



Internasjonal
Kvinneliga for
fred og frihet

Kvinneblikk på atomenergi



Collage: Ida Harsløf

Kvinneblikk på atomenergi

Utgitt av IKFF

Storgt 11

0155 Oslo

ikff@ikff.no

www.ikff.no

Layout og ombrekking:

Camilla Hansen

Rolf Wermundsen

Forsidebilde:

“Babels tårn”

Ida Harsløf

Trykk og innbinding:

Bedriftstrykkeriet A/S

Oslo 2012

Utgivelsen er støttet av

Stiftelsen Fritt Ord

Atomkraft - nei takk!

I hensynet til klima, miljø og hensynet til verdens fattige har atomkraftlobbyen funnet nye veier å argumentere for at atomkraft gir svaret på viktige utfordringer.

I denne boken har IKFF samlet fagfolk og aktivister som gir andre perspektiver på atomkraft. Deres bidrag er basert på forskning og lang tids engasjement for fred, utvikling og miljø.

Kapitlene kan leses enkeltvis. Noen kapitler gir grundig faglig bakgrunnsforståelse, mens andre fokuserer på samfunnsanalyser og kampen mot atomkraft. Les først det som engasjerer mest, og gå videre til de andre kapitlene ettersom du rives med!

INNHold

- 6 **Vaktbikkje i 65 år**
- 7 **Blir Cassandra endelig hørt?**
 Mari Holmboe Ruge
- 9 **Presentasjon av forfatterene**
- 11 **Spill**
 Sidsel Mørck
- 12 **Lave stråledoser: Helseskader hos barn**
 Anne Grieg
- 16 **Uranutvinning og helseskader: Er Finnmark i faresonen?**
 Anne Grieg
- 20 **Helsevirkninger av atomprøvesprengninger**
 Anne Grieg
- 26 **Kjernekraften - atomvåpenets fikenblad**
 Tove Billington Bye
- 29 **Deponeringssalme**
 Erik Bye
- 30 **Vår radioaktive hverdag**
 Åse Berg
- 35 **Tsjernobylnedfallet i Norge**
 Åse Berg
- 42 **Opplever sivil atomindustri ein renessanse i dag?**
 Eva Fidjestøl
- 55 **Fukushima**
 Eva Fidjestøl
- 59 **Uranvåpen**
 Eva Fidjestøl
- 68 **International Atomic Energy Agency (IAEA) og
World Health Organization (WHO)**
 Eva Fidjestøl

- 73 **Sellafield**
 Eva Fidjestøl
- 83 **Euratomdirektiv 96/29 av 13. mai 1996**
 Eva Fidjestøl
- 86 **Tsjernobyl**
 Eva Fidjestøl
- 91 **Radioaktivt avfall**
 Eva Fidjestøl
- 97 **Atomkraft løser hverken klima- eller energiproblemene**
 Edel Havin Beukes
- 101 **Et norsk militærindustrielt atomenergikompleks**
 Edel Havin Beukes
- 111 **Sammenhengen mellom atomenergi og atomvåpen**
 Edel Havin Beukes
- 117 **Lokal motstand mot atomkraft**
 Edel Havin Beukes
- 122 **Eksplasjon i et atomavfallslager i Russland**
 Edel Havin Beukes
- 127 **Rosalie Bertell (1929-2012)**
 Berit Ås
- 136 **Sjøtransport av atoms substans**
 Berit Ås
- 138 **Radioaktive stoffer**
 Vedlegg 1
- 140 **Nedbrytingskjeder**
 Vedlegg 2
- 141 **Strålingseffekter på mennesker**
 Vedlegg 3

Vaktbikkje i 65 år

I august 1945 slapp USA atombomber over Hiroshima og Nagasaki. I august 1946 holdt WILPF sin første kongress etter verdenskrigen, og krevde en atomvåpenfri verden og internasjonal kontroll med all kjernefysisk virksomhet. I alle år siden har WILPF fortsatt å advare mot farene ved atomkraft og lagt fram forslag til internasjonal regulering og kontroll. Arbeidet har foregått både i ulike FN-organer der WILPFs observatører har vært aktive, og i form av resolusjoner fra de internasjonale kongressene. I 1974 krevde WILPF øyeblikkelig stans i all kjernekraftvirksomhet i hele verden. I 1986 – etter Tsjernobyl – krevde kongressen at IAEA skulle slutte å promotere atomenergi som kraftkilde. I 1989 gikk kongressen inn for et eget FN-organ for alle typer energikilder, med tanke på utvikling av bærekraftig energi. Kongressen i 1995 krevde stans i forskning, utvikling, produksjon og bruk av atomenergi. Etter katastrofen i Japan i 2011 avviste WILPF fullstendig kjernekraft som middel mot klimaendringer, og krevde at verdens regjeringer i stedet må øke støtten til utvikling av fornybar energi og sette mere fart på arbeidet.

På de internasjonale klimakonferansene de siste årene har WILPF deltatt med kritiske spørsmål og seminarer om bl.a. helsevirkningene av kjernefysisk aktivitet og problemene med lagring og transport av avfall.

Siden 1980-årene har WILPF engasjert seg sterkt for å få endret vedtektene for det internasjonale atomenergibyrået IAEA, fra å fremme utvikling og bruk av atomenergi til å bidra til en kontrollert avvikling av atomkraftverk i alle land.

WILPF har også arbeidet for å endre samarbeidsavtalen fra 1959 mellom WHO og IAEA. Avtalen gir IAEA rett til å overprøve informasjon fra Verdens helseorganisasjon (WHO) om helseskader fra radioaktiv stråling. IKFF i Norge har deltatt aktivt i dette arbeidet, ikke minst da Gro Harlem Brundtland var generaldirektør i WHO. Dessverre har arbeidet så langt ikke gitt resultater. Norge er nå styremedlem i WHO. Det bør forplikte våre myndigheter til å ta saken opp igjen.

IKFF i Norden har vært aktive i motstanden mot etablering av kjernekraftverk. Gjennom felles resolusjoner fra kvinnesamlingene Nordisk Forum har vi krevd tiltak fra de nordiske regjeringer for "å hindre spredning av plutonium og kjerneteknologi knyttet til atomreaktorer". Flere av denne bokas forfattere har bidratt med sin faglige kompetanse til dette arbeidet.

I dagens situasjon, 26 år etter at Tsjernobyl-katastrofen som har ført til mange menneskers død og lidelser og gjort store områder ubeboelig, og med Fukushima der vi bare har sett starten på problemene, er IKFF stolt over å legge fram denne boken. Den har oppdatert kunnskap og reflekterte analyser om de fleste sider av atomkraftspørsmålet. Vi ønsker å bidra til mer kunnskap og en bedre fundert debatt om dette problemkomplekset som berører oss alle og vil fortsette å gjøre det.

Oslo, august 2012

Dagmar Karin Sørbøe, landsleder IKFF 2007-12

Blir Cassandra endelig hørt?

11. mars 2011 veltet katastrofene inn over Japan: Jordskjelvet, tsunamien og ødeleggelsen av atomkraftverket Fukushima. Det som ikke skulle kunne skje var plutselig en forferdelig virkelighet.

Da katastrofen kom var artiklene til denne boken ferdige. Strek kunne settes og den tekniske produksjonen begynne. Vi hadde tenkt å lansere den til 25-årsmarkeringen av Tsjernobylkatastrofen. Så kom plutselig innholdet i et nytt og grelt lys. Mange av artiklene skildrer tidligere uhell og ulykker, mulige risikofaktorer og sannsynligheter for nye ulykker og hvilke konsekvenser de kan få. Hadde forfatterne tatt vel hardt i? Var det virkelig så farlig som de sa? Fukushima viste oss at nettopp er så farlig er det - om ikke enda verre. Med dette i bakhodet blir vi minnet om Cassandra - hun som spår verdens undergang, uten at folk hører på henne og tar sine forholdsregler. Men Troja falt, som Cassandra hadde spådd, og Fukushima eksploderte 25 år etter Tsjernobyl og den leksen det burde lært verden.

Vi bestemte oss for ikke å endre det ferdige manuset på bakgrunn av katastrofen, men å legge til et kapittel om denne saken. Behovet for bedre kunnskap om alle sider av atomkraft og atombomber ble enda mer påtrengende enn før.

De 6 kvinnene som har skrevet denne boka er presentert i en egen artikkel. Hver for seg og i samarbeid har alle gjort en stor innsats gjennom mange år for å spre kunnskap om og påvirke den politiske prosessen rundt atomkraft og atomvåpen. De har støttet hverandre i offentlige debatter, holdt seg faglig oppdatert og skaffet fram ny kunnskap, ofte fra kilder som den "kompakte majoritet" ikke interesserte seg for. Sammen innehar de et bredt tilfang av solid faglig kompetanse, i tillegg til lang fartstid som politiske aktivister og folkeopplysere. To av dem er gått bort underveis, de andre har fortsatt, noen langt inn i pensjonsalder. I denne boken deler de sine kunnskaper og erfaringer med oss andre. Tanken om å samle dette stoffet i en bok er flere år gammel, men først i løpet av

det siste året har det vært mulig å fullføre prosjektet.

I 1950-årene begynte arbeidet med å snu skepsis og frykt etter Hiroshima og Nagasaki til å se på atomkraft som en positiv faktor i samfunnsutviklingen etter krigen. Norge var tidlig ute. Atomreaktoren i Halden ble satt i gang i 1951. To år senere holdt president Eisenhower sin tale om "Atoms for Peace" i FN, (1) og UNESCO laget informasjonsmateriale om "Radio-Active Atoms for Everyday Use" og lovende nyvinninger innen medisin, industri og landbruk (2). Kvinneligaen var tidlig ute med advarsler. Allerede i 1949 krevde de internasjonale avtaler for kontroll med atomkraften.

Men den kalde krigen avløste snart samarbeidsklimaet etter verdenskrigen. NATO ville utplassere atomvåpen i medlemslandene. På vegne av Norge sa statsminister Gerhardsen nei i 1957. USA og Sovjet foretok prøvesprengninger av atombomber. Økt radioaktivitet etter prøvene ble målt i Norge i 1956. De første protestene begynte, kanskje med Elsa Jacobsens innlegg i Dagbladet i januar 1957: *"Kan ikke alle vi alminnelige mennesker for en gangs skyld samle oss og bruke vår makt mens det ennå er tid - hva om vi gikk sammen om en allsidig og bred demonstrasjonsmarsj mot politikernes spill med våre liv, mot prøveekspløsjoner og bomber?"* (3).

I 1960- og 70-årene økte motstanden og protestene mot atomvåpen og radioaktive utslipp. Legen Anne Grieg, sosialpsykologen Berit Ås og biologen Edel Havin Beukes (med stråling som spesialområde) brukte sine faglige kunnskaper til informasjon og politisk påvirkning. De store protestmarsjene begynte. Mange av oss gikk med ungene i barnevogn i "stjernemarsjen" i Oslo i 1961 sammen med 20.000 andre. Men prøvesprengninger fortsatte, nå også i regi av Frankrike, Kina og etter hvert India. I Norge kom forslaget fra Granli-utvalget i 1978 om at atomkraftverk kunne bygges i Norge. Tove Bye var medlem av utvalget og leverte en modig dissens. Hun kaller seg "husmor" i rapporten. Uten

universitetseksamener men med sunt kvinnevett hadde hun skaffet seg solide kunnskaper på annen måte. Og - ikke minst - hun hadde mot til å stille ubehagelige spørsmål til den etablerte fagekspertisen.

1980-årene fikk Tsjernobylulykken som et uhyggelig "høydepunkt" i 1986. Kjemikeren Åse Berg slo seg ikke til ro med at nedfallet ikke hadde konsekvenser for hennes sauedrift i Røros-området. Sammen med andre startet hun et privat laboratorium for måling av radioaktivt nedfall. Det ble starten på et aktivt engasjement for informasjon om radioaktivitet. Fysikeren Eva Fidjestøl har besøkt Tsjernobyl og Hviterussland

mange ganger. Hun har skrevet utallige avisinnlegg om de tekniske forholdene både ved denne ulykken og om Sellafield. Som aktivist har hun arbeidet for å redusere helseskadene hos lokalbefolkningen i Hviterussland. Fukushima ble en dystre 25-årsmarkering av Tsjernobyl. Nå, ett år senere, er de radioaktive utslippene fremdeles ikke stanset og problemene med lagring av forurenset sjøvann er ikke løst. Men vi ser også andre ringvirkninger: Tyskland vil fase ut sine atomkraftverk i løpet av få år, og i Italia har en folkeavstemning gått helt mot bygging av ny kjernekraft. Blir Cassandra endelig hørt ?

Referanser:

1. *Unesco Courier* desember 1953 (finnes på UNESCOs hjemmesider)
2. Yngvar Ustvedt, *Det skjedde i Norge*, bind 3 1961-72, Gyldendal 1981

Presentasjon av forfatterene



ÅSE BERG f. 1948

Dr. ing. i uorganisk kjemi fra NTH. I 1978 flyttet hun og mannen til Rugeldalen der de overtok hans odelsgård med sau. Hun har i alle år vært aktiv i fredsarbeid og kamp mot atomvåpen. I 1983 huset de den grenen av Fredsmarsjen som gikk gjennom Østerdalen, i sitt nye fjøs. Hun har siden 1979 vært deltidsansatt lektor ved Røros videregående skole, de siste årene med permisjon. Etter Tsjernobylulykken var hun med å starte et privat laboratorium i Os i Østerdalen. Siden den gang har formidling av kunnskap om radioaktivitet vært sentralt for henne gjennom utstillinger og foredrag. Nå driver hun sitt eget lille firma "Dr.ing. Åse Berg, Miljø og litteratur", bosatt som hun er midt i Johan Falkbergets rike.

energispørsmål og atomenergi, og hadde også kontakt med Tove Bye under Granliutvalgets arbeid.

I 80- og 90-årene deltok hun på FNs og andre internasjonale kvinnekongresser, bl.a. i Sovjetunionen, med seminarer om atomkraftverk og atomvåpen. I Sovjet var dette meget kontroversielt pga det offentlige hemmeligholdet av ulykker ved atomanlegg.

De siste tiårene har Edel også vært aktiv sammen med andre WILPF-medlemmer for å få endret IAEAs samarbeidsavtale med WHO, som gir IAEA rett til å overprøve WHO's faglige synspunkter mht helsevirkninger av radioaktiv stråling.

Hun har skrevet to lærebøker om bl.a. om økologi, forurensninger og naturressurs-spørsmål, og laget tilvalgsfag om humangenetikk og om miljøvern. Hun er forfatter (sammen med Karin Aanes) av boka *Kvinner, liv og vann* (IKFF 2010).



EDEL HAVIN BEUKES f. 1937

Cand. real, hovedoppgave i strålingsbiologi. Forsker ved Radiumhospitalet på virkning av lavdosestråling i to år. Dette medførte et sterkt og varig engasjement i strålingsspørsmål mht kampen mot atomvåpen, atomkraftverk og gruvedrift av uran og thorium samt i internasjonal politikk. Sammen med ektefelle Hans Beukes sterkt engasjert i antiapartheid-arbeid. Lektor i biologi bl.a. på Ski Gymnas og Eikeli videregående skole. "Kuppet" inn i kommunestyret i Ski for SF 1971, senere medlem av Akershus fylkesting og leder av Akershus SV. Bodde med familien i Zambia 1975/76 med NORAD-oppgave.

På 70-tallet aktiv i lokalsamfunnet mot planer om atomkraftverk på norsk jord. Sammen med Anne Grieg arrangerte hun seminarer for kvinner om bl.a.



TOVE BILLINGTON BYE (1928-2008)

Tove Bye var bosatt på Hvalstad i Asker og engasjerte seg sterkt i lokalpolitikken på vegne av Senterpartiet. Hun var en av de fire kvinnene bak det såkalte kvinnekuppet i Asker i 1971 (sammen med Berit Ås, Kari Bjerke Anderssen og Marie Borge Refsum). Hun var 1. vara til Stortinget i 1973-1981, og senere både leder for Akershus Senterparti og medlem av Akershus Fylkesting.

I 1974-75 bodde hun med familien i USA, like ved Los Alamos, hovedkvarteret for Manhattanprosjektet der den første atombomben ble utviklet. Der kom hun i nær kontakt med mennesker som hadde kjernefysikk som sitt daglige virke, og skaffet seg informasjon og kunnskap om kjernekraft. I 1976 ble hun medlem av

det norske kjernekraftutvalget (Granliutvalget) under yrkesbetegnelsen "husmor". Av de 21 medlemmene i utvalget var det bare 3 erklærte motstandere: Tove Bye, Bergljot Børresen og Paul Hofseth. Tove Bye var faglig meget godt oppdatert og lot seg ikke dupere av de andre medlemmenes titler og formelle kompetanse. Hun skrev flere dissenser alene eller sammen med de to andre motstanderne. Hennes omfattende arkiv er som nå gitt til Nasjonalbiblioteket, håndskriftssamlingen, og kan brukes der.

Da planene om å lage en bok om kjernekraft begynte å ta form bestemte hun seg for at kapitlet "Kjernekraft, atomvåpenets fikenblad" skulle være hennes bidrag til den. Dessverre gikk hun bort i 2008 og det er først nå i 2012 at boka blir realisert. Ved hennes bisettelse ønsket familien gaver til produksjonen av denne boka.

Erik Bye, som var gift med Tove, skrev et dikt til kjernekraftutvalgets medlemmer i 1970-årene: "Deponeringssalme", som er med i denne boka.



EVA EIMHJELLEN FIDJESTØL f. 1933

Eva Fidjestøl er cand real med hovedfag i kjernefysikk. Hun har undervist i realfag ved videregående skoler og ved Høyskolen i Bergen. Hun er æresmedlem av Naturvernforbundet Hordaland etter flere aktive perioder der med blant annet faglig ansvar for en internasjonal Sellafielldkonferanse i Bergen i 1992. I tiden 1990-1994 var hun medlem i komiteen "Ecology and Bioethics" innenfor Ecumenical Forum of European Christian Women (EFECW). Hun har samarbeidet med Stiftelsen "Barn av Tsjernobyl" i Minsk siden 1995, har vært deres representant i Norge og er medlem i "International Council for the Children of Chernobyl". Hun var leder for Oslo Nei til atomvåpen 2008 -2010. Hun har gitt ut bøkene *Uranvåpen* (IKFF 2005) og *Tsjernobyl + 22* (IKFF 2008), og har skrevet mange kronikker og holdt foredrag om atom- og miljøspørsmål.

ANNE MARIE GRIEG (1925-2006)



Anne Grieg ble cand. med. i 1951 og ble spesialist i barnpsykiatri i 1964. Hun var overlege ved Vestfold Sentralsykehus 1964-77 og ved psykiatrisk poliklinikk for Follo 1977-81. Men hun var også fredsforkjemperen, atomvåpen- og atomkraft-motstanderen, naturelskeren, nettsurferen, utforskeren, kunnskapskilden og med-mennesket Anne. Hun var med i lenkejengen i Alta. Hun jobbet mot og drøftet virkningene på menneskers helse og

natur av urangruvedrift, atomprøvesprengning-ene, satsing på atomreaktorer, atomkraftulykker, bruk av uranvåpen og lagring av atomavfall. Hun var gjennom en menneskealder både fagmenneske og aktivist.

I 1995 fikk hun Rachel Carsons internasjonale miljøpris for "litteraturstudier og opplysningsarbeid om konsekvenser av forurensning med radioaktive stoffer, med spesiell vekt på erfaring fra rammede områder over hele verden". Hun var aktiv i Leger mot atomvåpen nasjonalt og internasjonalt, og i Nei til atomvåpen, IKFF og Sosialistisk Venstreparti. Hun bygget tidlig opp et dokumentasjonsarkiv om helse- og miljøspørsmål knyttet til atomteknologien og tok meget tidlig i bruk PC i arbeidet sitt. Hun døde allerede i 2006 men ville gjerne bidra med stoff til en bok om atomenergi hvis den ble noe av. Vi har tatt med tre av de artiklene hun har publisert gjennom årene.



BERIT ÅS, f.1928

Professor emerita i sosialpsykologi, UiO, politiker og samfunnsforsker med speciale: Ulykker og katastrofer, freds- og kvinnestudier, samt forebyggende helse.

Mangeårig medlem av IKFF, initiativtaker til WISP (Womens' International Strike for Peace) i Norge under navnet: Kvinnenes Internasjonale Fredsaksjon (1961). WISP samlet 500.000 signaturer fra 22 land i verden med krav om "Våpenmilliardene til mat" og "Nei til atomvåpen i øst og vest" til FN-konferansen i København 1980. Foreleser og æresdoktor ved universiteter i Sverige, Danmark, Nederland og Canada. Ridder av 1. klasse, St. Olavsorden. Mest kjent for sin teori om "De fem hersketeknikker", som er oversatt til over 20 språk.

Spill

Kjernekraft
kaller de det
i kjernekraftutvalget.

Atomkraft
er et mer ladet ord
noen kunne komme til å tenke
på atombomber.

Og det er helt galt
å spille på følelser
i en så viktig sak.

At det er galt å spille
med liv og helse
tenker de ikke på.

