor usikkerhet i om de har utvunnet dette plutoniumet, som kan utgjøre mange stridshoder.

Siden ingen har sett et Nord- Koreansk kjernevåpen kan en ikke være helt sikker på om det finnes. Det kan være taktiske årsaker til innrømmelsen i 2003, som at Nord-Korea føler seg truet av USA og at USA kanskje vil tenke seg om to ganger før de invaderer et land som åpent har innrømmet å ha kjernevåpen. I alle avtaler som Nord- Korea har inngått har de hatt store økonomiske gevinster, og det er ingen som riktig vet om Kim Jong- Il er villig til å bruke slike våpen i en krise. Dette gjør landet meget uforutsigbart i krigshensyn, og det styrker deres eventuelle forhandlingsposisjon.

4.7 ISRAEL

Bakgrunnen for Israels utvikling av atomvåpen antas å være at landet følte et sterkt behov for å forsvare seg slik at holocaust aldri skulle skje igjen[74]. Israel startet sitt program allerede i 1949, da de lette gjennom Negev-ørkenen etter uranforekomster. Det er viktig å være klar over at Israel aldri har innrømmet å være i besittelse av kjernevåpen.
I 1952 ble den Israelske Atomenergi Kommisjonen (IAEC) dannet. For å få reaktordesign og konstruksjonsassistanse henvendte de seg til Frankrike for hjelp. I 1957 startet de å bygge en 24 MW reaktor og et reprosseseringsanlegg for plutonium. Anlegget kalles Dimona. Dette ble bygget i hemmelighet utenfor inspeksjonsregimet til IAEA. I tillegg kjøpte Frankrike

[74] http://www.fas.org/nuke/guide/israel/nuke/index.html

tungtvann fra Norge for videresalg til Israel, offisielt uten Norges viten[75]. Reaktoren ble startet i 1964.

USA ble klar over at Israel bygget noe i ørkenen i 1958, men først i 1960 fant de ut at det var en atomreaktor, da president Ben- Gurion uttalte at det var et forskningssenter bygget for "fredelig utnyttelse" av kjernekraft. Inspektører fra USA besøkte dette senteret flere ganger i løpet av 60- tallet, men det ble ikke funnet tegn til at det var annet enn en fredelig installasjon. Ifølge denne kilden gikk Israel svært langt i å hindre at inspektørene fant ut om deres våpenprogram, blant annet ved å montere opp falske kontrollrom, mure igjen heiser osv. Inspektørene hadde bare indisier på at det foregikk mer der enn de fikk se. Det ble ikke fastslått at det fantes et våpenprogram før sent på 60-tallet da CIA konkluderte at Israels våpenprogram var et irreversibelt faktum.

I 1986 ble det offentliggjort bilder og beskrivelser i The Sunday Times av israelske bomber og utstyr. Bak artikkelen sto Mordechai Vanunu, en underordnet tekniker på Dimona-reaktoren. Han mente det var i verdens interesse at dette ble offentliggjort. Etter offentliggjøringen ble han kidnappet i Roma av israelske agenter, og tatt med tilbake til Israel. Her ble det gjennomført en rettssak, og han ble fengslet for landsforræderi og spionasje. Han har sittet 12 år i isolat av totalt 18 år i fengsel. Han er nå satt fri, men har store begrensninger i sin personlige frihet. Han selv og hans venner mener at han lever i fare i Israel da store deler av den Israelske befolkning ser ham som en statsfiende. I 2001 ble Mordechai Vanunu utnevnt til æresdoktor ved Universitetet i Tromsø for hans innsats mot kjernevåpen.