De tenker
på kortsiktig lønnsomhet
og plasserer følelser
og annet brysomt avfall
i nedlagte saltgruber.

Hverken gud eller djevel
vet
når det store jordskjelvet
lar kloden sprekke
i en grusom hevnlatter.

SIDSEL MØRCK,
Miljømagasinet nr. 7 & 8, 1978.

ANNE GRIEG

Lave stråledoser: Helseskader hos barn

Først publisert i Utposten 1991:20

Akutte skader etter store doser ioniserende stråling har fått mye medisinsk oppmerksomhet. Helseskader fra lave doser er derimot dårlig klarlagt. Det samme gjelder subakutte effekter fra midlere doser.

Befolkningsgrupper som gjennom mange år har vært utsatt for radioaktiv miljøforurensning, f.eks. fra atomprøvesprengninger, kan fortelle om betydelige helseplager av mange slag, men får lite medisinsk hjelp. (1-4) Omfattende undersøkelser av helseforhold i slike utsatte grupper er mangelvare over hele verden. Det finnes ingen store undersøkelser fra uavhengige forskere. Carl Johnsons (5) intervjuundersøkelse av mormonfamilier i Utah, bosatt i vindretningen fra atomeksplosjonene i USAs prøvelfelt i Nevadaørkenen, viste signifikant økt antall kreft-tilfeller, men gjaldt ikke andre helseparametre.

Vi vet i dag at stråling skader immunsystemet (6, 7), men lite er kjent om virkningsmekanismene på cellenivå, og ved hvor lave doser helseskader kan oppstå. Både diabetes og hjerte-karsykdommer er satt i forbindelse med bestråling, men dette er et svært kontroversielt tema. Det samme gjelder tidlig aldring (4, 8-10).

Kreft risiko

De store etterundersøkelsene fra Hiroshima og Nagasaki har gitt mengder av tall om risiko for kreft, men tolkingen er ikke enkel. Stråledosene ble beregnet etterpå, aldri målt. Bestrålingen var ekstern, kortvarig og høy - ikke intern, årelang og lav - slik det blir når folk spiser radioaktivt forurenset mat eller inhalerer radionuklider fra nedfall. Risikotall for kreft er bare

grove anslag med stor statistisk usikkerhet. Det er også stor uenighet om dem.

Livstidsrisiko for stråleindusert kreft

Tidlig på 80-tallet hevdet John Gofman og Rosalie Bertell, uavhengig av hverandre, at risikoen for kreft etter bestråling var betydelig større enn FN-kommisjonen UNSCEAR og Den Internasjonale Kommisjonen for Strålevern (ICRP) regnet med. De nyeste risikoanslagene fra USAs vitenskapsakademi (BEER V) er adskillig større enn anslagene fra denne instansen for 10 år siden. (ca 1980). Risikotallene justeres stadig oppover. På den annen side er kreft av andre årsaker så vanlig at øking av krefttilfellene etter lave stråledoser er vanskelig å påvise. De ekstra tilfellene fra strålingen "forsviner" blant alle de andre.

Barnas kreft risiko

Det bør legges vekt på at *barn* som utsettes for stråling løper høyere risiko for kreft senere i livet enn voksne. Det har bl.a. vist seg at risikoen for kreft etter røntgenbehandling i oppveksten er større enn kreft risikoen ved tilsvarende behandling av voksne (14). Likeså går det fram av en nylig oppdatering av etterundersøkelsene fra Hiroshima og Nagasaki at de som var barn under atomangrepet har fått adskillig mer kreft da de kom i eldre voksenalder, enn de som allerede var voksne den gang de ble utsatt for strålingen (15).

Folket på øya Rongelap i Stillehavet ble i 1954 rammet av nedfallet fra en 15 megatonns vannstoffbombe. Med årene fikk nesten alle barna forstyrrelser i skjoldbruskkjertelen, ledsaget av veksthemning og

godartede eller ondartede tumorer. Men disse barna ble utsatt for store doser radioaktivt jod (16, 17).

De radioaktive jod-dosene Norges befolkning fikk fra 1950- og 60-årenes bombep prøver i atmosfæren var langt lavere, men synes allikevel å ha ført til en viss økning i skjoldbruskkjertelkreft. Lund og Oftedal (18) har sammenholdt forekomster av denne kreftformen i aldersgruppen 0-24 år i perioden 1953-82 med beregnede stråledoser til hver årsklasse fra melkens innhold av radioaktivt jod. De som ble født i 1957 og 1958 fikk de største dosene, beregnet til knapt 18 mSv. De som ble født før 1940 fikk mindre enn 4 mSv, mens de som kom til verden etter 1962, ikke ble eksponert for radioaktivt jod fra melk. Økingen i skjoldbruskkjertelkreft samvarierer både tidsmessig og geografisk med eksposisjonen for radioaktivt nedfall. Vestpå og nordpå hvor det var mest nedfall, var hyppigheten høyere. Antall ekstra tilfeller var i seg selv meget lavt, men rammet særlig dem som var spedbarn og småbarn da bombep prøvene fant sted.

Fosteret har relativt høy kreftrisiko: I 1958 kunne Alice Stewart (19) vise signifikant statistisk sammenheng mellom kreft i barneårene og røntgenundersøkelser under svangerskapet. Hennes funn ble bekreftet av Mac Mahon (20) få år etterpå. Stewarts *Oxford Survey of Childhood Cancers* (21) er i dag Storbritannias mest omfattende og langvarige studie av disse forhold. Likevel betviler UNSCEAR (22) ennå en kausal sammenheng mellom røntgenbestråling og barnekreft. Uenigheten bunner i at studier fra Hiroshima ikke har vist øket kreft etter bestråling i livmoren. Etter min mening har Hiroshimastudiene fått en ufortjent rang over andre undersøkelser med bedre metodikk.

Mange former for stråleskader i fosterlivet

Fosteret kan skades både etter en enkelt bestråling av moren og når hun utsettes for lengre tids påvirkning fra smådoser. Strålingen kan gi økt celledød

i fosteret eller forandringer i arvestoffet i fosterets celler. At bestråling i livmoren kan føre til misdannelser er velkjent, likeså at risikoen for misdannelser er størst i første trimester. Men misdannelser er bare en av flere former for stråleskade i fosterlivet.

Aborter og dødfødsler

Aborter og dødfødsler er velkjent fra strålingsforsøk hos dyr og også kjent hos mennesker etter stråledoser større enn ca 1-1,5 Sv. En undersøkelse fra USA kan tyde på at også lave doser ioniserende stråling fra radionuklider i morens kost kan gi fosterdød: New York by hadde flere spontanaborter midt på 60-tallet enn før og etter. Pålitelig registrering av spontanaborter er vanskelig, men New York hadde en uvanlig god abortstatistikk. På denne tiden falt det radioaktivt nedfall fra atomvåpenprøvene i atmosfæren over hele verden, og Strontium-90 i kumelk ble derfor målt systematisk mange steder i USA. Pisello og Piccioni (23) fant betydelig samsvar mellom forekomst av fosterdød i New York og meierimelkens strontiuminnhold. Det samme fantes i to regioner som ble valgt til sammenligning fordi de også hadde god abortstatistikk. Det ene lå oppe i nord, i Vermont, og det andre sydpå, i Mississippi. Analysen tyder på at død i livmoren kan være relatert til eksponering av fosteret fra forholdsvis lave stråledoser via morens kost. Men om dette i så fall skyldes Strontium-90 eller andre av de mange radioaktive stoffene i bombenedfallet, kan ikke dette arbeidet si noe om.

Norge mottok adskillig mer nedfall fra 1950- og 60-årenes bombep prøver i atmosfæren enn USA, men norsk helsestatistikk tillater ikke tilsvarende sammenligning.

Etter Tsjernobylulykken 26. april 1986 har Ulstein og medarbeidere (24) ved Kvinneklinikken på Haukeland funnet øking av spontanaborter i seks norske fylker i perioden aug. 86-jan.87. Fostere som var unnfanget de tre første måneder etter ulykken endte oftere som spontanaborter enn i noen annen tremånedersperiode året før og året etter.

De fostrene som overlever strålingen kan komme til verden med misdannelser og/eller lav fødselsvekt eller svekket livsdyktighet. De kan også være tilsynelatende friske, men ha latente skader som først manifesterer seg senere i livet.

I Finland økte antall premature fødsler i områder som fikk mye Tsjernobylnedfall. Økingen gjaldt barn som var i svangerskapets første tredjedel ved ulykken (25).

Livstidsrisiko for stråleindusert kreft (11-13)		
Ekstra krefttilfeller i en befolkning på 1 million eksponert for 10 mSv (=1 rem):		
UNSCEAR (FNs vitenskapelige komité)	1977	100
ICRP (Den Internasj. Strålevernkommisjon)	1977	125
BEIR III (USAs Vitenskapsakademi)	1980	
Avgrenset til 11-30 år		359-719
JOHN GOFMAN	1981	3333-4255
ROSALIE BERTELL	1982	
avgrenset til 11-30 år		359-823
livstid		549-1648
ICRP	1984	600
UNSCEAR	1988	100-1100
BEIR IV	1990	800

Spedbarndødelighet

Etter atomkraftulykken i 1979 ved Harrisburg i Pennsylvania ble det observert både økt forekomst av spontanaborter (26) og økt spedbarndødelighet. MacLeod (27), som var helsesjef i Pennsylvania under ulykken, opplyste året etter i en artikkel i *New York Times* om skarp stigning i spedbarndødelighet de første 6 måneder etter ulykken i områder i 8 og 16 kilometers avstand fra den havarerte reaktoren. Likeså opplyste han at hypofunksjon av skjoldbruskkjertelen var 12 ganger vanligere enn normalt hos spedbarn bosatt i områder i vindretningen fra ulykken. "Slik signifikant stigning i spedbarndød etter en reaktorulykke krever fullstendig oppriktighet og åpenhet, ikke forsinkelse og benektelse", skrev MacLeod og etterlyste tilbakeholdte data. Han hadde på dette tidspunkt forlatt sin stilling på grunn av samarbeidsvansker med guvernøren.

En statistisk undersøkelse fra det tidligere Vest-Tyskland viser økt spedbarndødelighet i de områder av Syd-Tyskland som fikk mest nedfall fra Tsjernobyl. (28)

Et alvorlig signal gir en undersøkelse fra Wisconsin av dødelighet hos barn med fødselsvekt under 2500 gram født 1963-76. Ved å sammenholde fødsels- og dødsattester fant Rosalie Bertell og hennes medarbeidere (29) at dødeligheten i denne sårbare gruppen varierte tids- og stedsmessig med oppgitte gassutslipp fra nye atomkraftverk som var satt i drift i løpet av perioden.

Risiko for mentale handicap

Det kanskje alvorligste aspektet ved lavdosestråling hos fosteret er at sentralnervesystemet er særlig sårbart for stråleskader. Dannelsen av hjernen tar lenger tid enn for andre organer, og den mest kritiske tiden er mellom 8. og 15. svangerskapsuke. Etter beregninger fra Hiroshima er risikoen for større hjernemisdannelser 4 tilfeller pr. 10 000 levendefødte etter ekstern bestråling av moren med 1 mSv mellom 8. og 15. svangerskapsuke. Dette kan imidlertid være toppen av et isjell. I klinisk barnepsykiatri kan lærevansker eller andre utviklingsvansker hos barn ikke sjelden spores tilbake til mindre hjerneskader som det mange ganger kan være rimelig å sette i forbindelse med forstyrrelser i svangerskapet. Funksjonssvikten hos barnet blir i slike tilfeller ofte ikke påvist mens barnet er lite, men gjør seg gjeldende når kravene til ytelse øker lenger ut i livet. Det er ikke urimelig å anta at strålingsutløste hjerneskader kan forholde seg på samme måte.

Medfødte misdannelser i sentralnervesystemet økte litt i Norge det første året etter Tsjernobylulykken. Lorentz Irgens og medarbeidere (32, 33) ved Det norske medisinske fødselsregister i Bergen har funnet signifikant statistisk sammenheng mellom slike misdannelser (og lav fødselsvekt) og mødrenes interndose fra Tsjernobyl-nedfall, men ikke med deres eksterndose. Stråledosen er beregnet ut fra kostens innhold av radioaktivt cesium i melk og kjøtt i morens

bostedskommune omkring 45. svangerskapsdag.

Per Oftedal (34) har påvist signifikant statistisk sammenheng mellom nedsatte skoleprestasjoner i ungdomsskolen og stråledoser fra radioaktivt bombenedfall over Norge da de unge var i fosterlivet. Prestasjonene ved normerte prøver i ungdomsskolen var i gjennomsnitt svakere for de elevene som var 8-15 uker gamle fostre den gang nedfallet var på sitt verste, enn for de øvrige elevene fra samme årgang og samme geografiske områder. Dette gjaldt i områder med mer enn 1000 mm årlig nedbør. I resten av landet, der nedbøren var mindre og nedfallet ikke på langt nær så stort, var det ingen slik forskjell.

Fra USA er beskrevet lignende mental svikt hos 18 år gamle rekrutter (35): Gjennomsnittresultatene ved evnemåling var svakere hos rekrutter fra delstater med mye nedfall på den tid rekruttene var fostre i mors liv, enn hos rekrutter fra delstater med lite nedfall, og størst hos de årgangene de årene det kom mest nedfall.

Under et symposium i Coventry september 1990 om helsevirkninger av radioaktivt nedfall ble det fra Alma Ata i Kazakstan (36) lagt fram urovekkende opplysninger om markert øket forekomst av mental retardasjon i *annen generasjon* i befolkningen som er bosatt i nærheten av det sovjetiske atomprøvefeltet i Semipalatinsk. Prøveekspløsjoner har vært utført der i 40 år, fram til 1963 i atmosfæren, og etter 1965 under jorden. De eldste av disse retarderte barna er nå i 12-15årsalderen, og man ser med engstelse fram til tredje generasjon. Det er dobbelt så mye mental retardasjon hos lokalbefolkningen i området innen 100 kilometer fra prøvestedet som innen 200 kilometer, og forekomsten innen 200 kilometer er markert forhøyet i forhold til gjennomsnittet for republikken.

Farens rolle

I løpet av 80-årene ble det påvist høyere hyppighet av barneleukemi i nærheten av flere britiske atomanlegg enn ellers i Storbritannia (37-39). Leukemi er sjeldent og antall tilfeller var meget lavt men likevel markert forhøyd enkelte steder, som f.eks. i den lille byen Seascale ved opparbeidingsverket Sellafield. Etter engelsk gjennomsnitt skulle Seascale hatt 0-1 tilfeller i årene 1952-85, mens det faktiske antall var 5, senere korrigert til 6. Øking er også sett ved Dounreay og ved atomvåpenfabrikkene Aldermaston og Burghfield. Der gjaldt økingen barn under 5 år. Miljøbevegelsen har rettet søkelyset mot utslippene, mens atomindustrien har betonet at ny industri fører med seg så mye tilflyttingen at årsaken kunne være et smittsomt virus. For 3 år siden kunne imidlertid Martin Gardner og medarbeidere (40, 41) vise at økingen ved Seascale gjaldt barn som var født der, ikke barn som hadde flyttet dit.

I en case-control-undersøkelse publisert i fjor, har Gardner (42) sammenholdt 74 tilfeller av leukemi hos barn i Vest Cumbria helsedistrikt i årene 1952-

85 med 1000 jevngamle friske, og analysert mange mulige årsaksfaktorer. Man kan nå utelukke bl.a. virusinfeksjon, radioaktiv eksponering fra kosten og fra lek på stranden som mulige årsaker. Den eneste faktor som har klar statistisk sammenheng med økningen i bameleukemi, er farens yrke ved tidspunktet for barnets fødsel. Flere av de rammede barnas fedre har arbeidet ved Sellafield, og deres individuelle stråleeksponering er derfor registrert, men bare som ekstern gammastråling. Det foreligger en meget sterk statistisk sammenheng mellom fedrenes yrkesmessige stråleeksponering og barnas leukemirisiko. Fedre med total strålebelastning over 100 mSv før befruktningen har 6-8 ganger høyere risiko enn andre fedre for å få barn med leukemi. Den eksponering som er registrert hos disse fedrene, ligger vel og merke langt under anbefalte yrkesmessige grenseverdier.

Gardners arbeid viser at noe på fedrenes arbeidsplasser må være utslagsgivende og retter sterk mistanke mot strålingen, men klarlegger ikke mekanismen bak barneleukemiene. Det kan være at intern strålebelastning eller toksisk påvirkning er mer

avgjørende. Kanskje en oppsamling av radionuclider i testiklene? Det er plutonium som produseres ved Sellafield, og plutonium akkumuleres i gonadene.(43)

Resultatet er at sædcellene nå er kommet i søkelyset. Engangsdoser på 100 mSv til voksne menn kan nedsette produksjonen av sædceller i opptil ett år. Det er ikke urimelig å tenke seg at en påvirkning som gir færre sædceller, også kan gi muterte sædceller. Kanskje ligger en viktig årsak til medfødte handicap på dette feltet? Foreløpig kan vi bare spørre, mens Gardner fortsetter å lete. Hans resultater til nå er imidlertid et hardt slag mot den rest av tillit som mange ennå har til de yrkesmessige grenseverdier for stråleeksponering.

La meg summere opp:

- BARNA er mer følsomme for stråling enn voksne
- FOSTRENE er mer følsomme enn barna.
- FOSTERETS HJERNE er særlig utsatt.
- SÆDCELLENE kan være det svakeste ledd.

Referanser:

(Fullstendig referanseliste ved henvendelse til IKFF)

4. Bertell R. *Ingen omedelbar fara? Prognos för radioaktiv värld*. Stockholm/Lund: Symposium Bokfölag & Tryckeri, 1986.
11. Bertell R. *Handbook for Estimating Health Effects from Exposure to Ionizing Radiation*. Toronto Institute of Concern for Public Health. 67 Movat Ave. suite 343, Toronto, Ontario M6K 3E3, 1986.
13. Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR V). *Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation*. Washington DC: Nat. Acad Press, 1990.
15. Radford EP. "Recent Evidence of Radiation-induced Cancer in the Japanese Atomic Bomb Survivors". In: Jones RR and Soutwood R (eds) *Radiation and health. The Biological Effects of Low-Level Exposure to Ionizing Radiation*. Chichester/New York: John Wiley & Sons, 1987
18. Lund E, Oftedal P. "Radioaktivt nedfall og thyreoidekreft i Norge". *Tidsskr Nor Lægefor* 1986; 106: 1680-82
21. Gilman EA, Kneale GW, Knox EG, Stewart AM. *The Oxford Survey of Childhood Cancers*. Birmingham Department of Social Medicine, University of Birmingham, 1989.
34. Per Oftedal. "Radioactive fallout in Norway in 1964. Scholastic achievement of the 1965 cohort and the repair induction lag hypothesis". In *Somatic and Genetic Effects of Ionizing Radiation*. XVth. Berzelius Symposium, Proceedings. Umeå: Berzelius Symposium, Nov 10-11, 1988
42. Gardner MJ, Snee MP, Hall AJ, Powell CA, Downes S, Terell JD. "Results of case-control Study of leukemia and lymnphoma among young people near Sellafield nuclear plant in West Cumbria". *Br.Med.J.* 1990; 300: 423-9.

Uranutvinning og helseskader: Er Finnmark i faresonen?

Fra *Samtiden* nr 5 1980

"Dere tror dere er sikre. Men nei. Nå begynner forandringene. Vi har gjennomlevet forandringene i nesten 40 år. Vi har erfart faren på vår kropp" —

"De radioaktive radongasser kommer til oss som en forbryter med vinden. Folk, trær og avlinger dør. Vi mister formålet med livet."

Det var navajo-indianerhøvdingen Herb Blatchford som kom med denne advarselen i København i fjor på konferansen om den trusselen urangruvedrift betyr for befolkningen i den tredje og fjerde verden. (1) Regjeringens kjernekraftutvalg (Granliutvalget) ordla seg annerledes, men slo fast at den største radiologiske yrkesrisikoen forekommer i urangruver, at drift av urangruver og tilhørende utvinningsanlegg kan gi en ikke ubetydelig stråledose, og at det i USA har forekommet vesentlige miljøforurensninger i forbindelse med uranutvinning. Kjernekraftutvalget mente ellers i sin innstilling i 1978 at uranutvinning var så lite aktuelt for Norge at utvalget ikke gikk inn på eventuelle krav til virksomhet i vårt land. (2)

Da Norge i 1975 sluttet den såkalte assosiasjonsavtalen med det internasjonale energibyrået (IEA), godtok imidlertid Regjeringen uten forbehold at også vårt land skal være med og fremme utvikling av naturlig uran og anriking av uran, bl.a. gjennom fellesfinansierte samarbeidsprogrammer mellom medlemslandene. (3) Omtrent på samme tid forsøkte Norges geologiske undersøkelser (NGU) å få istand en sterk økning av uranletingen her i landet, bl.a. ved samarbeid med landets største bergverkselskaper, for å finansiere et omfattende leteprogram for uran. Disse planene ble imidlertid stanset av Industridepartementets politiske

ledelse, som i 1976 tok det standpunkt at det ikke var aktuelt å stille statlige midler til rådighet for uranleting. (4)

For noen år siden gikk en gruppe norske gruveselskap og selskap med gruveinteresser sammen om å danne selskapet Megon A/S som er nært knyttet til Instituttet for atomenergi på Kjeller. Megon står for Metal Extractor Group of Norway, og dette selskapet har bl.a. kompetanse i separasjon av radioaktive grunnstoffer(5).