Hans avsløringer brakte på det rene at Israel bruker fire kg plutonium i sine bomber, og at de har betydelig kunnskap og teknologi på feltet. Han antydet at Dimona- reaktoren produserte omtrent 40 kg plutonium årlig, men spionsatellittbilder av reaktoren med kjøletårn indikerer at det produseres omtrent 20 kg årlig. Dette tilsier at Israel kan ha minst 100 våpen, men ikke over 200.
Det finnes ingen beviser for at Israel har utført en prøvesprengning, og akkurat størrelse og sammensetning av våpenarsenal er usikkert. Sent på 90-tallet offentliggjorde CIA sine estimater av Israelsk våpenarsenal, de mener de har mellom 75 og 130 stridshoder. Et annet publisert estimat fra annen kilde er over 400, men dette antas å være betydelig overdrevet.

[75] http://www.fas.org/nuke/guide/israel/nuke/index.html

4.8 TERRORISME OG KJERNEVÅPEN

Fra januar 1993 til august 2002 ble det registrert 600 forsøk på ulovlig handel med ulike materialer knyttet til kjernevåpenproduksjon[76] (IAEAs illicit trafficing database). 400 av disse er offentlig bekreftet av stater, hvorav 175 involverte radioaktivt materiale inkludert 18 tilfeller av høyanriket uran eller plutonium. Frykten for at terrorister skal få tak i og detonere kjernevåpen har tatt seg opp etter 11. september, og den største trusselen befinner seg i den gamle Sovjetunionen, hvor pengemangel har ført til elendig sikkerhet rundt de enorme lagrene av våpengradig materiale.

Man forestiller seg fire ulike måter terroristgrupperinger kan utnytte kjernevåpenteknologien på: ved tyveri av komplette våpen som utplasseres og detoneres, tyveri av våpengradig materiale for produksjon av våpen som så detoneres, angrep på kjernekraftreaktorer (for eksempel ved å styrte et fly inn i et anlegg), eller ved å kombinere radioaktive materialer med konvensjonell dynamitt for å lage såkalte dirty bombs. De to siste alternativene vil ikke medføre like store ødeleggelser og det store antallet akutte dødsfall som de to første, men de vil likevel spre mye radioaktivt materiale og kontaminere mat og vann samt påføre befolkningen store psykiske belastninger.

Forskere er uenige i hvor realistiske disse scenariene er. Morten Bremer Mærli ved Norsk Utenrikspolitisk Institutt mener at terrorister også i fremtiden i hovedsak vil konsentrere seg om konvensjonelle metoder. De teknologiske utfordringene vil være for store for de fleste, men man kan ikke utelukke at enkelte organisasjoner kan sitte på ressursene og kunnskapen til å skaffe seg våpen. Den mest kjente og ikke minst fryktede av disse er Al-Qa'ida, som allerede i mange år beviselig har forsøkt å få fatt på kjernevåpen. I dagens informasjonssamfunn er det ikke lenger like vanskelig å få fatt i kunnskapen som trengs, og er man villig til å betale finnes det også en del menneskelige ressurser for eksempel i Russland i form av arbeidsledige våpenteknikere. Dermed regnes tilgangen på materiale som den største utfordringen. I Russland skal det finnes materiale nok til 40.000 våpen, og denne trusselen har fått USA til å inngå en avtale med Russland om hjelp til å sikre anleggene. USA brukte i 2002 174 millioner $ til dette formålet, og har til nå fått sikret omtrent 40 % av arsenalet.

---

[76] "Nuclear terrorism:threats, challenges and responses", M.B.Mærli, , Den norske atlanterhavskomite, security policy library 8-2002 s.13.

5. AVSLUTNING

Som nevnt tidligere har man faktisk redusert antallet kjernevåpen i verden til halvparten av nivået det var på i 1986. Men samtidig har det foregått en horisontal spredning av våpnene som er svært bekymringsverdig. Terrorbalansen under den kalde krigen var paradoksalt nok med på å forhindre at våpnene ble brukt, og når det ikke lenger finnes en mutual assured destruction øker det sjansen for at noen velger å bruke dem. Når land som USA i tillegg fortsetter å utvikle nye våpen som skal være "små" og mer håndterbare i krig og utarbeider planer for hvordan og hvem de skal brukes mot, ufarliggjør man bombene, gjør dem mer attraktive og snur den heldige nedrustningstrenden man har vært i siden slutten av 80-tallet.

Men det finnes positive tiltak for nedrustning i verden. Det er gjennom årenes løp tatt initiativ til flere kommisjoner (Carlsson kommisjonen, Canberra kommisjonen) som har utarbeidet planer for avskaffing av kjernevåpen og som forsøker å påvirke de ulike statene i verden i dette arbeidet. I 1998 samlet 8 land, deriblant Sverige, seg om et program for total eliminering av kjernevåpen. Disse kaller seg New Agenda Coalition og har tre ganger lagt fram sitt program for FNs nedrustningskomité med bred oppslutning fra generalforsamlingen.
Det er også verdt å merke seg at 50 generaler fra hele verden har skrevet under et opprop mot kjernevåpen der de erklærer dem som militært ubrukelige.

Vi bør også nevne de såkalte kjernevåpenfrie sonene, som kan opprettes av en eller flere stater dersom de skriver under på at de ikke skal produsere, anskaffe, lagre eller prøvesprenge våpen. De kan i tillegg få sikkerhetsgarantier fra kjernevåpenlandene om ikke å bli angrepet av kjernevåpen eller få utført prøvesprengninger på sitt territorium. Disse protokollene inneholder gjerne reservasjoner fra kjernevåpenlandenes side. I dag er 50 % av jordens overflate definert som kjernevåpenfrie soner og 113 av 195 land omfattes av ordningen, blant annet latin-Amerika, Afrika og sydøst Asia. Den finske presidenten Uhro Kekkonen foreslo i 1963 Norden som kjernevåpenfri sone, men forslaget ble stoppet av NATO-landene Norge og Danmark.

Mest interessant er det likevel at den generelle populasjonen i de fleste land er enige om at kjernevåpen bør avskaffes. En undersøkelse fra Sverige viser at 92 % av Norges befolkning er imot kjernevåpen. Det tilsvarende antallet i USA er 87 %[77]. I alle disse landene finnes det frivillige foreninger og organisasjoner som arbeider med å opplyse sine medborgere og styresmakter om konsekvensene av disse våpnene og hvorfor vi ikke ønsker dem i vår verden. Kanskje når budskapet frem til slutt. Mye vil bli avgjort på ikke-spredningsavtalens tilsynskonferanse i 2005, da man en gang for alle må ta et oppgjør med om avtalen har en fremtid eller ikke. Dersom kjernevåpenlandene ennå ikke er klare til å innfri ordningene avtalen innebærer, vil ikke-kjernevåpenland forventes å miste tiltro til den og den eneste folkerettslig bindende avtalen om nedrustning i verden vil forsvinne.

De rapportene og forskningsresultatene vi har lest gjennom har vist oss at dette er et vanskelig felt å drive forskning innen. Life Span Study av overlevende fra bombingen i Japan ble ikke påbegynt før fem år etter katastrofen, og først i 1995, 40 år etterpå, blir de psykiske effektene satt under lupen. Diskusjonen om helseeffektene etter Tsjernobyl- ulykken er et eksempel på at det har blitt publisert motstridende forskningsresultater fra ulike hold. I Morgenbladet dette år kan man lese en artikkel der lederen i UNSCEARs komite for granskingen av helseeffekter etter Tsjernobyl- ulykken sier at det eneste de har funnet var en del ekstra tilfeller av thyroideacancer. Myndighetene i Ukraina har derimot offentliggjort tall som viser høy forekomst av misdannelser og kreft hos barn.

Man skal ikke utelukke at det er sterke politiske og økonomiske interesser som påvirker forskningen på dette feltet, og hvilke resultater som blir offentliggjort.

En kan jo spørre seg om hva vi vet om helseeffektene på lang sikt- egentlig. Det vi vet er at ødeleggelsene på kort sikt er så massive at vi skal prise oss lykkelige for at det bare har blitt brukt atomvåpen to ganger, og jobbe for at det aldri skal skje igjen.