Det siste året har nå brakt flere signaler om at uranleting er høyst aktuelt her hjemme. Mye tyder også på at utenlandske storselskap står klar til å sikre seg uranrettigheter i Finnmark

I oktober i fjor kunne NTB fortelle at NGU pånytlrår sterkere uranleteinnsats. Begrunnelsen er at det internasjonalt vil bli en sterk økning i uranforbruket uavhengig av Norges holdning til kjernekraft. (4) Fire måneder senere fulgte Olje og energidepartementet opp i energimeldingen. Der heter det: "Som ledd i kartleggingen av norske naturressurser bør Norges geologiske undersøkelser også gjennomføre noen undersøkelser etter uran i Norge (6)". Her dreier det seg trolig om ekstraordinære intensiverte undersøkelser. NGU har nemlig i lang tid brukt en del av institusjonens midler til kartlegging av uranforekomster, bl.a. ved radiometriske målinger fra bil, tog og helikopter. Om dette kunne Aftenposten nylig opplyse at NGU i 1979 har påvist interessante uranforekomster i Nittedal, i Salangen og i et område i Beiarn og Skjerstad. (7)

Slike data er naturligvis tilgjengelige både for våre hjemlige gruveselskaper og for våre IEA-partnere og dermed for de store flernasjonale selskapene. Av en

nylig utredning fra Nordisk Ministerråd går det frem at disse selskapene spiller stadig større rolle i Norge, og at det er de største av dem som særlig har etablert seg her (8).

Uranleting i Finnmark?

I slutten av mars i år kunne så Dagsrevyen fortelle at ny malmleting skal settes i gang i Bieddjovaggeområdet i Finnmark. Letingen skal konsentreres om å finne kopper og gull, og A/S Sydvaranger forhandler med flere selskaper om dette - deriblant Gulf Oil. Det selskapet som inngår avtalen, skal sammen med Sydvaranger bruke inntil 16 millioner kroner på malmleting over en femårsperiode.

Flere forhold tyder samlet på at dette prosjektet egentlig dreier seg om uranleting:

For det første finner vi Gulf Oil blant de interesserte selskapene. Gulf Oil er et av de oljeselskapene som har kjøpt seg inn i kjernekraftindustrien og som produserer uran. Gjennom sitt kanadiske datterselskap Gulf Minerals Canada Inc. er Gulf Oil også med i det internasjonale urankartellet. Urankartellet ble dannet av de største uranproduserende land (utenom USA) og noen selskaper i begynnelsen av 70-årene da uranprisene var fallende. Kartellet sørget først for stabilisering av prisene, deretter ble uranprisene hevet til det syvdobbelte i løpet av årene 1972-75. I 1975 besto kartellet av 16 uranproduserende selskaper fra Australia, Sydafrika, Frankrike, Storbritannia og Canada. Senere er flere selskaper kommet til, mens prisene er gått ytterligere opp. (9)

For det andre er uran tidligere påvist i nærheten av Bieddjovagge - bl.a. 10 og 25 km fra gruvestedet, og selve Bieddjovaggefeltet er karakterisert som malmgeologisk meget interessant. De nærliggende uranforekomstene i Njallavzi har ikke vært ansett som drivverdige, men drivverdighet er bl.a. et spørsmål om pris, og prisene stiger. Et tredje forhold som er verdt å merke seg, er at en gruppe norske selskaper med Sydvaranger i spissen har utført omfattende malmleting i Finnmark og sitter inne med mye materiale om malmforekomster - et materiale som med visse unntak ikke er tilgjengelig for NGU. Disse selskapsinteressene er i hovedsak de samme som står bak Megon A/S på Kjeller.

Et fjerde vesentlig punkt gjelder konsesjonsforholdene i Bieddjovaggeområdet. A/S Bieddjovagge Gruber som drev kopperutvinning der i årene 1970-75, er nå overtatt av Sydvaranger. Selskapet fikk i sin tid meget gunstige konsesjonsvilkår som fortsatt står ved lag. Konsesjonen strekker seg frem til år 2020 og gir rett til både å drive malmleting innenfor Bieddjovaggefeltet og til å sette igang bryting av nye funn uten å søke om ny konsesjon (10).

Situasjonen er altså at iallfall *ett* av verdens store uranproduserende multinasjonale selskaper og Norges største gruveselskap - som selv har interesser i anrikingsrelevant kjernekraftteknologi begge

ønsker å investere betydelige beløp i malmleting i et malmgeologisk interessant felt i nærheten av kjente uranforekomster. Det norske selskapet sitter inne med slike rettigheter at eventuelle uranbrudd trolig kan settes i gang i stillhet uten ytterligere politisk beslutning dersom partene skulle finne drivverdige forekomster.

Nå heter det riktignok at letingen skal konsentreres om kopper og gull, men uran har tendens til "å sitte sammen med" nettopp disse to metallene. Uran opptrer sammen med gull og svovelkis i konglomerat og sammen med kopper og vanadium i sandstein (11).

Et sideblikk på internasjonal uranleting styrker hypotesen om at Finnmark kan være i søkelyset for multinasjonale uraninteresser. En OECD-rapport fra 1979 opplyser at påviste uranreserver er steget med 10 % siden 1977. Det er prisstigningen på uranet som har tilskyndet den hektiske letevirksomheten. OECD imøteser gradvis økende uranetterspørsel i 80-årene med kraftig stigning gjennom 90-årene og eksplosiv stigning i etterspørselen ved årtusenskiftet.

Det ser ut til at de multinasjonale uranselskapene for tiden gjerne investerer i uranleting i såkalt "politisk stabile" områder, gjerne med spredt befolkning. Eksempler på slike aktuelle leteområder er Brasil, Grønland, Cornwall, Skottland, Irland og samiske områder i Nord-Sverige og Nord-Finland. (12, 13)

Det var også nylig på tale å gjenoppta uranbryting i Sveriges store og tettbefolkete uranfelt i Ranstad i Västgötland. Motstanden i befolkningen er meget stor, og de lokale myndigheter har lagt ned veto mot brytingen av frykt for de miljømessige konsekvensene. Ved St. Hanstider kom et forlydende om at fornyet drift ved Ranstad likevel ikke vil bli lønnsomt. Kan det være slik at sikkerhetskravene blir så store at de blir for kostbare å oppfylle når det står en sterk og våpen opinion bak myndighetene?

Epidemi av lungekreft

Helse- og miljøskadene ved urangruvedrift er nemlig meget omfattende. Når man bryter uran, avgis radongass. Den er radioaktiv. Når gruvearbeiderne puster inn radon og gassens radioaktive spaltingsprodukter, utsettes deres lungeceller for bestråling, og de kan få lungekreft og andre alvorlige lungesykdommer, men det tar flere ti-år før kreften utvikles.

Få yrkesmedisinske erfaringer er så grundig studert og dokumentert som lungekreftproblemet hos hvite arbeidere i underjordiske urangruver. I Utah i USA har V.E. Archer og medarbeidere fulgt 3.300 slike arbeidere ved gjentatte helseundersøkelser siden 1950 og publisert en rekke studier. I et arbeid fra 1978 sier disse forskerne at epidemien av lungekreft hos urangruvearbeidere ikke har avtatt til tross for at sikkerhetskravene i gruvene stadig er blitt skjerpet ved senking av grenseverdiene for hva som kan tillates av strålebelastning fra den omgivende gruveluften.

Dessuten har lungelidelser av annen art enn kreft begynt å nærme seg lungekreften i betydning som dødsårsak. (14)

J. Seve og medarbeidere har gjort lignende studier i Tsjekkoslovakia hvor en noe større gruppe arbeidere i urangruver også er fulgt gjennom årtier. Den tsjekkiske undersøkelsen har grundigere målinger av radioaktiviteten i gruveluften enn den amerikanske, og et tsjekkisk arbeid fra 1976 viser forhøyet lungekreftisiko også ved slike strålebelastninger som ligger i nærheten av det som var tillatt i USA i 1978. (15)

Nye erfaringer om senvirkning av lave stråledoser

Dette tsjekkiske arbeidet viser også en oppsiktsvekkende forskjell i arbeidernes stråleømfintlighet, avhengig av deres alder. Hos arbeidere som hadde vært i 20- eller 30-årsalder da de begynte arbeidet i urangruvene, viste kreftrisiko seg, som ventet, å være større hos dem som hadde vært utsatt for høyere oppsamlete stråledoser enn hos dem som hadde vært utsatt for lavere. Hos de arbeiderne derimot som hadde vært over 40 år da de tok til med gruvearbeid, var forholdet annerledes. For det første frembød de økt krefthyppighet etter slike lave oppsamlete stråledoser som ikke syntes å affisere de yngre arbeidernes krefthyppighet. Dessuten fant man hos disse eldre arbeiderne at krefthyppigheten var *større* ved *lave* enn ved *høye* oppsamlete stråledoser. Dette paradoksale funnet antyder at lave stråledoser i visse sammenhenger oftere kan gi kreft enn høye stråledoser og at "eldre" menn (over 40 år) kan være mer stråleømfintlige enn yngre. Og nettopp dette går frem av den store Hanfordundersøkelsen som Stewart, Mancuso og Kneale la frem i 1977 og 1978. Den gjelder arbeidere i et plutoniumverk. Totalt viste Hanfordstudien 10 ganger høyere kreftrisiko enn man tidligere hadde antatt. Andre arbeider fra de siste årene peker i samme retning, at lave, til nå tillatte stråledoser, kan være farligere enn før antatt, både når det gjelder kreft og kromosomskader, og at visse grupper i befolkningen er mer sårbare enn andre (16). At fostre er mer utsatt enn voksne, vet vel de fleste nå, selv om det gikk 10 år før kritikken stilnet mot Alice Stewarts banebrytende arbeid i 1958 om økt kreftrisiko hos barn hvis mødre var røntgenundersøkt under svangerskapet. Denne gangen går uenigheten om tolkningen av funnene helt inn i det amerikanske vitenskapsakademis komité for biologisk effekt av joniserende stråling (BEIR-komiteen). (17)

Amerikanske barneleger har trukket *sin* konklusjon: American Academy of Pediatrics vedtok 19. sept. 1979 en resolusjon som understreker farene ved kjerneteknologi så vel i medisinsk virksomhet som i forbindelse med atomkraft og produksjon av kjernefysiske våpen. De ber den medisinske verden og all ansvarlig industri å innta en mer ansvarlig holdning overfor våre barn som er mer følsomme for den uunngåelige strålingsrisiko som følger slik virksomhet.

Navajoindianernes lange erfaring

I indianerreservatene i New Mexico finner vi den totalbefolkning som har lengst erfaring i å være utsatt for menneskefrembrakt radioaktivitet. Herfra ble uranet hentet til USAs atomvåpenprogram under den annen verdenskrig, her eksploderte den første atombomben, her ligger verdens største åpne urangruve som eies av Anaconda Copper, her var det Kerr Mc Gee (Karen Silkwoods arbeidsgiver) etterlot seg 2 millioner tonn radioaktivt avfall ved en enkelt uranmølle i Shiprock. I nabostaten Arizona plasserte Vanadium Corporation of America sine radioaktive slagghauger tett opp til boplassen for et navajosamfunn i Monument Valley (18). Medisinsk forskning har ikke interessert seg på samme måte for denne befolkningens helsetilstand som for de yrkeseksponerte hvite urangruvearbeidernes helse. Foreløpig vet vi bare hva indianerne selv kan fortelle. Winona LaDuke som representerte International Indian Treaty Council ved konferansen i København i fjor, oppsummerte situasjonen slik: Gruvearbeidere og lokalbefolkning dør av kreft, de får lungekreft og fødselsskader, 5 år gamle barn får leukemi. (12)

Befolkningen omkring urangruver og uranmøller kan ikke unngå å bli utsatt for vedvarende bestråling. Av det som tas ut av uranbruddene blir nemlig 99 % liggende igjen som slagg, og slagget inneholder 85 % av den opprinnelige radioaktiviteten. Gigantiske slagghauger ligger igjen i landskapet og forurenser luft og vann med radioaktive gasser og støvpartikler. Væskeavfallet fra bare ett utvinningsanlegg kan utgjøre noen tusen tonn pr. dag og må tas hånd om i spesielle dammer for å begrense forurensning av grunnvann og overflatevann.

Den 16. juli 1979 brast en av avfallsdammene ved United Nuclears urananrikingsanlegg i Church Rock i New Mexico og 1630 millioner liter radioaktivt vann strømmet ut i Rio Puerco River. Elven fortsetter inn i Arizona der forurensningen har nådd et av vannreservoarene for Sør-California. I februar overveiet California å saksøke United Nuclear, mens opinionen i USA stort sett ikke kjente til hverken lekkasjen eller den utbredte forurensningen i tre stater. Mediadekningen av ulykken har vært minimal. (13)

Protester verden over

Indianerne søker nå å bringe sine erfaringer til den øvrige verden, og verden over samler ulike grupper seg i protest mot uranutvinning.

I Vermont har lokale myndigheter motsatt seg at det tyske firma Urangesellschaft får fortsette malmleting og det ser ut til at Urangesellschaft må trekke seg tilbake. I Nederland har det vært massedemonstrasjoner mot Urencos anrikingsanlegg. Bak Urenco står britiske, tyske og hollandske interesser, og motstanden mot selskapet er stor bl.a. p.g.a. dets forbindelser med Brasil som skal ha planer om å skaffe seg atomvåpen. Urencos talsmenn har erklært at de er

i salgsbransjen og bestemmer ikke om kundene bruker deres produkter til fredelige formål.

Fagbevegelsen i Australia har i en årrekke vært motstander av uranutvinning, og fagkongressen besluttet siste år å sette i verk en stor opplysningskampanje om farene ved slik produksjon og eksport.

I USA leder olje-, kjemi- og atomarbeiderforbundet en fagopposisjon støttet av bilarbeiderforbundet og mange andre.

Nye allianser oppstår, som i Utah mellom kvegeiere, gruvearbeidere, indianere og mormoner. I Britisk Columbia har de forente kirker og legeforeningen gått sammen med fagbevegelsen og to hundre

lokale grupper i motstand mot urangruvedrift og vunnet en foreløpig seier, idet premierministeren har erklært at regjeringen vil foreslå syv års utsettelse av utvinningsplanene.

Rådet for Orknøyene har lagt ned veto mot urangruvedrift, men statlige myndigheter har foreslått en ny lovgivning som vil frata rådet innflytelse over "tillatte utviklingsprosjekter". Striden går også om kronens eller grunneiernes rett til mineralene, i lys av gamle avtaler mellom Orknøyene og Skottland.

Uranbryting er begynt i finsk Lappland. (19) Står samenes områder i Norge også for tur? Hva vil skje i Finnmark?

Litteratur:

1. *Information* 27-28 okt 1979
2. NOU 1979:35 A, *Kjernerkraft og sikkerhet*, s. 10-11
3. *IEA-avtalen* kap VII, art. 42 § 1.d
4. *Nationen* 25.10.1979
5. Håkon Gundersen m. fl; *Spillet om atomkraften*, Pax 1977
6. St.meld. 54 (1979-80) s. 59
7. *Aftenposten* 19.6.1980
8. *Vår Framtid*, nr 28, 1980
9. Raimo Väyrynen, *Uran, pris och politik*, Internationella studier nr 4 1978, s. 148-151
10. NOU 1978: *Finnmarksvidda - natur - kultur*, s. 43-48
11. Stranton, *Ore Petrology*. New York 1972
12. *Atomkraft?* Juni 1980, s. 16-17
13. *WISE* vol 2 1979-80.
14. Archer et al, Lung Cancer Among Uranium Miners, *Health Physics* 1973, 25, s. 351-371
15. Seve et al, Lung Cancer in Uranium Miners, *Health Physics* 1976, 30, 433-437
16. Marx, "Low-level Radiation: Just How Bad Is It?", *Science* 1979, 204, s. 160-164
17. Culliton&Waterfall, "Low-dose Radiation", *Br. Med. Jrn.* 1979, 1545-46
18. John Gustavsen, "Står samene for tur?" *Altaposten* 17. juni 1980
19. "CHARTA 79", *Tidsskrift for urbefolkningsspørsmål*, nr 2-3 1980

ANNE GRIEG

Helsevirkninger av atomprøvesprengninger

Fra Utposten 1991:20

Atomprøvesprengningenes historie er en historie full av overgrep:

På Marshalløyene i Stillehavet finnes øy-befolkninger som gang på gang er blitt tvangsflyttet fra sine bosteder av hensyn til USA's atomprøver (1). Noen er flyttet til direkte nød, andre til sosial og kulturell utarming. Sovjet gjorde det samme i 1957 med nenetsene, urbefolkningen på Novaja Semlja (2). I Polynesia innledet Frankrike sitt atomprøveprogram med å oppløse Tahitis Demokratiske Parti som satt med 72 prosent av plassene i den folkevalgte forsamlingen (3).

Slike påtvungne samfunnsforandringer i løpet av få år har naturligvis også helsekostnader, men disse faller utenfor rammen av denne artikkelen. Jeg skal heller ikke gå særlig inn på umiddelbare helseskader fra atomprøvesprengningene, men avgrense temaet til erfaringer om senvirkninger av det radioaktive bombenedfallet.

Det finnes ikke noen systematisk undersøkelse av helsevirkninger i en hel befolkning utført av regjeringsuavhengige forskere. Oftest har militære interesser bestemt forskningsoppgavene, mens uavhengig helseforskning har vært møtt med hindringer. Kunnskap om vårt tema kan derfor bare være bruddstykker.

Innledningsvis omtales noen undersøkelser av kreft og leukemi hos militære mannskaper, deretter følger litt om sammensetningen av radioaktivt bombenedfall. Hoveddelen av artikkelen dreier seg om helseskader hos sivilbefolkning ved prøvelfeltene.

I. Militære mannskap.

Leukemi etter atomvåpenøvelser.

Både USA og Sovjet utsatte med hensikt egne soldater for bestråling under atomsprengninger på 50-tallet (4, 5). Talsmenn for amerikanske veteraner mener at mellom 250 000 og 400 000 amerikanske soldater deltok ved kjernefysiske detonasjoner i atmosfæren, at hundrevis av dem døde av leukemi foruten tallrike dødsfall av annen kreft, forskjellige blodsykdommer og andre lidelser.

Ved øvelsen med kodenavn SMOKY i Nevadaørkenen i 1957 ble det sprengt en atom-bombe på 44 kilotonn fra et 200 meter høyt tårn (6), mens 3000 utkommanderte amerikanske soldater var tilstede, forsynt med dosimetre for registrering av ekstern stråling (4). I en etterundersøkelse av leukemi og kreft etter 22 år hos disse mannskapene, fant Caldwell og medarbeidere (7, 8) statistisk signifikant økt insidens og mortalitet av leukemi i forhold til aldersspesifikke data fra kreftregister. Men økt insidens eller mortalitet av annen kreft ble ikke påvist, heller ikke noe samsvar mellom de registrerte stråledosene og forekomsten av leukemi. Konklusjonen ble at funnet kunne være tilfeldig.

Data fra kreftregister er imidlertid ikke noe godt kontrollmateriale for soldater som jo på forhånd er presumptivt friske.

Marinesoldater ved Juleøyene.

I en etterundersøkelse av britiske soldater ble det funnet mer leukemi hos soldater som hadde

vært med ved atomprøvesprengninger, men dette arbeidet var vanskelig å tolke. I fjor ble det imidlertid publisert en metodisk sterk undersøkelse av marinesoldater fra New Zealand (10).

Soldater fra New Zealand deltok nemlig på støtteskip for værvarsling og redningstjeneste ved Storbritannias atomprøvesprengninger i 1957-58 ved Juleøyene i Stillehavet.

Pearce og medarbeidere ved Samfunnsmedisinsk avdeling ved Universitetet i Wellington har undersøkt kreftmortalitet og insidens av kreft hos de 528 soldatene som deltok i atomprøvene. Som kontrollgruppe har de 1504 andre New Zealandske marinesoldater i tjeneste andre steder på samme tid. Gruppene var like i alder, røykevaner, andel offiserer, innkallingsår, dimitteringsår, tjenestetid, oppfølgingstid m.v.

Etter 30 år var 70 døde, mot 179 i kontrollgruppen. Men 7 av de 70 døde fra Juleøyene, var døde av hæmatologisk kreft med en relativ risiko på 3,25. Relativ dødsrisiko for leukemi var 5, 58. Materialet er lite og tallene små, men risikoverdiene statistisk signifikante.

Likevel – heller ikke *her* passet funnene med den eksterne bestrålingen som var målt. Forfatterne peker på at soldatene i tillegg kan ha fått interne stråledoser. De kan ha pustet inn nedfallspartikler eller fått dem i seg med mat eller drikkevann. Skipene hadde besøkt Juleøyene etter sprengningene. Der var trolig næringskjedene blitt forurensset av nedfall, men mulig intern strålebelastning var ikke blitt registrert.