[77] slmk, svenska läkare mot kärnvapen, 1998

LITTERATURLISTE:

1. "Lär om kärnvapen", Svenska Läkare Mot Kärnvapen, http://www.slmk.org/larom/idex.html
2. "Medisinske og biologiske virkninger av atomkrig", Norske Leger Mot Atomkrig, Tidsskrift for Den Norske Lægeforening 1985; 24, 105
3. "Aldri mer Hiroshima", Lysbildeserie av Hiroshima- appellkomite og Japan Kringkasting NHK, Statens Filmsentral
4. "Nord- Koreas kjernevåpenprogram", Halvor Kippe, FFI/RAPPORT-2003/00942
5. "En vurdering av Indias og Pakistans kjernevåpenprogrammer", Heidi Kristine Toft og Steinar Høibråten, FFI/RAPPORT- 2004/00801
6. "Kjernevåpenrelaterte folkerettslige avtaler", Heidi Kristine Toft, , FFI/RAPPORT-2003/00996
7. "Sources and effects of ionizing radiation", UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes, Volume I og II, ISBN 92 1 142239 6
8. "Helse og Miljøvirkninger av Atomvåpen", Strålevernrapport 1995:6, Statens Strålevern
9. "Atomterrorisme", Morten Bremer Mærli, 1999, ISBN 82 7002 078 8
10. "Nuclear Terrorism: Threats, Challenges and Responses", Morten Bremer Mærli, The Norwegian Atlantic Committee Security Policy Library 8-2002, ISSN 0802-6602
11. "Plutonium- Deadly Gold of the Nuclear Age", Samarbeidsprosjekt mellom IPPNW og IEER, ISBN 0 963 4455 02
12. "Radioactive Heaven and Earth- the health and environmental effects of nuclear weapons testing in, on and above the earth", Rapport fra IPPNW 1991, ISBN 1 85649 020 3
13. "Nuclear Terrorism", Helfand, Forrow, Tiwari, BMJ 2002; 324; 356-358
14. "The Hindu Bomb", Kalpana Sharma, Bulletin of the Atomic Scientists, july / august 1998, vol. 54 no. 4
15. "Indias Nuclear Forces", 2002, http://www.thebulletin.org/issues/nukenotes/ma02nukenote.html
16. "City On Fire", Lynn Eden, Bulletin of the Atomic Scientists, 2004; 60; No. 1; pp. 33-43, http://www.thebulletin.org/issues/2004/jf04/jf04eden.html
17. "Let'em eat nukes", Mohammed Ahmedullah, Bulletin of the Atomic Sciences sept. / oct. 2000, vol. 56 no. 5 s. 52 – 57

18. "Low-yield Earth-Penetrating Nuclear Weapons", Robert W. Nelson, F.A.S. Public Interest Report, Journal of the Federation of American Scientists, Jan 7 Feb. 2001, Vol.52, No. 1
19. "The Threat of Low- Yield Earth- Penetrating Nuclear Weapons to Civilian Populations: Nuclear "Bunker Busters" and Their Medical Consequences", Sidel et al, IPPNW Special Report, March 2003
20. "Effects of Nuclear War on Health and Health Services" World Health Organization, Report of the International Committee of Experts in Medical Sciences and Public Health to implement Resolution WHA34.38, 1984, ISBN 92 4 156080 0
21. "Hvordan Atomvåpen Dreper", Prosjekt for 9. klassetrinn, Laget av Norske Leger mot Atomkrig i samarbeid med Lærere for Fred og Psykologer for Fred, 1985
22. "Atomvåpen- Konsekvenser" Lysbildeserie med tekstskriv utarbeidet av leger Knut Lote og Alexander Pihl for NLA 1985
23. "Reaktordrift Kjeller" http://www.ife.no/avdelinger/avdeling_details.jsp?avdelingsId=1645
24. "Haldenreaktoren", http://www.bellona.no/no/energi/atomkraft/halden/wp_3-1999/6907.html
25. "Høyaktivt atomavfall", http://www.bellona.no/no/energi/atomkraft/halden/wp_3-2002/26809.html
26. "Snart to års drift ved det kombinerte deponi og lager for lav og middels radioaktivt avfall i Himdalen", Statens Strålevern, Stråleverninfo 2-01, ISSN 0806-895X
27. " Pasientbehandling ved Strålingsulykker", Tanum, Reitan, Bruland og Hjelle, utgitt av Statens Strålevern, Strålevernhefte nr. 14, ISSN 0804- 4929, januar 1998, Forsvarets Overkommando/ Sanitetsstaben FO/SAN P13
28. "Radioaktivitet og Strålingsfare", Løvlie, Sirevåg og Jerstad, Cappelens Forlag 1987, ISBN 82 02 10327 4
29. "Radioaktivt nedfall fra Tsjernobyl- ulykken- følger for norsk landbruk, naturmiljø og matforsyning", Sluttrapport fra Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråds forskningsprogram om radioaktivt nedfall 1988- 1991, ISBN 82 7290 5777 9
30. "Nuclear Winter", Piemonte, The Lancet 1988; 785- 786
31. "Civillian Casualties from Counterforce Attacks"; Hippell, Levi, Postol, Daugherty; Scientific American; 1988; 259; 3; 26-32
32. "Nuclear Threat And Health In The Pacific Ocean"; Maddocks; The Lancet 1988; 323-324

33. U.S Nuclear Forces, 2004, Bulletin of the Atomic Scientists, 2004; 60; No.3, pp 68-70
34. http://www.fas.org/nuke/intro/nuke/plutonium.htm
35. http://www.fas.org/nuke/intro/nuke/uranium.htm
36. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/nucene/fasbre.html
37. http://www.nrc.gov/materials/fuel-cycle-fac/ur-conversion.html
38. Fact sheet Uranium Enrichement, United States Nuclear Regulatory Commission, May 2003
39. http://www.armscontrol.org/act/2002_06/factfilejune02.asp
40. "Ikke-spredningsavtalens handlingsplan for ikkespredning og nedrustning", foredrag på Norsk Utenrikspolitisk Institutt ved Morten Bremer Mærli, 18.3.2004
41. http://www.fas.org/nuke/guide/china/nuke/index.html
42. http://www.fas.org/nuke/guide/israel/nuke/index.html
43. http://www.fas.org/nuke/guide/iran/nuke/index.html
44. http://www.fas.org/nuke/guide/dprk/nuke/index.html
45. http://www.fas.org/nuke/guide/libya/nuke/index.html
46. http://www.fas.org/nuke/guide/iraq/nuke/index.html
47. "Treaty on the non-proliferation of nuclear weapons", http://www.fas.org/nuke/control/npt/text/npt2.htm
48. "Principles and objectives for nuclear non-proliferation and disarmament", Sluttdokument fra tilsynskonferansen for NPT i 1995, http://www.fas.org/nuke/control/npt/text/prin_obj.htm
49. "Extension of the treaty on the non- proliferation of nuclear weapons", Tilleggsdokument fra tilsynskonferansen for NPT i 1995 http://www.fas.org/nuke/control/npt/text/extensio.htm
50. "Resolution on the Middle- East", Tilleggsdokument fra tilsynskonferansen for NPT I 1995, http://www.fas.org/ nuke/control/npt/text/resolutio.htm
51. "The Comprehensive Test-Ban Treaty", http://www.fas.org/nuke/control/ctbt/text/ctbt1.htm
52. "The FMCT and cuts in the fissile material stockpile", Frank N von Hippel, Disarmament Forum 2; 1999
53. "Statement by David Kay on the Interim Progress Report on the Activities of the Iraq Survey Group (ISG) before the House Permanent Select Committee on Intelligence the House Committee on Appropriations, Subcommittee on Defence and the Senate

Select Committee on Intelligence" October 2. 2003, http://www..fas.org/irp/cia/product/dkay100203.html