II. Bombenedfall.

Ioniserende stråling fra radionuklider.

Bombenedfall inneholder en blanding av mange forskjellige radioaktive stoffer (radionuklider) som alle har den egenskap at det spontant skjer desintegrasjon (kjernehenfall) av ett og ett atom i stoffet. Hver gang dette skjer, blir det avgitt energi i form av ioniserende stråling. Energien kan avgis som gammastråling, som betapartikler eller som alfapartikler. Disse forskjellige stråletypene har ulike fysiske egenskaper og avsetter sin energi på forskjellig måte i biologisk materiale.

Hver enkelt radionuklide har sitt særpreg når det gjelder hva slags stråling den sender ut. Cesium-137 avgis f.eks. både gammastråler og betapartikler, mens Strontium-90 bare sender ut betapartikler. Plutonium gir alfapartikler og gammastråling. Måling av alfa- og betastråling er langt mer komplisert enn måling av gammastråling. Vanligvis blir bare gammastrålingen målt. Fra USA's Stillehavsprøver ved Bikini i 1946 var det rapportert om nedfall med 50-100 ganger så mye bestråling som gammastråling, ja enkelte steder 1000 ganger mer (11). Og nedfallspartikler som pustes inn eller

tas opp fra tarmen og lagres i kroppen, resulterer i meget høyere organdoser over tid enn det som måles.

Nedfallets sammensetning og fordeling.

Nedfall fra kjernefysiske bombeeksplosjoner varierer i mengde, i nuklidsammensetning og i fysisk-kjemisk form, avhengig av bl.a. bombetypen, dens styrke og høyden den sprenges i. Store, høye eksplosjoner bringer det meste av det radioaktive materialet opp i stratosfæren hvor det kan holde seg i 1-5 år (12). Ved mindre eksplosjoner går det meste til troposfæren og kan derfra nå jorden etter timer, dager eller uker. Eksplosjoner nær bakken gir utstrakt forurensning med tidlig nedfall (13). Rundt regnet halvparten av nedfallet fra en atombombe vil komme tilbake til jorden i løpet av de første 24 timene som såkalt "lokalt" nedfall (14). Mye av dette forblir nær eksplosjonsstedet, men det tidlige nedfallets geografiske fordeling blir sterkt påvirket av variasjoner i vindretninger og nedbør. Vindhastigheten varierer i ulike høyder og vindretninger skifter.

Ved fisjon dannes flere hundre ulike radionuklider, (15) hver med sine spesifikke fysiske og kjemiske egenskaper. Mange av dem er så kortlivete – med halveringstider på sekunder og minutter – at de ikke lenger er påviselige når nedfallet når tilbake til jorden. Andre har halveringstider på timer eller døgn og vil bare forekomme i tidlig nedfall, det gjelder f.eks. flere jod-isotoper. Andre igjen har årelange halveringstider som Cesium-134 med fire år. Cesium-137 og Strontium-90 med omkring tretti år eller Plutonium-239 med ca. 24 000 års halveringstid. Langlivete radionuklider vil i stor grad fordele seg i nedfallet avhengig av sin fysisk-kjemiske tilstand som igjen kan avhenge av f.eks. temperaturforløpet under eksplosjonen. Isotoper fra uran, plutonium og andre transuraner kan bidra til opptil 40 prosent av den totale radioaktiviteten i bombenedfall i tiden fra 20 timer til 2 uker etter detonasjonen. Mye av aktiviteten skyldes alfastråling. Alfastråling blir ikke adekvat målt ved registrering av nedfall fra atomvåpenprøver i Nevada i 1950-60 årene (11).

Intern alfastråling fra inkorporete radioaktive stoffer anslås å gi 20 ganger mer skade pr. energimengde enn gamma og betastråling (16).

Variasjonene blir altså meget store når det gjelder hva slags nedfall som havner hvor og når. Nedfallspartiklene fysisk-kjemiske form har igjen stor betydning for radionuklidenes omsetning i det økologiske kretsløpet og dermed for deres virkninger på helse og miljø.

Jod-isotoper og opptak i thyreoidea.

Stråling fra radioaktive stoffer kan ikke bare legge grunnlag for senere kreft, men kan også påvirke barns vekst og utvikling – både i fosterlivet

og i oppveksten. En virkemåte går via thyreoidea (skjoldbruskkjertelen). Som nevnt vil tidlig nedfall inneholde mye radioaktivt jod. Mennesker og dyr som befinner seg innenfor en nedfallssky, vil inhalere radioaktivt jod. Det meste av jodopptaket skjer ellers via kontaminerte planter, drikkevann og særlig gjennom melk fra utebeitende kuer. Radioaktivt jod blir som annet jod konsentrert i thyreoidea. Spebarn og småbarn tar opp langt mer enn voksne, og det er angitt at fosteret konsentrerer 10 ganger mer enn ettåringer (17).

Jod-131 har fysisk halveringstid på ca. 8 døgn. Men tidlig nedfall vil også inneholde andre jod-isotoper som er enda mer kortlivete: Jod-132, Jod-133 og Jod-135. Disse har henholdsvis 2,5, 2,1 og 6-7 timers halveringstid og er langt mer destruktive for thyreoidea enn Jod-131 (18).

Under ugunstige værforhold kan tidlig nedfall nå temmelig langt. F.eks. sprengte Frankrike 11. september 1966 en 120 kilotonns atombombe på Moruroa. Nedfallet nådde alle øyene vestenfor i løpet av timer eller dager. New Zealands radiologiske forskningsinstitutt beregnet radioaktivitet i regnvannet på Vestre Samoa til 5000 Becquerel pr. liter (3). Mellom Moruroa og Vestre Samoa er det 3700 kilometer. Det er en distanse som fra Novaja Semlja til langt nede i Storbritannia.

Et annet eksempel er en sterkt radioaktiv sky som gikk over Norge i november 1962. Den kom sørfra opp over Sør-Norge og gikk ut i havet ved Trøndelag. Skyen stammet fra en sovjetisk eksplosjon på Novaja Semlja der et høytrykk først hadde presset luftmasser sørover.

I en intern rapport fra Forsvarets Forskningsinstitutt konkluderte Thorleif Hvinden (19): "Etter den økning i nedfallstoffer i luften som ble målt i november 1962, må det regnes med at det etter prøveeksplosjonene kan føres så store mengder jod-131 inn over landet i løpet av få dager at melken fra utebeitende kuer kan påføre barn en stråledose på over 5 rad til thyreoidea."

Thyreoideaskader og vekstforstyrrelser hos barn etter bombenedfall er best dokumentert fra Rongelap, en av Marshalløyene i Stillehavet.

III. Utsatt befolkning med prøvefeltene.

Kreft hos mormoner i vindretningen fra Nevada.

USA brukte prøvefeltet i Nevada-ørkenen til 183 atmosfæriske atomeksplosjoner i årene 1951-62. (20) Bombene ble helst sprengt når vinden sto vekk fra Los Angeles og Las Vegas. Da blåste den gjerne mot småbyene i grensestatene mellom Nevada, Utah og Arizona. Senere har en rekke lekkasjer fra underjordiske detonasjoner nådd utenfor prøvestedet. Minst 40 slike utslipp var kjent fra Nevada i 1984. Det hevdes at underjordiske atomsprengninger gir radioaktive lekkasjer ved 15

prosent av eksplosjonene (21) - noen sier 30 prosent.

I vitneprov for en føderal domstol i Salt Lake City 10. mai 1984 (14) ble det fortalt hvordan instrumentene gikk over skala når det lyserøde støvet falt i gatene mens barn lekte utendørs og gravide arbeidet i hagen.

Helsepersonell brente sine klær og dusjet, mens de - etter ordre fra Atomenergikommisjonen - beroliget folk om at ingen forholdsregler var nødvendige.

En husmor vitnet at blant de 50 familiene hun kjente i sitt lille samfunn, var det bare 4 hvor ingen hadde kreft. En familie hadde hatt 12 aborter og 7 tilfeller av kreft. Selv hadde hun utviklet 4 kreftformer.

En mann som hadde vokst opp i 50-årene i en annen liten by i vindretningen, fortalte domstolen at han ble sjokkert da han ved et skoletreff ble klar over at ingen av hans ni kamerater fra skoledagene var blitt eldre enn 28 år. De var alle døde av leukemi eller kreft.

I 1981 interjuet Carl Johnson (20) mormon-familier som hadde bodd i disse småbyene i prøveperioden, om forekomst av kreft i familien. 72 prosent av Utah's befolkning tilhører mormonkirken. Mormoner er en velegnet studiepopulasjon. De holder godt rede på slekten sin og har sundt levesett med lite kreft. Mormoner i Utah har 23 prosent lavere kreftinsidens enn USA's gjennomsnitt.

Johnsons cohort på noe over 4000 familier var definert som de mormonfamiliene som var oppført i telefonkatalogen i nærmere angitte grensebyer i både 1951 og 1962 og som-med mormonkirkens bistand - lot seg oppspore i 1981. Som kontroll brukte han mormoner i hele staten Utah. For dem fantes data om kreftinsidens for ni-årsperioden 1967-75.

Kreftinsidensen ble kartlagt i to adskilte ni-årsperioder, en foran og en etter kontrollgruppeperioden. Dette var en konservativ sammenligning. Kontrollgruppen hadde nemlig også vært nedfallseksponert, men i mindre grad enn den undersøkte gruppen. Johnson fant fem ganger mer ventrikkelkreft hos den utsatte befolkningen enn hos alle mormonere i Utah. Denne kreftformen debuterte forholdsvis tidlig. Det var også fem ganger mer leukemi enn i den tidlige perioden enn forventet, mens leukemi fortsatte å inntreffe også senere. Thyreoidea-kreft øket tidlig, og stigningen fortsatte til åtte ganger forventet, mens brystkreft var doblet i siste periode.

Den utsatte befolkningen hadde også nedsatt fertilitet. Spørsmålet om spontanaborter, dødfødsler og misdannelser var inkludert i intervjuene med sikte på en senere rapport. Planen var å følge utviklingen av kohortens kreftinsidens i kommende periode. Men Carl Johnson ble bare 59 år gammel. Hans død for 3 år siden kom beleilig for den amerikanske

stat fordi han var kronvitne i Utah-befolkningens erstatningssøksmål.

Polynesia.

Frankrike måtte gi opp sine atomprøver i Sahara etter krigen mot Algerie, men flyttet virksomheten til Stillehavet til kolonien Fransk Polynesia der det bodde et lite folk med 120 000 innbyggere. Her foretok de over 40 prøver i atmosfæren fra 1966 til 1974 (22). Underjordiske prøver pågår fortsatt (1991) - hittil over 60.

Fra Tahiti fortelles nå om mange tilfeller av leukemi, livmorkreft og om barn som dør av hjerne-svulster (23). Slike opplysninger er vanskelige å vurdere fordi Frankrike har hemmeligstemplet helsestatistikken siden prøvene tok til. Den som forsøker å skaffe seg informasjon om radioaktiv forurensning, blir rapportert til det hemmelige politi, og legene ved det sivile sykehuset i hovedstaden er militærleger (24, 3).

I 1982 undersøkte en fransk journalist ryktene om epidemi av kreft (25). Han oppdaget at siden 1976 har franske myndigheter i stillhet sendt grupper av polynesere med militærfly til Paris for behandling av uvanlige kreftformer. Et av disse flyene transporterte 50 pasienter, alle med hjernekreft. En lege ved Parisersykehuset fortalte journalister at pasientene var unge, ingen over 35 år.

Her skimter vi det vi vet fra andre undersøkelser, at det er barn og unge, altså organismer i vekst, som blir verst rammet når en befolkning utsettes for bestråling (26). Cellene tåler strålingen dårligst like før de skal dele seg.

Marshalløyene.

Amerikanerne brukte Marshalløyene til 66 atomvåpenprøver i årene 1946-1958. En av dem, med kodenavnet "BRAVO", var en 15 megatonns vannstoffbombe, sprengt på Bikini 1. mars 1954. Bomben ble detonert nær bakken og ga derfor store mengder nedfall. Det falt bl.a. over en japansk fiskerbåt og flere bebodde øyer. Rongelap atollen, 180 kilometer fra eksplosjonsstedet ble verst rammet. 3-4 timer etter detonasjonen begynte nedfallet å falle som snøvær over de 64 menneskene som da var hjemme og også over 18 andre rongalesere som var borte på fiske på en annen øy et stykke unna (1).

Folk på Rongelap fikk nedfallet i kroppen, i maten og i drikkevannet. Etter et par døgn ble de flyttet til USA's marinebase på Kwajalein, der de ble undersøkt og badet flere ganger daglig. En gruppe marineleger kom snart tilstede, og forskere fra Brookhaven Laboratoriet har senere fulgt Rongelap-folket med årlige undersøkelser og skrevet flere tusen sider om dem. Ikke alle rapporter er offentliggjort. Brookhaven er en forskningsinstitusjon knyttet til USAs atomvåpenmyndigheter.

I første omgang ble mange strålesyke med

slapphet, kvalme og oppkast. 90 prosent hadde også brannskader av huden og håravfall (27). Blodets celletall sank til halvparten, men tok seg så langsomt opp igjen. Så sent som 1980 var det ennå noe blodforandringer å finne, trolig pga varig benmargskade.

Rongelaps befolkning fikk i seg store doser radioaktivt jod før de ble flyttet. Syv år senere ble det funnet knuter i thyreoidea hos tre tenåringer. Siden har det utviklet seg neoplasmer i thyreoidea hos stadig fler både i Rongelaps befolkning og hos folk på andre rammete Marshalløyer. Mange er sendt til USA og operert. Insidensen har vært høyest blant dem som var barn da de ble rammet av nedfallet (28).

Etterhvert ble det klart at –med eller uten thyreoideanoduler– hadde mange av barna hypofunksjon av thyreoidea ledsaget av vekstforstyrrelser og dårlig trivsel. Thyreoideahypofunksjon ble også påvist hos voksne, men langt oftere hos barna, og mer vanlig jo yngre de var på tiden for nedfallet.

En amerikansk kulturanthropolog, Glenn Alcalay, besøkte Rongelap i 1981 og skrev ned hva folk selv kunne fortelle (29):

Almira Matayoshi, 44 år gammel, fortalte:

- Den eldste sønnen vår var ett år gammel og lekte ute. Etter eksplosjonen spiste han ikke, og han hadde gult støv overalt. Han var svak og led av åndenød. Håret hans ble rødt av nedfallet. Nå vokser han ikke, og han er en av de guttene som dr. Conrad prøvde ut nye medisiner på.

Den andre sønnen min ble født på tiden for nedfallet. Han har fått skjoldbruskkjertelen sin fjernet. Jeg er helt sikker på at dette kom av bomben. Et av barna mine som ble født året etter bomben, hadde ikke bein i kroppen. Neste gang jeg ble gravid, bare blødde og blødde jeg---

Fra Utirik, 440 km fra Bikini, fortalte Minji Kel at flere av barna hennes som var friske da de ble født, døde før de var ett år gamle: - ialt mistet jeg fire spebarn---

De amerikanske militærforskerne skriver overfladisk at fruktbarheten, bedømt etter fødselstallet, ikke var forandret. Dette gjentas i rapport etter rapport sammen med en setning om at dødfødsler og feilslåtte svangerskap så ut til å forekomme oftere de første fire årene, men at dette var usikkert fordi tallene er små. Spebarnsdød omtaler de ikke, så langt jeg har kunnet se. Brookhavens leger har likevel visst mer; i en artikkel i 1966 (30) heter det at 13 av 32 svangerskap endte med abort eller dødfødsel, og at det var sett noen få medfødte misdannelser hos barn født av eksponerte mødre.

Kvinnene selv gir et langt alvorligere bilde: På generalforsamlingen til Kirkenes Verdensråd i Vancouver i 1983 talte en kvinnelig helsearbeider, Darlene Keju-Johnson, selv fra Marshall-øyene og utdannet i "public health" på Hawaii. Hun fortalte at nedfallet hadde ført til utbredte helseproblemer

på mange av øyene (31, 32) med thyroideakreft, leukemi, katarakt, spontanaborter, dødfødsler og misdannelser.

Selv hadde hun intervjuet mange kvinner med mer enn fire feilslåtte svangerskap. Til henne fortalte kvinnene at de ofte aborterte i sjuende måned. Når de gikk tiden ut, ble det noen ganger født "noe som rørte seg og pustet, men manglet øyne og armer-ja, ikke engang noen kropp." Kvinnene kalte slike misfostre for "manet-babyer". Noen av babyene lignet på krabber, sa de. Det ble født barn uten underarmer, uten skalle, barn med hornlignende utvekster eller med seks fingre eller tær.

Kvinnene var så skamfulle og ydmyket over å føde misfostre at de til og med forsøkte å skjule det for sine egne menn. Så også her kan vi bare få rede på bruddstykker av sannheten.

Den mest grusomme sannheten om Rongelap-folket er at de sannsynligvis har vært offer for et planlagt eksperiment: I amerikanske medisinske rapporter heter det at nedfallet rammet Rongelap ved et ulykkestilfelle fordi vinden snudde uventet. Senere har det kommet for dagen at værrapporter som forelå på forhånd, ikke levnet tvil om at atollen måtte bli rammet (33).

Og - John Anjain, borgermester på øya, ble advart før detonasjonen av en venn i den amerikanske marine. Vennen sa at Rongelaps befolkning kunne være i fare ved en planlagte BRAVO-testen, han kjente ikke datoen, men det var ikke kommet noen ordre fra Washington om evakuering, sa han.

I 1957 erklærte amerikanerne at det nå var trygt å bo på Rongelap. Mange evakuerte flyttet hjem. 200 andre rongelapesere, som hadde vært borte på fiske under BRAVO, flyttet også tilbake. "En utmerket kontrollgruppe for undersøkelsene", skrev forskerne. Men noen opprensning var ikke gjort. Snart hadde "kontrollgruppen" tatt igjen "nedfallsgruppen" når det gjalt radioaktivt kroppsinhold. Rongelap var blitt rikelig forsynt med Cesium-137, Strontium-90 og andre langlivete radionuklider som nådde menneskene gjennom næringskjedene. Det gjalt også plutonium som ble funnet i høye urinkonsentrasjoner ved gjentatte målinger. Denne viktige opplysningen var utelatt i en rapport amerikanerne oversatte til marshallesernes språk (34).

Institute of Concern for Public Health i Toronto utførte i 1988 en surveyundersøkelse av 544 personer fra Rongelap. I en preliminær rapport til USA's kongress (33) opplyses bl.a. at medfødte helseproblemer idag er vanligere hos barn og barnebarn av stråleeksponerte enn hos deres foreldre og besteforeldre. Reproduksjonstap er utbredt: 66 prosent av kvinner som ble direkte utsatt for nedfallet og deres voksne døtre har opplevd aborter og/eller dødfødsler og/eller spebarnsdød. For kvinner som flyttet tilbake til Rongelap i 1957 og

deres døtre, er den tilsvarende prosent 41. mot 23 i en kontrollgruppe. Hver tredje mann som har vært direkte eksponert for nedfallet, var infertil.

I 1978 kom det for dagen at alle 14 øygrupper i de nordlige Marshalløyene er blitt forurenset av bombenedfall (1). Hamilton og medarbeidere har senere utført screeningundersøkelser av thyreoidea hos mer enn 7000 marshallesere og funnet forhøyet prevalens av neoplasmer ikke bare hos folket på Rongelap og Utirik, men også 12 andre øybefolkninger som tidligere var antatt ueksponert.

Kasakhstan.

USA er ikke alene om slike forbrytelser: Gjennom 40 år har Sovjet sprengt kjernefysiske våpen ved Semipalatinsk i Kazakhstan. Også der opplever lokalbefolkningen seg misbrukt som militærvesenets forsøkskaniner (35). Gang på gang ble de uten advarsel utsatt for nedfall og etterpå hentet ut til målinger og medisinske undersøkelser uten selv å få del i resultatene.

Med glasnost har Universitet i Alma Ata (36) nå fått adgang til slikt materiale. Ved et legemøte i Coventry i England september 1990 la en forsker fra Alma Ata fram urovekkende opplysninger om økt forekomst av mental retardasjon hos barna til mennesker bosatt i nærheten av prøvelfeltet. Innenfor 100 km avstand er det dobbelt så mye psykisk utviklingshemming som innenfor 200 km, og forekomsten innenfor 200 km er markert forhøyet i forhold til gjennomsnittet ellers i republikken. De eldste barna er nå i 12-15 årsalderen, og man ser med engstelse fram til neste generasjon.

I følge Olga Romanshko, professor i medisin i Moskva (37), ble det ved en forskerkonferanse i Kasakhstan opplyst at ca. 10 000 mennesker var blitt utsatt for stråling i de 14 årene med atmosfæriske prøver fra 1949-62. Dette har resultert i økt forekomst av genetiske defekter og høyere småbarnsdødelighet som følge av pneumonia, tarminfeksjoner og andre sykdommer forbundet med svekket immunitet.

Lignende opplysninger finnes i en reiserapport fra mai ifjor fra den svenske legen Anders Wassen (38). Han forteller at professor i biokjemi Maira Zhangelova ved Universitet i Semipalatinsk la fram en skremmende oversikt over hva som har rammet befolkningen etter totalt ca. 1000 atomvåpenprøver hvorav 160 i atmosfæren: Folk har lavt antall hvite blodlegemer og nedsatt immunforsvar. Det er økt frekvens av metabolske "inborn errors", leukemi, nevrologiske lidelser og hjereskader. Suicidalfrekvensen er dobbelt så høy som hos befolkningen ellers. Hvert tredje barn blir født med handicap, og barnedødeligheten er meget høyere enn ellers i Sovjet. Mange kvinner har anemi. Ifølge kilden er medisinske virkninger av bombep prøvene fortsatt militære hemmeligheter.

IV Globalt nedfall - folkehelse - tverrfaglighet

Også folk bosatt langt borte fra prøvefeltene har fått sitt miljø forurensset med radioaktivt bombenedfall. Det globale nedfallet fra atmosfæreprøvene kom senere ned enn det lokale og ble jevnere fordelt. Fordelingen var likevel ikke helt den samme over hele kloden- den nordlige halvkule fikk mest, og områder med mye nedbør, som Vestlandet eller Færøyene, fikk forholdsvis mer enn nedbørfattige strøk.

Ioniserende stråling er et fysisk fenomen som griper dypt inn i grunnleggende biologiske prosesser. Derfor er det viktig at vurderinger av stråleskader og

strålerisiko bygger på tverrfaglig helhetsforståelse.

Isolerte fagmiljøer kan ellers lett overse helt vesentlige forhold som tradisjonelt "hører inn under" vedkommende fagområde. Av militære, politiske og faghistoriske grunner er det skjedd en faglig isolering når det gjelder vurdering av helserisiko fra miljøforurensning med radioaktive stoffer.

Den rådende tankegang at slik helserisiko skulle kunne uttrykkes i en enkelt tallverdi-slik det skjer ved bruk av begrepet effektiv dose-ekvivalent-er meningsløs fra en samfunnsmedisinsk synsvinkel. Folkehelse i denne forbindelse dreier seg om langt mer enn kreftmortalitet og dominante arveskader.

Referanser:

(Fullstendig referanseliste ved henvendelse til IKFFs kontor.)

10. Pearce N, Prior I, Mathyen D, Cilling C, Marshall S. et al. "Follow-up of New Zealand participants in British atmospheric nuclear weapons tests in the Pacific". *Br. Med. Journal* 1990;300:1161-6.
18. Hamilton T E, Belle G, LoGerfo J P "Thyroid Neoplasia in Marshall Islanders Exposed to Nuclear fallout". *JAMA* 1987; 258: 629-36.
20. Johnson, C J "Cancer Incidence in an Area of Radioactive Fallout Downwind From the Nevada Test Site". *JAMA* 1984; 251:230-6.
26. Grieg, A "Lave stråledoser: Helsen skader hos barn". *Utposten* 1991;20 nr.3: 124-7-
28. Conard R A "Late Radiation Effects in Marshall Islanders Exposed to Fallout 28 Years Ago." I Boyce J D & Fraumeni J F (eds) *Radiation Carcinogenesis: Epidemiology and Biological Significance*, Raven Press N.Y. 1984: 57-71.
33. Bertell R. *A report to the U.S. Congress on the Health Problems of Rongelap People*. International Institute of Concern for Public Health. Toronto 1989.

Kjernekraften - atomvåpenets fikenblad

Våpen eller plogjern

Etter at atombombene ble sprengt over Hiroshima og Nagasaki, klynget politiske ledere seg til håpet om at man kunne smelte atomenergivåpenet om til plogjern. Og i 1953 presenterte president Eisenhower et PR-fremstøt som både kunne tilfredsstille det militær-industrielle kompleks og samtidig gi folk en subtil følelse av velgjørenhet ved at USA var villig til å dele sin vitenskapelige frukt med de fattige land: "Det fredelige atom" ("Atoms for peace").

Da den vakre Aurlandsdalen ble besluttet utbygget i slutten av 1960-årene, var vi mange som spurte om det ikke var andre måter å skaffe elektrisk kraft på. Var det ikke noe som het atomkraft? Kanskje kunne man slippe å bygge ut flere verneverdige vassdrag?

Og i Stortingsmelding 97 (1969-70) står det bl.a.: Ut fra en samlet vurdering av så vel energipolitiske, industrielle og forskningsmessige interesser, er det Departementets oppfatning at den konkrete planlegging av det første atomkraftverk nå bør iverksettes. Departementet vil derfor på budsjettet for 1971 foreslå avsatt de første beløp til dekning av de forberedende planleggingsutgifter. Det må bli NVE som får ansvaret for gjennomføringen av det forberedende arbeid. Etter Departementets oppfatning bør planleggingsarbeidet med det første atomkraftverk inkl. stedsvalg, innhentelse av anbud og lignende være avsluttet innen 1972-73. I løpet av 1973 tar Departementet sikte på å framlegge et eventuelt forslag for Stortinget om bygging av et atomkraftverk. Konkret planla NVE bygging av atomkraftverk (heretter kalt kjernekraftverk) i Oslofjordområdet med følgende prioriteringer: 1 Vestby, 2 Rygge, 3. Hurum.

Og i 1973 la Norges Vassdrags- og Elektrisitets-

vesen fram planer for Norges eventuelle første kjernekraftverk. - Men et vedtak om bygging av kjernekraftverk var ikke fattet i Stortinget.

Med i interessen for kjernekraftverk og det såkalte fredelige atom fulgte imidlertid opplysninger om uløste problemer i forbindelse med mange usikre forhold vedrørende mulige skadevirkninger på mennesker og miljø i de nære omgivelser av et slikt kraftverk og uklarhet i om vi ved driften av et kjernekraftverk ville kunne påføre våre etterkommere ureparerbare skader.

Siden slutten av 1960-tallet hadde kjernekraften blitt utsatt for mye kritikk i USA, og samtidig var det også en voksende motstand i Sverige. Spesielt fremme i debatten var antatt risiko og mulige konsekvenser forbundet med en eventuell ulykke, og endelig deponering av høyaktivt avfall som måtte holdes isolert fra omverdenen i titusener av år. Resultatene ble utallige konfrontasjoner mellom NVE og IFA (Institutt for atomenergi) på den ene siden og Aksjonen mot atomkraft (AMA) og snm (Samarbeidsgruppen for natur- og miljøvern) ved Guri Refsnes og Karl Georg Høyer på den andre siden. Snm-nytt og Atomnytt bidro med viktig informasjon. Det ble etter hvert også et stort engasjement blant det norske publikum i presse og radio.

I mars 1973 ble snm i brev fra NVE anmodet om å uttale seg om innholdet i brosjyren "NVE. Lokalisering av kjernekraftverk i Oslofjordområdet". snm viste i sitt svar av 13.11.73 bl.a. til den amerikanske Brookhaven-rapporten WASH-740 når det gjaldt den maksimalt tenkelige ulykke ved en 150-200 MWe reaktor, lokalisert ca. 50 km fra en større amerikansk by. Rapporten konkluderer med: 3400 drepte, 43 000 skadde, 460 000 evakuerte og eiendomsskader for 740 milliarder dollar. (I rapporten gikk man ut fra et utslipp på 50%

av den totale radioaktiviteten. (Rapporten ble ikke offentliggjort.) Union of Concerned Scientists (UCS) i USA fant dette i overkant av det sannsynlige og laget en noe mer moderat versjon av de sannsynlige konsekvenser av en ulykke. snm konstaterte med forbauselse at konsekvensene av en større ulykke ikke var nærmere omhandlet i brosjyren "NVE informerer om kjernekraft".

Opinionspresset og usikkerheten blant politikere førte til at Stortinget den 13. mai 1975 bifalt Industrikomiteens flertallsforslag om å nedsette et kjernekraftutvalg for å "kartlegge og vurdere" sikkerhetsproblemene med brenselssyklusen i tilknytning til kjernekraftverk før man eventuelt besluttet å bygge kjernekraft i Norge. Og i 1976 oppnevnte Regjeringen det norske Kjernekraftutvalget.

Mandatet

Under tittelen Drøfting av mandatet står det på s. 2 i utvalgets innstilling: "Det går frem av mandatet at utvalgets oppgave er å foreta en bred analyse av sikkerhetsforholdene ved eventuell bruk av kjernekraft i Norge. Andre forhold som for eksempel de sosiale, økonomiske, politiske eller ressursmessige konsekvenser av kjernekraft, er ikke forutsatt vurdert av utvalget. Utvalget skulle således ikke foreta en samlet vurdering av om Norge skulle bygge ut kjernekraft." Man behøver ikke nødvendigvis å være professor i logikk for å heve øyenbrynene over ovennevnte sitat. Hvordan kunne man analysere og vurdere sikkerhetsforholdene ved kjernekraft, og vurdere om kjernekraft kunne inngå som et alternativ i den fremtidige energiforsyning i Norge uten å vurdere de sosiale, økonomiske, politiske eller ressursmessige konsekvenser av kjernekraft? Og dette i en tid da kjernekraftindustrien, tekniske eksperter og offentlige komiteer begynte å bli pinlig klar over at det ikke lenger nytter å ignorere ubehagelige økonomiske og politiske realiteter?

Kjernekraftutvalget besto av 21 personer, -11 professorer hvorav noen dekket fagområdene kjernekraftteknologi, strålevern, genetikk, strålebiologi, natur- og miljøfag og kjernekjemi, og blant de såkalt "samfunnsengasjerte ikke-eksperter" var der bl.a. en tidligere stortingsmann (formannen), en kranfører, en lærer, en kultursekretær, en husmor og en professor i betong. Hvis de ikke skulle vurdere de sosiale, økonomiske, politiske eller ressursmessige konsekvenser av kjernekraft, hva trengte man da de samfunnsengasjerte ikke-eksperter til? Ville de ha noen mulighet til å vurdere holdbarheten av det vitenskapelige materiale som ble lagt på vårt bord? Om glasset det høyaktive avfallet skulle plasseres i ville være ikke-oppløselig i 10 000 år, 100 000 år? Ville de bli et slags demokratiets gisler som sa ja og ha til alt de ikke skjønte? Måtte de bare stole på ekspertene? - Til deres overraskelse fant de at der også blant de såkalte eksperter hersket uenighet, og at det kunne være

lettere for amatørerne å stille spørsmål på innviklede fagområder enn for de anerkjente eksperter.

Under arbeidet i utvalget ble det klart at kjernekraften ikke var noen hvilken som helst industri og at den inneholdt et risikopotensiale som ingen annen sivil industriform. I to år arbeidet utvalget. Det ble et meget vanskelig arbeid, men uhyre interessant. Utvalgets flertall sa et slags ja til kjernekraft, men med så alvorlige sikkerhetskrav at det ble meget stille fra Regjering og Storting når det gjaldt spørsmålet om kjernekraft i Norge. Og et samlet utvalg (NOU1978:35 A) påpekte: *"En viktig side ved det risikobilde kjernekraften representerer er at vi er oss bevisst at risikoen også angår fremtidige generasjoner"*.

Jeg siterer her noen av de funn utvalget gjorde (NOU 1978:35 A):

s. 81: *ICRP: Alle stråledoser selv om de er små, innebærer en viss risiko for senskade (kreft) og arveskader.*

s. 74 *Linearitet. Det er ingen nedre grenser for virksomme doser med genetiske effekter. Alle stråledoser teller, selv de minste og helt fra befruktningen til neste generasjon settes til verden. Av den grunn er man enige om at all unødig bestråling skal unngås, og hvor det ikke kan unngås, skal stråledosene holdes så lave som det i praksis lar seg gjennomføre.*

s. 74: *Noen typer arveskader vil vise seg allerede i første generasjon etter bestrålingen, men på grunn av arvemekanismens natur vil skader i arvestoffet ikke gjøre seg fullt gjeldende i en befolkning før det er gått et stort antall generasjoner.*

s. 83: *Radioaktiviteten lar seg ikke redusere ved menneskelig påvirkning.*

Dvs. at når vi leser at sauene slikker berlinerblått for at becquerelinnholdet skal bli mindre, så blir ikke radioaktiviteten borte fra miljøet, men det skilles ut fra sauen og går ned i gresset eller jorden og vil leve videre som nytt fôr for nye sauer eller andre dyr.

Opplysningene om det radioaktive avfall man ville få å hankses med ved å benytte denne energikilde var tankevekkende og skremmende. Sverige hadde allerede kjernekraftverk i drift, og en regjeringsoppnevnt komité fikk der i oppdrag å utrede en forsvarlig håndtering av radioaktivt avfall fra kjernekraftverk med følgende retningslinje: "... det radioaktive avfallet skall inte under den erforderliga förvaringstiden (700 - 1 million år) kunna spredas til jordytan genom olyckshändelse, krigshandling eller naturliga processer." I sannhet en hovmodig tanke av mennesker i det tyvende århundre. Lite vet vi om hvordan mennesket vil leve i fremtiden,

500 år fra i dag? 1000 år fra i dag? Vil vi kunne pålegge dem å ta vare på avfall fra vår tidsepoke? Men svenskene hadde oppfattet dimensjonene i avfallsproblemet: 700 til 1 000 000 år. - "Politikerne er vant til å tenke 1-3 år frem i tiden - vi må tenke kanskje 25 000 år fremover i tiden i denne saken," sa arvelighetsforskeren K.G.Lüning fra Stockholm universitet på et seminar under vårt arbeid i Kjemekraftutvalget.

Så trygge vi følte oss som barn. Verden ville alltid bestå. Den første gang jeg hørte en annen mulighet var da jeg i 1975 besøkte NRC (Kjernekraftinspeksjonen) i USA. Jeg var bekymret for lagringen av det høyaktive avfallet som produseres i kjernekraftverk, og jeg spurte om hvilken sikkerhet man hadde for at disse avfallsstoffene ikke ville ødelegge livsmiljøet for våre etterkommere om tusen år, - om titusen år. Lederen for NRC, William Anders, senere USAs ambassadør i Norge, som forøvrig også hadde vært rundt månen, så noe forbauset på meg: "Tror De at vår verden vil bestå om tusen år?"

I to år arbeidet utvalget. Vi hadde under vårt arbeid flere seminarer hvor utenlandske eksperter la frem sine synspunkter til drøfting. To av våre seminarer er i sin helhet tatt opp på lydbånd, men de ble aldri skrevet ut til tross for at jeg ba om det så vel skriftlig som muntlig. Representanter for norske media var ikke innbudt, så jeg er henvist til å referere mine egne nedtegnelser:

Alvin Weinberg (direktør Oak Ridge National Lab. Institute for Energy Analysis, USA): Det er så mange fundamentale usikkerheter og ingen vitenskapelig kunnen om utslipp av plutonium, americium, tungmetaller at det er vanskelig å være sikker på noe. Og han innrømmet at *kjernekraftens kostnader hadde vært feilkalkulert med en størrelse på 10.*

J.V.Neel (professor i humangenetikk, University of Michigan, USA) ville foretrekke å slippe å se *miscalculations concerning genetic effects*. "Vi kan ikke bare vende ryggen til alt vi har lært og studert i de siste 50 årene når det gjelder bestråling og genetiske skader. Vi må ha en øket overvåking - en løpende analyse av risikogrupper."

John H. Edwards (dr., Queen Elizabeth Hospital, Birmingham, England): To generasjoner er for Edwards som genetiker et betydningsløst kort tidsrom. 200 år før vi oppdager noe vedrørende genetiske effekter.

Per Oftedal (professor): UNSCEAR tar ikke hensyn til de recessive mutasjoner. UNSCEAR følger ICRPs anvendte vei med bare å ta hensyn til de dominante mutasjoner. Edwards representerer en uro som i dag er nødvendig. ICRP og IAEA fremmer sine forslag til løsninger ut fra det oppdrag de er pålagt. Det behøver ikke være 100% riktig av den grunn.

H. Hamilton (dr. med., direktør Brookhaven National Lab., USA): Mangelen på "emotion" er det mest foruroligende. Det ser likesom betryggende ut når man sier at disse forurensningene vil man vurdere uten følelser.

Kjernekraftutvalgets analyse viste at et kjernekraftverk av den type utvalget vurderte for bygging i Norge (en 1000 MWE letevannsreaktor) som uunngåelig avfall vil produsere 200-300 kg reaktorplutonium pr. år, nok til 10-20 atomvåpen. Utvalget mente at den internasjonale kontroll med spaltbart materiale har

betydelige svakheter og gir utilstrekkelig garanti mot spredning og misbruk av spaltbart materiale.

- I St.meld.nr.101, FN's spesialsesjon for nedrustning, 2.6.78 påpeker utenriksminister Knut Frydenlund: "*Nasjonene må samarbeide om problemet med å redusere faren for kjernefysiskspredning forbundet med veksten i kjernekraftindustrien. ...I tilfelle av interessemotsetninger må ikke-spredningshensyn gå foran kommersielle interesser.*"

- Og Verdenskommisjonen for miljø og utvikling (1987) sier (s. 141): "*Det er nødvendig med en internasjonal kontrollfunksjon som omfatter internasjonal inspeksjon av reaktorer. Denne bør være helt atskilt fra den rolle IAEA spiller når det gjelder å fremme bruken av atomenergi.*" (Dette burde man kunne forvente at den norske Nobelkomiteen var klar over i 2005.)

- I Verdenskommisjonen for miljø og utvikling (1987) spør V.A.Legasov, mdl. av Sovjetunionens vitenskapsakademi: "*Vil atomenergien bli fatal for vår sivilisasjon, for vår klodes økosystem?*"

I dag vet i at kjernekraften er en av de viktigste årsakene til spredning av atomvåpen og atomvåpenkapasitet til stadig nye land, ved at kjernekraftland får tilgang til kjernefysisk teknikk og spaltbart materiale (uran og plutonium). Drømmen om det fredelige atom har utviklet seg til et mareritt som best kan sammenlignes med en handel med djevelen. (Dette ble også erkjent av kjernekraftmannen Alvin Weinberg som sa at en satsing på kjernekraft krevde total vaksomhet, dvs. one made a "faustian bargain".)

Norge bekrefter muligheter for spredning av atomvåpen via kjernekraft.

Den norske innstilling S. nr. 189 (1977-78) fra Stortingets utenriks- og konstitusjonskomite om arbeidet for rustningskontroll og nedrustning, påpeker at atomenergiproduksjon for fredelige formål forholdsvis lett og på relativt kort tid kan omlegges til atomvåpenproduksjon. Det norske kjernekraftutvalgets analyse bekrefter dette syn.

Produksjonen av atomvåpenladningene foregår i dag i forskningsreaktorer, i anrikingsanlegg for uran eller ubønnhørlig og uunngåelig i verdens kjernekraftverk. Plutonium produseres ved nøytronbombardement av Uran 238, og regnes som ett av de farligste stoffene i det høyaktive avfallet fra kjernekraftverk. Ved å "rense" dette reaktorplutoniumet i gjenvinningsanlegg ved Sellafield eller la Hague, oppnår man plutonium av ren våpenkvalitet. Og som sagt produserer en 1000 MWE letevannsreaktor årlig 200-300 kg plutonium, nok til 10-20 atombomber.

I USA er atomvåpenproduksjonen ganske hensiktsmessig plassert under Energidepartementet (DoE). Kjernekraft er slik en god og sikker leverandør til landets atomvåpenprogram, sa Reagan.

Deponeringssalme

(Melodi: Nisser og dverge)

ERIK BYE

Nisser og dverge
borer i berget
og de må bore
så djupt som det går.
Små smilehuller
der avfalls-ampuller
skal kose seg i
millioner av år.

Rart kan det høres,
men det kan gjøres,
bundet i berget
der ligger de trygt.
Og er vi flittig
Med strontium 90
skal kommende slekter
få gro uten frykt

Ja, vi skal gi dem
instrukser og si dem
hva de skal gjøre
om ti-tusen år.
Får de regjering
med data-skolering
og teknisk moral
er det klart at det går!

For, de må minnes
hvor hullene finnes
der deres aner
grov avfallet ned.
"Hvor var'e de la're?
Ja, finner de svaret
skal fremtidens barn
kunne sove i fred.

Alt er beregning,
(vi har det på tegning).
Ingenting kan jo
gå fändenivold.
Men ,sku det klikke,
engst dere ikke,
bruk bare "Det
Fennoskandiske Skjold."

Ja, gamle Norge
med "Klippernes Borge"
har sure granitter
som tåler en støyt!
Men skulle det sprekke
og surkle og lekk—
så vil vel de færreste
merke en døyt!

Fremtidens sønner
må bore seg brønner
Alpha- Omega
for all eksistens.
Men om vårt grunnvann
blir deres munnvann ???
Ja, da må vi håpe
de har resistens.

Alpha-partikler
i deres testikler
kan nok forvolde
en ting eller to.
Men mutasjoner
i år-millioner
er vanlig, det vet vi
fra Darwin og co.

Sanctus Computer
går så det tuter.
lyser oss veien
til fremtidens land.
Deg kan vi like.
Komme ditt rike!
(men vær ufeilbarlig
Såfremt du kan.)