54. Nuclear Posture Review Report, http://www.globalsecurity.org/wmd/library/policy/dod/npr.htm
55. "Robust Nuclear Earth Penetrator Budget Request and Plan, FY2005-FY2009, Jonathan Medalia, CRS Report for Congress, The Library of Congress, Order Code RS21762
56. U.S. Missile Defense Programs at a Glance, http://www.armscontrol.org/act/2002_07-08/factfilejul_aug02.asp
57. U.S.-Soviet/Russian Nuclear Arms Control, http://www.armscontrol.org/act/2002_06/factfilejune02.asp
58. "NATO and Nuclear Disarmament: An analysis of the Obligations of the NATO Allies of the United States ander the Nuclear Non- Proliferation Treaty and the Comprehensive Test- Ban Treaty" Makhijani, Deller, Institute for Energy and Environmental Research, Oktober 2003
59. "Atomfaren større enn noen gang", Franck- Nielsen, Vårt Land 16.April 2004
60. "Saving ourselves from self- destruction" Mohamed El- Baradei, New York Times 12. februar 2004
61. "A Chronology of Nuclear Threats", IEER: Energy and Security No.6, http://www.ieer.org/ensec/no-6/threats.html
62. NATO Handbook, Chapter two: NATO's Nuclear Forces in the New Security Environment
63. NATO Handbook, Chapter six: The Alliance Role in Arms Control
64. NATO Handbook, Chapter seven: Policy and Decision Making
65. NATO Fact Sheet: NATO's positions regarding nuclear non- proliferation, arms control and disarmament and related issues
66. NATO Press Release: "The Alliance Strategic Concept", Press Release NAC-S(99)65, 24 April 1999
67. NATO Press Release: "Prague Summit Declaration", Press Release (2002)127, 21 November 2002
68. NATO Press Release: "Final Communiqué", Press Release (2002)071, 6 juni 2002
69. "NATO's Nuclear Posture Review- Should Europe end nuclear sharing?" Otfried Nassauer, Berlin Information-center for Transatlantic Security (BITS) Policy Note 02.1, ISSN 1434-3274, April 2002

70. "NATO Nuclear Sharing and the NPT – Questions to be Answered", Butcher et al, PENN- research Note 97.3, BASIC-BITS-CESD-ASPR Research Note 97.3, Juni 1997
71. Stortingsmelding nr.30 (2000-2001), Del 5- Internasjonalt engasjement og samarbeid, Punkt 16- Internasjonal politikk for fred og utvikling
72. "NPT- ikkespredning og nedrustning", Statssekretær Kim Traaviks (UD) innlegg på seminar i Nobelinstituttet 17. mars 2004
73. "Utfordringer i arbeidet for nedrustning og ikke-spredning", Statssekretær Kim Traaviks (UD)innlegg på seminar i Nobelinstituttet 18. oktober 2002
74. "Nedrustning og rustningskontroll", Publikasjon fra UD 21. august 2003
75. "Legality of the threat or use of Nuclear Weapons", Dom av 8. juli 1996 fra Den Internasjonale Domstolen i Haag
76. "China link to Libya nuke design", BBC World News http://newsvote.bbc.co.uk/1/hi/world/middle_east/3491329.stm
77. "The awful truth", Michael Moore, Dokumentarprogram på NRK2 1.3.2004
78. "Iran slams nuclear "bullying"", BBC World News http://news.bbc.co.uk/1/hi/world/middle_east/3497518.stm
79. "Her er atomtabbene", Kristoffer Egeberg, Magasinet, mars 2004 http://www.dagbladet.no/print/?/magasinet/2004/03/29/394629.html
80. "Testene som drepte", Astrid Meland, Magasinet, mars 2004 http://www.dagbladet.no/magasinet/2004/03/01/392244.html
81. "'Modest progress' in Dehli Talks" http://news.bbc.co.uk/2/hi/south_asia/3630096.stm