EPILOG:
Evolusjonen
skal løfte nasjonen
høyt over grasrot
og kålrot og slikt.
Men neste vinter
skal jaggu en splinter-
ny DATA-MASKIN
skrive Utvalgets dikt!

Hilsen eb

Vår radioaktive hverdag

Etter at jeg var med og startet opp RadiOs miljølaboratorium i 1986, opplevde jeg at det var stor mangel på kunnskap omkring radioaktivitet. Mye tid gikk med til informasjon. I 1991 laget vi en større utstilling med tittelen "Vår radioaktive hverdag" som sto flere måneder i museet Smelthytta på Røros. Etterpå har jeg hatt med meg hele eller deler av utstillinga ulike steder rundt i landet og holdt foredrag i tilknytning til den, eller bare holdt foredrag om temaet, bl.a. på kvinne-konferansen i Åbo i 1994. Fra 1987 har radon vært et av mine viktige arbeidsfelt.

Vi kan ikke unngå kontakt med radioaktive stoffer. De finnes overalt i miljøet og er en del av dagliglivet vårt. En del av dem er naturlige, noen

er menneskeskapte; noen til nytte, andre bare forurensende. Figuren viser noe av dette.

Den kosmiske strålingen (gul) er en del av det naturlige livsmiljøet vårt. Vi blir alle utsatt for den, og kan ikke selv være med på å redusere den. Den øker noe med høyden over havet, og er også årsaken til at en på lengre flyturer utsettes for noe mer av denne strålingen enn om en oppholder seg på bakkenivå.

Gammastråling fra hus og grunn (brun) er også delvis en del av det naturlige livsmiljøet vårt. Overalt i grunnen finnes det større eller mindre mengder av radioaktive stoffer som kalium, radium og uran. Det innebærer at vi bl.a. utsettes for gammastråling som vi har liten mulighet for å gjøre noe med. Denne strålingen vil variere avhengig av

berggrunnen. Benyttes bergarter med høyt innhold av radioaktive stoffer i bygningsmaterialer, vil disse kunne gi oss gammastråling også innomhus. Det er antatt at dette for de fleste ikke utgjør så mye av strålebelastningen i det daglige, derfor angivelsen 0,1 til 2,8 mSv. Spesielt svenske hus bygd av "blåbetong" bidrar til den høyere verdien.

Kalium i kroppen (grønn) kommer fra maten vi spiser, særlig frukt og grønnsaker. Kalium forekommer i naturen som tre isotoper, en av dem, K-40, er radioaktiv og utgjør ca. 0,01% av det naturlige kalium. Det går ikke an å skille denne radioaktive isotopen fra resten av kalium. Alle våre levende celler er helt avhengige av mineralet

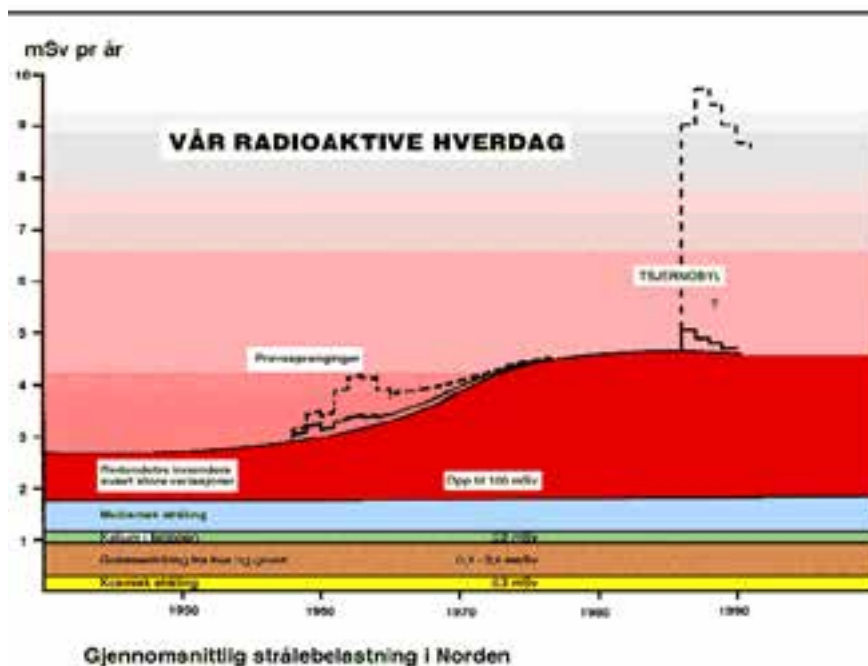


Fig. 1. Den gjennomsnittlige strålebelastningen for befolkningen i Norden. (1)

kalium. Det er bl.a. med på å styre syrebasebalansen, og er nødvendig for at nerver, muskler og nyrer skal fungere normalt. Dermed finnes det radioaktivt kalium i alle våre celler.

Medisinsk stråling (lys blå) er en kilde i den radioaktive hverdagen for ganske mange enkeltmennesker. Stråling brukes både i medisinske undersøkelser og ved behandling. Figuren viser gjennomsnitt, men det er mange som aldri utsettes for dette, mens andre får store stråledoser.

Radon i inneluft (rød) forekommer fordi berggrunnen som før nevnt inneholder mer eller mindre uran, thorium og radium. Jeg vil ta opp radon spesielt litt senere i artikkelen, men som figuren viser kan dosebelastningen fra radon bli ganske høy for enkelte, antydnet med rødfarging helt opp.

Prøvesprengningene av atomvåpen på 1950- og 60-tallet i atmosfæren ga nedfall over det meste av kloden, men de fleste sprengningene ble foretatt på den nordlige halvkule. Avhengig av vindretning og nedbør, ble nedfallet ulikt fordelt. Den stiplede trappekurven i figur 1 viser at noen ble utsatt for mye mer enn andre. I Norge ble særlig Vestlandet og Finnmark berørt. (Det finnes fortsatt rester av dette nedfallet i norsk natur.) Det ble foretatt jevnlig overvåkningsmålinger av innhold av strontium og cesium i melk og kjøtt. Men målingene, som hovedsakelig ble foretatt av det militære, ble hemmeligholdt. I ettertid ble det kjent at myndighetene hadde evakueringsplaner for Finnmark og fortløpende vurderte hvordan de skulle forholde seg. Spesielt var en bekymret for strontiumnivået, fordi strontium erstatter kalsium og går inn i beinstrukturen der det blir værende og gir fra seg stråling over lang tid, pga den lange halveringstiden. Det var også et visst fokus på radioaktive isotoper av jod. Disse har korte halveringstider og er mest kritiske rett etter en sprengning eller ulykke. Jod er viktig for stoffskiftet og konsentreres i skjoldbruskkjertelen.

I 1963 ble det inngått avtale mellom Storbritannia, USA og Sovjetunionen om at prøvesprengninger i luft, under vann og i den ytre atmosfæren skulle opphøre. Etter det fortsatte prøvesprengningene under jorden og under havet. I 1996 ble prøvestansavtalen (CTBT) som forbød alle typer kjernefysiske prøvesprengninger vedtatt, men ikke alle de 44 land som har mulighet for å skaffe seg atomvåpen, har undertegnet ennå. I april 2010 underskrev USA og Russland en ny START-avtale som begrenser antall atomvåpen, utskytingsramper, ubåter og bombefly som er utstyrt for interkontinentale atomraketter. Selv med den nye avtalen vil det finnes mer enn nok atomvåpen til å utsette oss alle mange ganger.

I 1970 trådte avtalen om Ikkespredning av atomvåpen, NPT (Non Proliferation Treaty) i kraft. Hvert femte år føres det Tilsynskonferanser. Flere land nekter å godta at det bare er de som allerede har atomvåpen som fortsatt skal få lov til å ha dem. Dessuten går nedrustningen svært sakte når det gjelder å kvitte seg med eksisterende atomvåpen. Da tilsynskonferansen i 2010 ble avsluttet i New York 28. mai, var resultatet et sluttdokument som på ingen måte tilfredsstiller de kravene som fredsbevegelsen og mange land hadde på forhånd, nemlig at konferansen skulle gå inn for å starte forhandlinger om en konvensjon som forbyr atomvåpen.

Tsjernobylulykken i 1986 ga ny radioaktiv forurensing. Også dette nedfallet ble ulikt fordelt avhengig av vindretningen og nedbøren den kritiske perioden etter ulykken. Enkelte områder fikk svært mye nedfall. Den heltrukne linjen i figur 1 viser det en regner med som gjennomsnittsbelastning i Norden, mens det stiplede linjen viser gjennomsnittlig strålebelastning for utsatte grupper. Den viktigste kilden til denne strålebelastningen er gjennom forurenset mat. Ulike tiltak, som nedføring og kostholdsråd, har redusert strålebelastningen fra dette nedfallet. I ettertid ble det også etablert

et opplegg med utplassering av jodtabletter for å redusere virkning av radioaktivt jod de første dagene etter en ulykke. Generelt gjelder det ved en ulykke å vite hvilke radioaktive isotoper det er snakk om, fordi ulike stoffer krever ulike mottiltak. Tsjernobylulykkens virkning i Norge er beskrevet nærmere i eget kapittel.

Radon

Det er antatt at opp til 300 lungekreftdødsfall i Norge per år kan ha radon som medvirkende årsak. Den radioaktive gassen radon dannes i

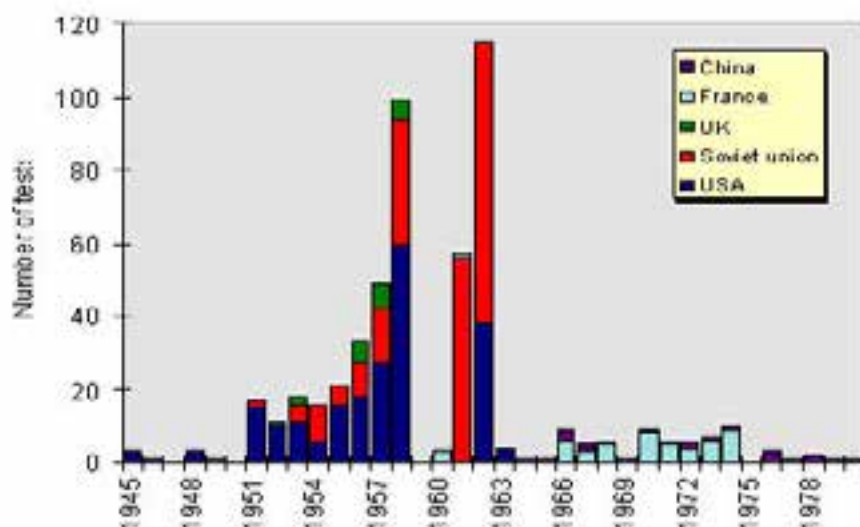


Fig 2. Verdens prøvesprengninger i atmosfæren 1945 – 1998 (2)

nedbrytningskjedene fra naturlige radium-, uran- og thoriumisotoper i berggrunnen. Disse grunnstoffene gjennomgår en rekke kjerneomvandlinger før de ender opp som stabilt bly (Se vedlegg 2). Ett ledd i rekken er radon. Fordi radon er en gass, vil den bevege seg mot jordoverflaten. Leddene etter radon er faste partikler og kalles radondøtre. Den spesielle radonisotopen Ra-220 som dannes i nedbrytningskjeden fra thorium, kalles for thorongass og de neste leddene i kjedene kalles thorondøtre. Radongass som pustes inn vil kunne omvandles til døtre før den rekkes å pustes ut.

Figur 1 viser at den gjennomsnittlige strålebelastningen fra radon har økt fra 60-årene utover mot 1980. Årsaken til økingen er at husene er blitt bygget mye tettere, mange med mekanisk avtrekk som skaper undertrykk. Radongassen kan da trenge inn dersom det er utettheter i konstruksjonen mot grunnen samtidig som det er undertrykk inne i bygningen. Figuren viser samtidig at noen kan få svært høye stråledoser fra radon antydnet ved at rødfargen fortsetter oppover i diagrammet.

Omkring 1970 begynte det i Norge å bli snakk om at radon kunne være et problem i inneluft i bygninger. Fra gruver hadde radongass vært kjent lenge. I Sverige hadde de fokusert på radon, men det var oftest knyttet til hus som var bygget i "blåbetong", betong med et stort innslag av den blåsvarte, uranrike alunskiferen. I Norge har det ikke vært vanlig å bruke denne type betong. Hos oss konsentrerte en seg derfor først om områder med alunskifer i grunnen, når en skulle finne hus med forhøyede radonkonsentrasjoner. I 1991 ble den første store kartleggingen av radon i boliger publisert (3). En regnet da med en gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i norske boliger på 55 – 65 Bq/m³. I Stortingsmelding nr. 28, 1997 – 98 (4) het det: *"Radon er et inneklimarelatert problem i visse, relativt avgrensede områder i Norge."*

Etter hvert som det er foretatt kartlegginger av radon i bygninger rundt i norske kommuner, er en blitt klar over at det forekommer områder med høy risiko for radon langt flere steder enn områdene med alunskifer. Blant annet kan områder med enkelte typer granitt kan være utsatt og også områder med løsmasser eller morenegrunn. Høyeste konsentrasjon i inneluft som ble målt i en kartlegging i 2002-2003 var 18.000 Bq/m³ (5). I noen av de kartlagte områdene hadde mer enn 50% av boligene over 200 Bq/m³. Ingen kan være sikker på at det ikke finnes radon i en bygning før det har vært gjort måling.

WHO tok tak i radon i 1979, og i 1988 ble radon klassifisert som kreftfremkallende. I 2005 etablerte WHO "Det internasjonale radonprosjektet" for å identifisere effektive strategier for å redusere helsevirkningene av radon. Prosjektet hadde deltakere og bidragsytere fra mer enn 30 land for å få en global forståelse. Prosjektet resulterte i at WHO i september 2009 la fram "WHO Handbook on Indoor Radon"(6). Det er på grunnlag av denne den norske regjering baserte sin "Strategi for å redusere radoneksponeringen i Norge" i juli 2009

(7). Interessant er det i denne forbindelse at det i innledningen i WHO's håndbok står følgende: *Since even a single alpha particle can cause major genetic damage to a cell, it is possible that radon-related DNA damage can occur at any level of exposure. Therefore, it is unlikely that there is a threshold concentration below which radon does not have the potential to cause lung cancer.*

Før 1995 var norsk tiltaksgrense for radon i eksisterende boliger 400 Bq/m³; enkle tiltak ble anbefalt mellom 400 og 800 Bq/m³, mens mer omfattende tiltak var berettiget over 800 Bq/m³. Dette gjaldt årsmiddelverdier, dvs. gjennomsnitt av målt radonkonsentrasjon i to oppholdsrom i fyringssesongen multiplisert med en faktor på 0,75. Disse grensene ble halvert i 1995. I desember 2008 kunngjorde Statens strålevern et anbefalt tiltaksnivå på 200 Bq/m³. Allerede i september 2009 ble nye nasjonale grenseverdier for radon offentliggjort av Statens strålevern (8). Nå heter det at radonnivåene bør være så lave som praktisk mulig (ALARA, det overordnede strålevernprinsipp). Tiltaksgrensen er 100 Bq/m³, i tillegg er det satt en maksimumsverdien på 200 Bq/m³. Tiltak kan også være aktuelt under tiltaksgrensen. Denne nye tiltaksgrensen tilsvarer en stråledose på ca 3,3 mSv per år. Den innebærer at omkring 1 million boliger kan ha for høye radonkonsentrasjoner. I Regjeringens Strategiplan er målet: *"Gjennomsnittlig radonkonsentrasjon skal reduseres betraktelig innen 2020, og en stor andel av boligmassen skal ha oppnådd så lave radonnivåer som praktisk mulig."*

I forbindelse med Nasjonal Kreftplan 1999 - 2003 ble det innført en tilskuddsordning for tiltak ved for høye radonkonsentrasjoner. Etter hvert som ordningen ble kjent strømmet søknadene inn. Ikke alle som søkte fikk midler, og ordningen ble ikke videreført etter at planperioden var over.

Det er satt i gang flere internasjonale studier omkring andre helseeffekter av radoneksponering enn lungekreft; leukemi hos barn, hjerte-karsykdommer, magekreft, multippel sklerose (MS) og hudkreft. Resultatene er sprikende, det er ingen bevis verken for å avkrefte eller bekrefte slike andre helseeffekter (9).

Statens strålevern arbeider nå med en ny handlingsplan for følge opp Regjeringens radonstrategi. Fra 2011 er det et vesentlig økt fokus på radon. Det er forholdsvis enkelt å måle radon i eksisterende bygninger, men faglig utfordrende å gjennomføre tiltak. Dersom det ikke blir innført noen form for tilskuddsordning i forhold til den nye Strategiplanen, er jeg redd for at det vil gå svært sakte med å nå målet om å redusere radonnivåene.

Den gangen Tsjernobylulykken inntraff, ble det fra strålevernmyndighetene sagt at radon innebar en mye større risiko for kreft enn det nedfallet vi hadde fått. Enkelte prøvde å bagatellisere virkningene av ulykken. At radon representerer langt høyere stråledoser for langt flere mennesker, er det ingen tvil om. Men hadde de den gang sagt at vi måtte ta Tsjernobylulykken på

2009 – et veiskille i norsk radonarbeid

Strålevernet endrer sine anbefalinger

Strålevernet foretar i 2009 et målrettet skifte i sitt radonarbeid. Radonreduksjon fra moderate til lave radonnivåer er det viktigste grepet for å redusere antall radoninduserte lungekrefttilfeller. Noen prinsipielt viktige endringer som følger av Strålevernets nye anbefalinger er:

- Så lavt som praktisk mulig betyr at radonreduksjons tiltak bør implementeres slik at minimumsnivåer for radon oppnås og ikke kun nivåer under en gitt maksimumsgrense. Dette vil stille nye krav til blant annet tilsynsmyndigheter, byggebransjen og virksomheter som tilbyr radonmåling og -tiltak.
- Så lavt som praktisk mulig betyr også at bygninger med radonnivåer som allerede ligger under gitte grenseverdier likevel kan anbefales å gjennomføre radonreduserende tiltak, dersom nivåene med enkle grep kunne ha vært vesentlig lavere.
- Radonrisiko reduseres innenfor alle bygningskategorier og ikke kun i boliger.
- Radongrenseverdier senkes.
- En av flere konsekvenser av disse endringene er at radontiltak vil bli aktuelt i et langt høyere antall bygninger enn før.

alvor samtidig som vi tar tak i radonproblemet, så hadde vi kanskje i dag vært kommet mye lengre i arbeidet med å redusere det gjennomsnittlige strålingsnivået for innbyggerne i Norge. Er det fordi maten er en vare vi betaler for og som vi forventer skal være fri for skadelige stoffer, at det var og fortsatt er vilje til å sette inn store økonomiske ressurser selv nå etter 25 år? Og fordi lufta vi puster inn bare er en del av det naturlige miljøet, og fordi det er våre byggeskikker og boligvaner som har skapt en radioaktiv forurensing i mange norske hjem, så må vi ta ansvaret selv? Når denne radioaktive forurensingen ikke kan sees, luktes, eller smakes, må

det en aktiv innsats fra det offentlig til for å redusere den. Det ble hevdet tidlig på 1990-tallet at dersom radon ikke hadde vært radioaktiv, men en hvilken som helst annen luftforurensing som var medvirkende til ca. 300 dødsfall i året, og hadde sortert under Statens forurensingstilsyn, ville det ha vært et helt annet fokus på å få gjort noe med problemet. Det er å håpe at Regjeringens nye strategien vil føre fram.

Radioaktive stoffers bevegelse i naturen

Uønskede radioaktive stoffer kan spres ut i naturen ved utslipp enten til luft eller vann. Det som havner i atmosfæren spres avhengig av meteorologiske forhold. Vindretning og nedbør er avgjørende. I hav og ferskvann er også spredningen kompleks. En rekke forhold bestemmer videre hvordan disse stoffene beveger seg og blir tatt opp i næringskjeder og økosystemer. De radioaktive stoffene når oss gjennom lufta vi puster inn, vannet vi drikker og maten vi spiser enten det er grønnsaker, frukt og bær eller husdyrprodukter, vilt og fisk. Figur 3 under er en skjematisk framstilling av hvordan de radioaktive stoffene kan nå menneskene gjennom næringskjedene.

Dersom det skjer et radioaktivt utslipp av en eller annen art, vil noen av stoffene forbli i miljøet og bare påvirke oss ved ytre stråling om vi er i området. Får vi stoffene inn i oss, blir vi utsatt for indre bestråling. Blir de tatt opp av blodet, kan de fraktes rundt til alle organer i kroppen. Da vil det avhenge av hvilke radioaktive stoffer det er snakk om, hvor de havner i kroppen. Mengden stoff og hvor fort det skilles ut igjen, har også betydning. Den radioaktive isotopen av jod, kan ikke kroppen skille fra stabilt jod som kroppen har bruk for, og det går i hovedsak til skjoldbruskkjertelen. Radioaktivt cesium ligner kjemisk på kalium og går inn alle steder der kalium er naturlig, mens f.eks. strontium ligner kjemisk på kalsium og kan dermed gå inn i stedet for kalsium i beinstruktur, cellemembraner og ellers der kalsium er viktig.

Hvordan radioaktive stoffer oppfører seg ute i naturen og dersom de kommer inn i kroppen, er komplisert.

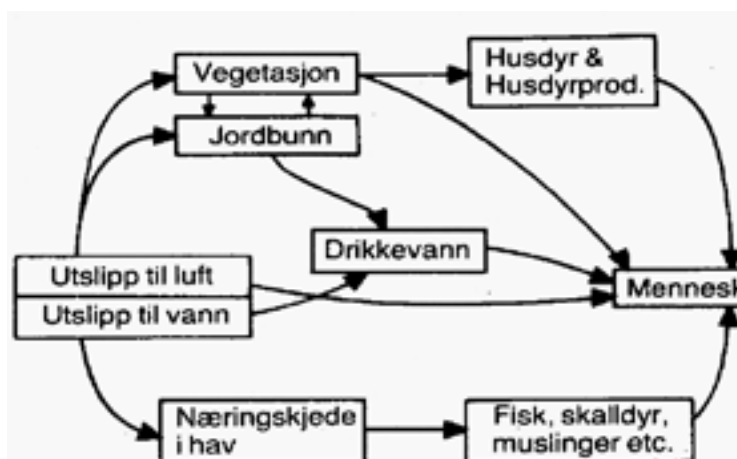


Fig. 3. Hvordan radioaktive stoffer kommer inn i næringskjedene (10).

Litteraturhenvisninger

1. Figuren er brukt i ulike svenske sammenhenger fra 1986. RADiOs miljølaboratorium as videreutviklet den for bruk i utstillinger og foredrag.
2. Figur 2: "Atmosfæriske prøvesprenginger",
[http:// www.nrpa.no/radioaktiv-forurensning-i-miljoet/kilder-til-forurensning](http://www.nrpa.no/radioaktiv-forurensning-i-miljoet/kilder-til-forurensning)
3. "Radon i norske boliger", StrålevernRapport 1991:3
4. St.meld. nr. 28 (1997-98) Oppfølging av HABITAT II Om miljøhensyn i bolig- og byggsektoren. Tilråding fra Kommunal- og regionaldepartementet av 23. april 1998, godkjent i statsråd samme dag.
5. "Kartlegging av radon i 44 kommuner", Strålevern-Rapport 2003:9
6. *WHO handbook on indoor radon a public health perspective*, Sveits 2009, ISBN 978 92 4 154767 3.
7. Strategidokument, Departementene: Strategi for å redusere radoneksponeringen i Norge, 2009, publikasjonskode: I-1144 B
8. Statens strålevern: StrålevernInfo 25:09
<http://www.fylkesmannen.no/hoved.aspx?m=4153&amid=3547917>
9. "Radon Helserisiko og utfordringer", innlegg holdt av Statens strålevern hos fylkesmannen i Sør-Trøndelag 21.11.11.
10. *Kjernekraft og sikkerhet*, NOU 1978: 35 A s. 67

Annen aktuell litteratur:

NOU 1987: 1 Tsjernobylulykken

Andre publikasjoner om radon: <http://www.nrpa.no/radon/publikasjoner-om-radon>

Tsjernobylnedfallet i Norge

Med en dr.ing. grad i uorganisk kjemi, pedagogisk utdanning og gift med en arkitekt, tok jeg og vi vårt viktigste valg i 1977. Arkitekten, odelsgutt fra Rugeldalen 2 mil nord for Røros, sto plutselig overfor spørsmålet om å ta over saugården hjemme. Ingen av søsknene kunne tenke seg å ta over, så da ble det oss. Egentlig var det ikke så vanskelig, miljøbevisste og glad i naturen som vi var.

Det første jeg gjorde høsten 1978 da vi var flyttet til Rugeldalen var å ta "Den flyttbare jordbruksskolen for fjellbygdene". Så begynte jeg å undervise deltid ved Røros videregående skole.

I oktober 2009 kunne vi lese i flere aviser "Rekordmange sau med mye radioaktivitet". Den tjuefjerde beite-sesongen etter at Tsjernobylulykken skjedde! Hvordan kan det ha seg at vi i Norge, ca. 1 500 km unna atomkraftverket i Tsjernobyl, fortsatt sliter med virkningene av ulykken de siste dagene i april 1986? Fra myndighetene meldes det om at det er brukt omkring 650 millioner kroner på tiltak siden 1986. I juni 2007 kom det også meldinger om at tørke og skogbranner i området rundt Tsjernobyl den sommeren hadde sendt ny radioaktiv forurensing opp i atmosfæren, forurensing som også var registrerbar i Norge.

La oss gå tilbake til de første maidagene i 1986 da nyhetene om ulykken begynte å dominere i media.

Usikkerheten bredte seg både blant oss i Rugeldalen og mange andre etter hvert som avisoppslagene kom. Nord for Tynset skulle det ikke være noe å bekymre seg for sa "myndighetene". Data fra Meteorologisk institutt om vind og nedbør i disse siste dagene i april skulle vise at vi i Rørostraktene kunne føle oss trygge fordi verken vind eller regn hadde vært over oss! Men, var det virkelig sant? Vi husket jo godt at det hadde blåst fra sørøst og at det også hadde gått regnskurer på denne tiden.

Lamminga vår startet akkurat disse dagene. Sauene og lammene slapp etter hvert ut. Omkring midten av juni ble et av lammene våre påkjørt og drept på riksveien. Vi sendte det derfor inn til veterinærmyndighetene for at de skulle analysere det med tanke på radioaktivitet.

Svaret kom: 630 Bq/kg! (Av radioaktivt cesium.)

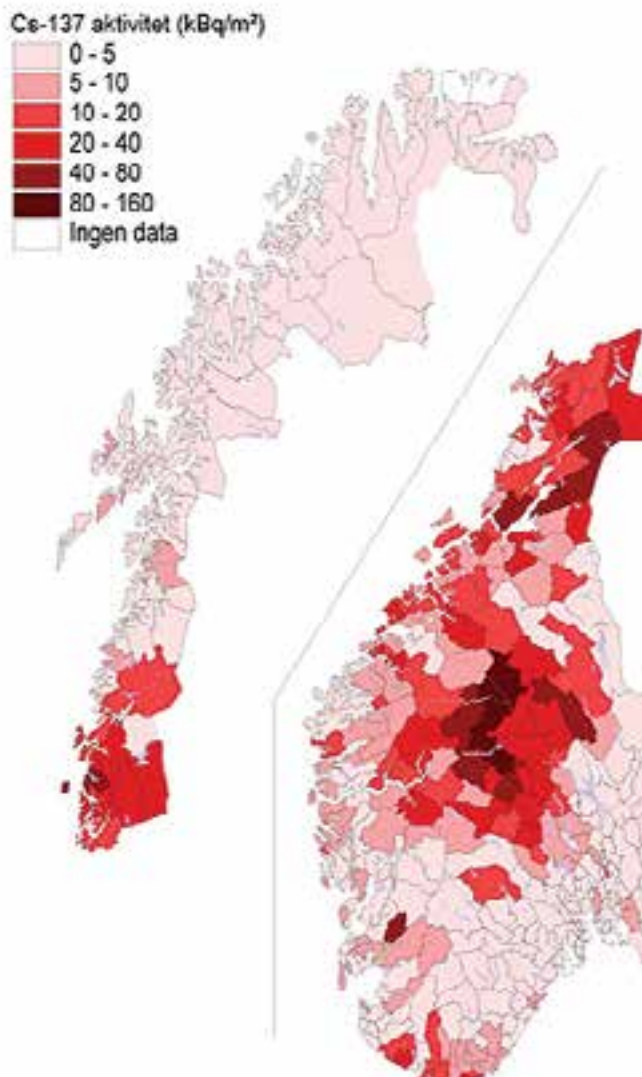
To uker etter at det var sluppet ut! Hva innebar det? Og hva kom sommeren og høsten til å gi som resultat?? Ingen visste noe. Usikkerheten økte.

Dette var bakgrunnen for at jeg engasjerte meg i formidling av kunnskap om og måling av radioaktivitet. Godt og vel tjue år etter Tsjernobylulykken er det fortsatt bruk for grunnleggende kunnskaper på dette feltet. Nybygging av kjernekraftverk, og trussel om spredning av atomvåpen, gjør at kunnskap trengs.

Fordeling av radioaktiv forurensing i Norge

Skyer med radioaktive gasser og partikler ble brakt opp i atmosfæren og ført omkring, avhengig av vindretningen fra Tsjernobyl. Noe falt ned som støv og noe falt ned med regn eller snø. Vindretningen skiftet, og det gjorde at store deler av Europa ble påvirket. Etter hvert viste det seg at Norge var blant de landene i Europa som ble hardest rammet.

Vårt lam var med på å sette fokus på at virkningene av Tsjernobylulykken for norske beitedyr kunne være mer omfattende enn en først hadde tenkt. Statens strålevern foretok kartlegging av nedfallet rundt i kommunene basert på jordprøver. I hver kommune ble det tatt jordprøver fra forskjellige steder som så ble blandet. Disse 450 blandprøvene fra hver av kommunene lå til grunn for det nedfallskartet de offentliggjorde, fig 1 (1). En forholdsvis grov kartlegging, men kartet stemte ganske godt overens med dataene fra meteorologiske institutt. På saudagene i Trøndelag i august 1986 var det



tydelig at ingen visste noe om hva som ville skje, hvordan tilstanden var og hva framtida ville bringe. I slutten av august startet fylkesveterinærene organisert prøvetaking av slakt av sau og lam, og landbruksdepartementet utarbeidet et kart med soneinndeling for småfleslakt høsten 1986. Landet ble delt inn i forbudssoner, tiltakssoner, frisoner, og kommuner ble også delt i forskjellige av disse sonene. I alt var det 35 kommuner med forbudssoner, noe som innebar at kjøttet fra 100 000 sauer/lam i disse sonene ikke ble godkjent som menneskemat. 117 kommuner hadde tiltakssoner, det vil si at 320 000 sauer/lam måtte føres ned før de kunne slaktes og brukes til menneskemat. Nedføringstiden var fra 2 til 12 uker. (2)

Her var Røros frisone! Vi følte oss temmelig usikre på dette. Særlig når et kart fra Direktoratet for naturforvaltning viste at ferskvannsfisk fra Røros kommune i gjennomsnitt hadde mellom 600 og 1500 Bq/kg av radioaktivt cesium, og vi hadde vårt lam fra juni i tankene. Hadde alle områdene i Røros kommune fått like lite/mye nedfall?

I min utdannelse fra NTH var kjerneekjemi et av fagene. Jeg følte at det var svært lite kunnskap omkring dette med radioaktivt nedfall blant folk flest, og i hvert fall blant saubønder. Det endte med

at jeg sammen med en biolog fra Os i Østerdalen, Øystein Emanuelsen som også var saubonde, startet et privat laboratorium, RADiOS miljølaboratorium as, for å måle radioaktivitet i kjøtt, fisk, gras, høy o.l. for private som et tillegg til det som det offentlige sto for.

Den relativt grove inndelingen i soner som ble foretatt i kommunene gjorde at bøndene følte seg usikre. Vi, dvs. RADiOS, ville vite mer, og sammen med Sauavlslaget i Røros startet vi en beitekartlegging basert på ullanalyser. Sauene klippes om våren og høsten. Den ulla som vokser ut om sommeren er påvirket av hva sauene spiser, akkurat som vi med håranalyser på mennesker som kan vise hva vi har vært utsatt for. På den måten gikk det an på en relativt enkel måte å samle inn prøver som ga en noe bedre oversikt over nedfallet i akkurat Røros kommune. I alt var det der ca. 75 gårder med sau i 1986. De var organisert i 5 beitelag. Sauavlslaget sto for innsamling av ull om høsten for levering til ullstasjonen på Tynset. Ved samarbeid med hjelpemannen på ullbilen og med ullstasjonen fikk vi tatt ut tre tilfeldige ullprøver fra hver av 30 buskaper som dekket hele kommunen. Vi analyserte prøvene, og på bakgrunn av resultatene kunne vi lage en oversikt over nedfallet i Røros kommune, basert på sauene som hadde gått ute hele sommeren og beitet. Den viste et ganske komplisert mønster. Noen steder var det nesten ikke målbart innhold av radioaktivt cesium i ulla, mens andre steder spredt i kommunen var det relativt mye. Dette måtte henge sammen med lokale variasjoner i vind og nedbør i april-mai-dagene 1986 og dessuten med snødekket og avrenningen under snøsmeltingen den våren. Det må også henge sammen med jordsmonn og berggrunnen og dermed hva som vokser og beites på i de ulike områdene.

Slike lokale variasjoner vil det være overalt. Ved slaktinga høsten 1986 og de etterfølgende årene ville det betydd enorme kostnader om hver enkelt buskap skulle kontrolleres før det ble avgjort om dyra kunne slaktes direkte eller om de måtte gjennom tiltak. Ulike dyr i en flokk går delvis i ulike områder, og enkelte dyr liker noen vekster bedre enn andre. Det vil alltid være store variasjoner.

Også i 1987 ble Røros frisone, men i 1988 ble kommunen klassifisert som tiltakssone. Dette året hadde vi på gården vår prøvemåling i august på noen sauer vi ble pålagt å sanke hjem. På bakgrunn av resultatet fikk vi 4 ukers nedføring, og resten av kommunen fikk 2 ukers nedføring.

Ullanalysene i 1988 viste høyere verdier enn de to tidligere årene, men mønsteret rundt i Røros kommune var det samme de to foregående årene. Vår gård er den som ligger øverst til venstre på kartet i figuren, markert med helt svart som to andre. Vår buskap var den eneste i Røros som fikk 4 ukers nedføring det året, alle de andre fikk

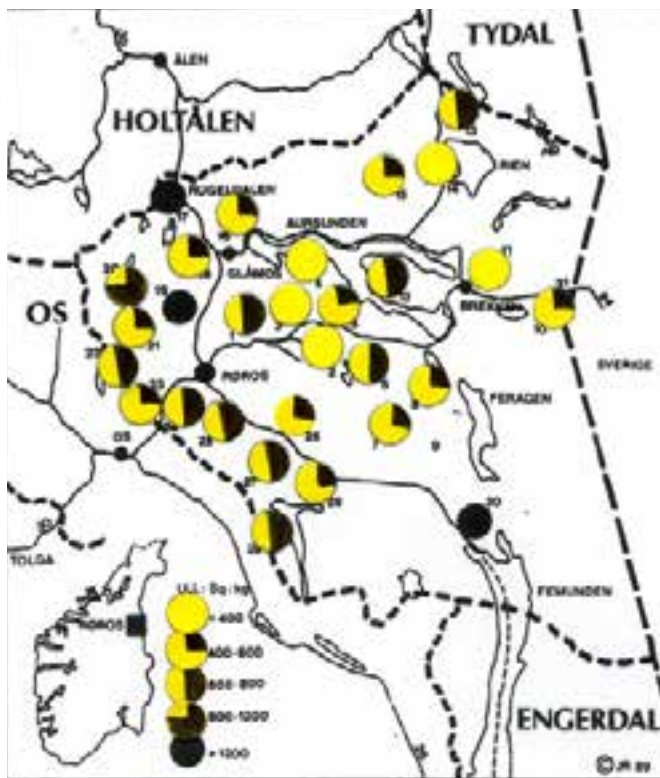


Fig. 2 Beite-ull-analyser Røros kommune 1988

2 ukers nedfôring. RADIOS gjennomførte disse beitekartleggingene i tre år. Slik kartlegging ut fra ull er en relativ kartlegging, dvs. at den sier noe om hvor det er verst og best. Nivået mellom ulike områder ble registrert, men vi kunne ikke si noe om mengden av radioaktive stoffer i kjøttet fra sauene. Vi gjorde noen sammenhørende analyser mellom kjøtt og ull, men det var et meget krevende arbeid som strandet på finansiering.

Nedfôring vil si at sauene i vårt tilfelle måtte beite hjemme på innmark der gras og rapsen hadde svært lite innhold av radioaktive stoffer. Vi hadde nedfôring ett år til på gården vår, men så ble det friske også hos oss. Andre steder i landet har det tatt lengre tid, og som det går fram av innledningen til denne artikkelen, har strålevernmyndighetene fortsatt et overvåkingsprogram. Utvalgte buskaper i de mest belastede områdene blir målt fire ganger i løpet av beitesesongen og dette danner grunnlag for måling av levende dyr i de berørte kommunene. Slik kan myndighetene fastlegge hvilke kommuner som skal være tiltakssoner, hvilke som skal være observasjonssoner og hvilke som skal være frisoner. Resultatene kan gi at det innenfor en kommune blir ulike soner.

Myndighetene kom relativt raskt med tiltaksgrenser for hvor mye radioaktivt cesium det kunne være i matvarer, noe jeg vil komme tilbake til senere. Holder vi oss i første omgang til sau, viser det følgende hvor omfattende virkningene har vært i Norge i årene etter ulykken:

Den første høsten hadde myndighetene ikke oversikt og saukjøtt fra 35 forbudssoner ble holdt tilbake. I januar 1987 ble 2 800 tonn kassert. Etter

neste beitesesong ble bare lite saukjøtt kassert, da en etter hvert fikk erfaringer med ulike typer nedfôringstiltak. Forskning, utprøving og erfaring gjorde at det ikke lenger ble nødvendig å kassere kjøtt og nedfôringstiden kunne også reduseres mange steder, ved at tiltak ble satt i verk ute i berørte beiteområder. I alt er omkring 2 mill. sau nedfôret siden 1986. Det har kostet Staten ca. 250 mill. kr. Hva det totalt har kostet saubøndene i merarbeid og penger er det ingen som har full oversikt over. Mange har måttet hente hjem sauene sine langt tidligere enn normalt. Sau som ikke har kunnet vært levert direkte til slakteriet, men måtte nedfôres først, har spist av det fôret som skulle være vinterfôr for de sauene som skulle leve videre til neste år. Enkelte områder hadde 12 ukers nedfôringstid på det meste. Det betydde at vinteren kunne komme før sauene og lammene var klar for levering til slakteriet, og ikke alle hadde plass til å sette dem inn. Å ha slaktemodne lam gående på fôring i lang tid, reduserer også kvaliteten på kjøttet og dermed prisen bonden får for slaktet sitt. Selv om det blir gitt nedfôringstilskudd, har det likevel betydd mye økonomisk for den enkelte. I 2006 var det 6 kommuner som hadde buskaper med 8 ukers nedfôring. I alt 37 kommuner fordelt på 6 fylker hadde nedfôring i 2006, mens det i 2007 så ut til at ingen skulle få lengre nedfôringstid enn 6 uker. I 2009 var det rekordmange sauer som måtte nedfôres. TV2 meldte 13.10.09 at bare i Oppland var det 28 000 sau på nedfôring. Mange 8 uker.

Hvorfor er radioaktivt nedfall problem for dyr som går på utmarksbeite?

Det radioaktive nedfallet kunne jo ikke se hvor gjerdene gikk? I utmark er det ofte lite av en del viktige næringsstoffer. På innmark gjødsler vi for å sørge for at plantene har tilgang på nok næringsstoffene i jorda. I utmark går det ikke an å gjødsle.

Kalium og kalsium er blant de viktige næringsstoffene planter trenger. Grunnstoffet kalium hører til i samme hovedgruppe som grunnstoffet cesium. Grunnstoffer som står i samme gruppe ligner hverandre kjemisk. Det betyr at dersom det i jorda finnes tilgjengelig cesium, så forsyner plantene seg av dette når det ikke er nok kalium. Tilsvarende gjelder for grunnstoffet kalsium som vi finner i kalk. På innmark kalker vi jorda med jevne mellomrom, i utmark kan det ofte være kalkfattig. Grunnstoffet strontium hører til samme gruppe som kalsium. Dermed vil plantene kunne ta opp strontium som erstatning for kalsium. Og når vi vet at kalsium er viktig både for benbygging og transport i cellene, skjønner vi hvorfor myndighetene er spesielt opptatt av mengden strontium. Heldigvis var var mengden strontium beskjedne i forhold til mengden cesium i nedfallet etter Tsjernobylulykken.

Til å begynne med lå nedfallet fritt på toppen

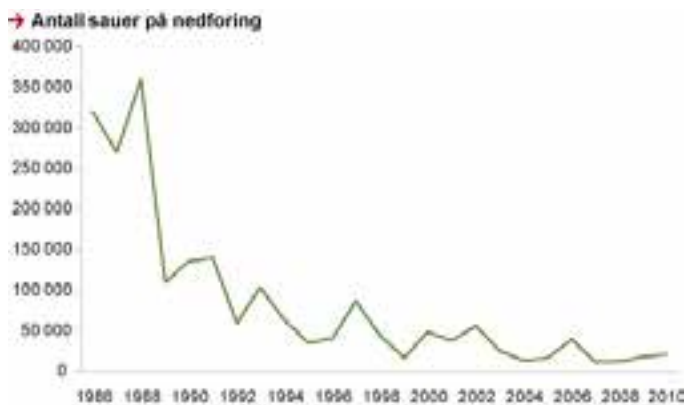


Fig. 3. Antall sauer på nedfôring i Norge. (3)

av jordsmonnet og i vegetasjonen. Sakte er det blitt vasket ned med nedbør. Ulikt jordsmonn binder de radioaktive stoffene i ulik grad. Og det tok lengre tid enn det forskerne hadde regnet med før de radioaktive stoffene var bundet i jorda slik at de ikke lenger var tilgjengelige for plantene. Forskjellige planter har røttene sine ulike dypt og tar dermed opp ulike mengder i samme område. Noe av den radioaktive forurensingen spres også videre gjennom døde planter og dyr, gjennom avføring mm.

Tidligere erfaringer med radioaktiv forurensing var fra prøvesprengingene av atomvåpen i atmosfæren. Selv om det er nærmere 40 år siden prøvene opphørte, går det fortsatt an å finne spor av dette nedfallet ute i naturen vår. Men problemet den gangen var ikke så langvarig for beitedyr. Og nivået av radioaktive stoffer i kjøttet var ikke på noen måte så høyt som det ble etter ulykken i 1986.

Men hvorfor er det noen år flere sau som må nedfôres enn andre år?

Ser en på 1986 og 1987 i tabell 3 kunne en tro at problemet raskt ville forsvinne. Men så i 1988 var jo tallet på antall sau som måtte fôres ned og antall berørte kommuner høyere enn etter den første beitesesongen. Det var i 1988 vi fikk 4 ukers nedfôringstid på gården vår. Hva var forskjellen fra året før? Jo, det året var det soppår!

Sopp lever delvis av døde eller i symbiose med levende planter. De tar opp næring på en helt annen måte enn planter. De forskjellige soppartene tar dessuten opp de radioaktive stoffene ulikt, derfor kan noen arter ha svært høyt innhold mens andre har lavt innhold. Og på samme måte som i figuren over Røros kommune bare i mindre målestokk; samme art sopp kan ha stor forskjell i konsentrasjon bare på få meters avstand fordi nedfallet er så ujevnt fordelt. Enkelte år er det soppår. Sau er svært glad i sopp! De kan spise store mengder, og nivået av radioaktivt cesium i kjøttet blir vesentlig høyere enn i år med lite sopp.

Ut fra figur 3 ser en at det var gode soppår i 1988, 1993, 2001 og 2002. Også 2006 var et relativt godt soppår, noe figur 4 fra Statens Landbruksforvaltning (4) viser:

Enkelte år er det mer sopp i noen deler av landet enn andre. Regn er ikke likt fordelt. Tidlig frost kan, særlig i fjellbygdene, plutselig sette en stopper for det som ser ut til å bli et godt soppår. Derfor har myndighetene samarbeid med bl.a. Nyttevekst- og soppforeningen om å melde fra om soppforekomstene rundt i landet for å være forberedt i forhold til eventuelle tiltak.

For oss mennesker kan det være en trøst at kantarell og rørsopper hører med til dem som tar opp forholdsvis lite radioaktivitet. Rimsopp er av dem som tar opp mye, men det er vel de færreste som bruker mye av denne delikate soppen. Selv hadde jeg dessverre akkurat lært den å kjenne like før 1986. 20 år etter Tsjernobylulykken var det ikke anbefalt å spise mer enn ett måltid rimsopp i året (5).

Andre beitedyr

Reinsdyr har helt andre beitevaner enn andre dyr. Særlig om vinteren, men også resten av året beiter de på lav. Lav har ikke røtter i vanlig forstand, men tar næring og fuktighet direkte fra lufta. Svært mange steder lå rabbene uten snø da Tsjernobylnedfallet kom. Innholdet av radioaktivt cesium i lav i de berørte områdene ble svært høyt, med den følge at innholdet i reinsdyrkjøttet ble svært høyt, over 100 000 Bq/kg enkelte steder. Mye kjøtt måtte kasseres det første året, noe måtte graves ned, annet ble brukt til mink- og revefôr. Og den sørsamiske befolkningen fikk reinsdyrkjøtt fra Finnmark som i svært liten grad var berørt av Tsjernobylulykken.

Innen reindriftsnæringa ble det satt i gang forskning og utprøving av tiltak for å redusere innholdet av radioaktive stoffer i kjøttet. Det ble utviklet måleteknikker som gjorde og fortsatt gjør at all tamrein måles levende i de utsatte områdene for å avgjøre om de kan slaktes direkte eller må fôres ned.

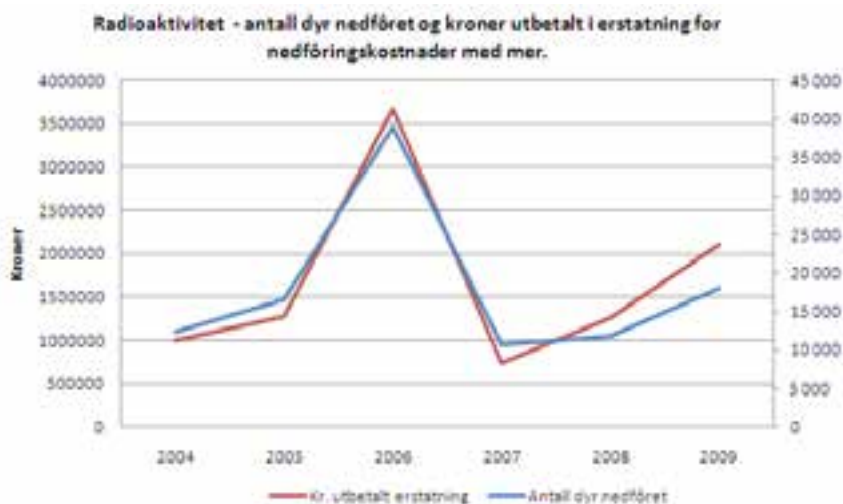


Fig. 4. Antall dyr som ble nedfôret og kostnader som funksjon av tiden.

Delvis har en i enkelte områder forskjøvet tidspunktet for å unngå at reinen går over på mer belastet beite før den blir slaktet. Nedfôring på rent fôr er brukt for rein som for sau. I år med mye sopp merkes det også på rein at konsentrasjonene av radioaktivt cesium stiger i kjøttet. Den radioaktive forurensingen har medført mye ekstraarbeid næringa.

Spesielle saltslikkesteiner og vomtabletter er utviklet og tatt i bruk, både for sau og rein. De inneholder stoffer som binder radioaktivt cesium i magesekken og bringer det ut av kroppen slik at det ikke havner i kjøttet. Det ble også laget spesielt kraftfôr som inneholdt cesiumbindende stoffer.

I hovedsak er det kjøtt fra sau og rein tiltak har rettet seg mot, men også geit og ku på utmarksbeite i enkelte distrikter har vært berørt. Geit har delvis litt andre beitevaner enn sau og ku. Dessuten brukes geitmelka til brunost. Ved ystinga damper vannet i melka bort, og vi får en sterk konsentrering av stoffene. Derfor må innhold av radioaktivt cesium i geitmelka i utgangspunktet være lavt for at det ikke skal bli for høyt i den ferdige osten.

De radioaktive stoffene forurenser selvsagt også beite for ville dyr. Det har vært tatt prøver av de dyra det drives jakt på, for å følge utviklingen.

De radioaktive stoffene havnet for en del direkte i elver og sjøer, og nedbør har ført stoffene fra land ut i elver og innsjøer. I enkelte sjøer i de berørte områdene har forurensingen påvirket dyrelivet og fisken. Nå er noe av nedfallet bundet i bunnslammet, men der lever smådyr som er mat for fisk. Gjennom næringskjeden konsentreres mengden radioaktive stoffer, og det tas fortsatt prøver av fisk for å følge utviklinga enkelte steder.

Helsevirkninger

Så lenge de radioaktive stoffene er utenfor oss og på avstand, skal det høye konsentrasjoner til for at helsa vår påvirkes. Men når vi puster inn luft og drikker og spiser mat som inneholder disse stoffene, får de en helt annen virkning.

Radioaktive stoffer kan sende ut alfa-, beta- og/eller gammastråling. Den energien strålingen gir er stor nok til å gjøre skade på arvestoff og celler. Nedfallet etter Tsjernobylulykken inneholdt

mange ulike radioaktive stoffer, isotoper. I forhold til mat og helse er det isotoper av hovedsaklig 3 grunnstoffer myndighetene bryr seg om: jod, cesium og strontium.

Det var flere radioaktive isotoper av jod i Tsjernobylnedfallet, den vi vanligvis nevner er I-131 med halveringstid på 8 døgn. Den korte halveringstiden gjør at problemet med jod er størst i den første tiden etter en ulykke.

Kroppen kan ikke skille mellom disse isotopene av jod som er radioaktive og den naturlige ikke-radioaktive isotopen som vi er helt avhengige av for stoffskiftet i kroppen vår, styrt fra skjoldbruskkjertelen. Derfor vil radioaktivt jod som vi får inn via lufta vi puster og i melk vi drikker, men også fra andre matvarer vi spiser den første tiden, i hovedsak gå til skjoldbruskkjertelen dersom vi ikke får nok naturlig jod gjennom kosten vår. Dette er også grunnen til at et svært aktuelt tiltak ved en kjernekraftulykke er utdeling av jodtabletter.

Ingen snakket om jod de første dagene etter Tsjernobylulykken i 1986. Ingrid Storholmen skriver i etterordet i sin bok "Tsjernobylfortellinger" (6):

"Da jeg var ti år gammel, eksploderte kjernekraftverket i Tsjernobyl. Det kom store mengder radioaktivt nedfall med vinden fra øst den våren. Jeg vokste opp i et område i Midt-Norge som ble hardt rammet. Vi var tre søstre som var ute og lekte den aprildagen regnet førte med seg Cesium 137. Søstrene mine har måttet fjerne skjoldbruskkjertelen, de har et smykkeformet arr på halsen. (.....)

På Skole nr. 6 som jeg besøkte i nærheten av Kiev, hadde svært mange av ungdommene likedanne arr som mine søstre. Skjoldbruskkjertelen tar opp radioaktivitet, jodtilførsel kunne ha hjulpet, men helsemyndighetene orienterte ikke om dette. Skoleelevene i Ukraina fikk heller ikke slik informasjon."

Tsjernobyl pågår fremdeles, folk blir syke i Ukraina og Hviterussland, men også i Norge. Ennå er jorden kondemnert der, ennå må sau og rein nedfôres her. Nedbrytningstiden for visse radioaktive stoffer er svært lang. Tsjernobyl er en katastrofe som så vidt har begynt."

Om dette med å ha fjernet skjoldbruskkjertelen kommenterer Ingrid Storholmen privat at hun vet



Fig. 5 Kantarell, lavt opptak



Fig. 6 Rimsopp, høyt opptak

det er unormalt mange som har fått den fjernet den på Levanger sykehus og ellers, men det er veldig forskjell på legene, noen mener det kan tilskrives Tsjernobyl, andre er mer skeptiske. Det finnes foreløpig ingen tall som kan vise noe om dette.

Det var to isotoper cesium i nedfallet, Cs-134 og Cs-137. Cs-134 har 2,4 års halveringstid og kan nå knapt registreres. Cs-137 har halveringstid på 30 år. Det vil si at den mengden Cs-137 som falt ned over Norge ennå ikke er halvert. Det betyr at det fortsatt finnes i økosystemet og beveger seg i næringskjedene. Cesium er enkelt å måle på grunn av gammastrålingen det gir. Cesium er kjemisk likt kalium. Det betyr at dersom en får cesium inn via matvarer, blir det tatt opp av kroppen og fraktet ut til alle celler som har bruk for kalium, for eksempel muskelvev.

Det var også strontium i nedfallet. Den radioaktive isotopen strontium-90 har halveringstid på ca 29 år. Den avgir alfastråling og er vanskeligere å måle enn cesium-isotopene. Fordi det var mye mindre strontium sett i forhold til cesium i nedfallet fra Tsjernobyl enn i bombenedfallet i tidligere år, ble det ikke lagt spesiell vekt på det. Med de kostholdsrådene som ble gitt, ble det antatt at mengden strontium ikke var av vesentlig betydning.

Strontium ligner kjemisk på calcium. Det betyr at det går inn alle steder der calcium (en av bestanddelene i kalk) er viktig; i ben, tenner, cellemembraner og annet. Når noen i redsel for radioaktivitet etter ulykken sluttet å gi barna sine melk og i stedet brukte juice uten samtidig å gi kalktabletter for å erstatte kalken, gjorde de bare vondt verre. Kroppen fikk for lite kalk, og om det da hadde vært strontium i melken, ville kroppen tatt opp dette til erstatning.

Det var også en rekke andre radioaktive isotoper i nedfallet etter Tsjernobyl. Med ulike kjemiske egenskaper, ulike strålingstyper og ulike halveringstider.

18. mai 2010 kunne en lese dette i *Aftenposten* og andre aviser i Norge: "Tsjernobyl-nedfall kan ha skadet fostre. Norske ungdommer som ble utsatt for stråling fra Tsjernobyl da de var fostre, scoret dårligere på IQ-tester enn andre ungdommer. De nye funnene er omstridt." Kritikken går bl.a. på at det er en relativt liten gruppe ungdommer som er studert, og valg av kontrollgruppe synes ikke helt sammenlignbar. Foreløpige resultater fra en lignende undersøkelse basert på et stort utvalg svenske ungdommer, kunngjort flere år tidligere, hadde samme konklusjon, men har senere ikke vært omtalt i norske aviser.

I Årsrapporten fra Statens institutt for strålehygiene for 1991 (7) er det et avsnitt om Helsemessige konsekvenser av Tsjernobyl-ulykken. Med de nedførings-tiltak som er gjort og de kostholdsråd som er innført, regner myndighetene med at de har redusert den gjennomsnittelige stråledosen

fra nedfallet til det halve, og for enkelte grupper er den redusert med nærmere 90%. Det er likevel beregnet at ulykken kan medføre 100–500 tilfeller av kreft i den norske befolkningen over en periode på 50 år, og at 80 % av disse vil kunne ha dødelig utgang. Usikkerheten er stor, og sett i forhold til de 17 000 krefttilfellene hvert år i Norge, blir det umulig å si hvilke som eventuelt skyldes ulykken. Det antas videre at opptil 90 tilfeller av alvorlige genetiske skader vil kunne forekomme totalt, men her er usikkerheten enda større. Det ble videre antatt at ca. 1 % av befolkningen hadde psykiske problemer den første tiden etter ulykken.

Om noe av den økte forekomsten av kreft de senere årene kan ha noen sammenheng med Tsjernobyl-nedfallet er det altså svært vanskelig å finne ut av.

I flere rapporter gjennom årene sier Statens strålevern: *"Risikoen for helseskader som følge av Tsjernobyl-ulykken er svært liten. Det er en noe høyere risiko for reindriftssamer eller andre med høyt konsum av reinsdyrkjøtt, vilt og sopp."* (8)

Statens strålevern har foretatt målinger av innhold av radioaktivt cesium i reindriftssamer gjennom en årrekke. Figuren under viser at det er forskjell mellom Finmark og Midt-Norge i hvor fort stoffene er ute igjen av kroppen. I det første tilfellet skyldtes forurensingen bombenedfall, i det andre Tsjernobylulykken. Figuren viser også at det er en vesentlig forskjell mellom innhold hos kvinner og menn.

Tiltaksgrenser og kostholdsråd

Myndighetene kom med tiltaksgrenser relativt raskt, dvs. hvor mye radioaktivt cesium det kunne være per kg i den maten vi spiste. Grensene var den første tiden satt høyere, men i dag gjelder følgende:

Melk og barnemat	370 Bq/kg
Andre matvarer:	600 Bq/kg
	inkl. honning, bær og sopp
Tamrein, vilt og vill ferskvannsfisk:	3000 Bq/kg
	(6000 Bq/kg før 2006)

Grensene er satt slik for at en skal være på den sikre siden. Melk og barnemat har lavere grense enn annen mat, melk fordi det utgjør en viktig del av kostholdet, barnemat fordi barn er mer utsatt enn voksne.

De som har vesentlig del av kosten fra naturen med rein, vilt, villfisk og sopp, har fått egne råd. En tabell angir hvor mye et enkelt måltid kan inneholde og hvor ofte de kan spise mat som er radioaktivt forurenset, ut fra hvor høyt innholdet er. Det er også gitt råd om måter for tilberedning slik at maten skal inneholde minst mulig radioaktive stoffer når en spiser den.

Det første året fikk samene i sør reinkjøtt fra

Finnmark, en landsdel som hadde vesentlig mindre nedfall. Anbefalingene var at ingen skulle spise mat som gjorde at stråledosen ble høyere enn 5 mSv. Det andre året hadde myndighetene fått bedre oversikt over hvordan ulykken hadde rammet og nye kostholdsråd kom. Ingen skulle spise mat som resulterte i en stråledose på mer enn 1 mSv per år.

Samekulturen er viktig, strengere grenser ville ødelagt den sørsamiske kulturen helt. Kostholdsråd, anbefalingene om tilberedning av maten og overvåkning gjennom helkroppsmålinger av utvalgte grupper, har gitt grunnlag for å vurdere om tiltakene har virket. EU har lavere grenser: 600 Bq/kg for alle matvarer. Det har vært diskutert om vår grense på 3000 Bq/kg for en del matvarer skulle

halveres, men de **oppdaterte kostholdsrådene** i Norge fra 04.04.2006 viser at vi holder fast på våre grenser. Og begrunnelsen er: Den jevne nordmann og kvinne spiser så lite vilt og reinkjøtt at det ikke er noe problem. De utsatte gruppene har fått spesielle kostholdsråd.

En artikkel i *Nationen* i 2006 som omhandlet de oppdaterte rådene, sa at det ville ta en mannsalder til om reinkjøttet i de verst rammede områdene i Norge skulle komme ned på EU-grensene. Artikkelen var litt uklar på hva de regnet som en mannsalder, om det var 30 eller 60 år.

Uansett, om vi nå er 25 år etter ulykken, den kommer til å påvirke enkelte gruppe i årtier framover.

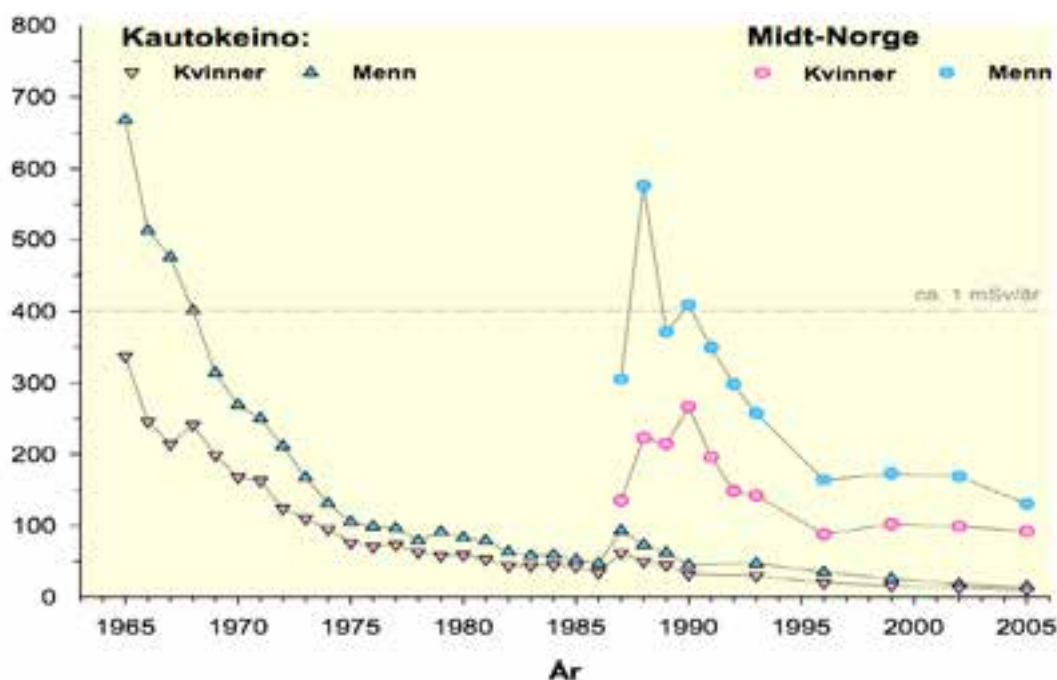


Fig. 7 Helkroppsmåling av radioaktivt cesium-137 i menn og kvinner i Nord-Norge og Midt-Norge som funksjon av tiden. (9)

Litteratur:

Artikkelen er bygd på det arbeid jeg har gjort gjennom 25 år, fig. 2, 5 og 6 er egne.

1. "Femten år siden Tsjernobylulykken - konsekvenser i Norge", *Stråleverninfo* 5:2001
2. "Radioaktivitet og nedføring av sauer", *Stråleverninfo* 8:2011
3. "Radioaktivitet i utmarksbeitende dyr", <http://www.miljostatus.no/Tema/Straling/Radioaktiv-forurensning/>
4. "Erstatning for nedføringskostnader m. m. etter radioaktivitet", mars 2011, www.slf.dep.no
5. "Soppelskere – elsk med forstand", L. Olstad, august 2006, www.forskning.no
6. Ingrid Storholmen, *Tsjernobylfortellinger*, 2010.
7. *Årsrapport 1991*, Statens institutt for strålehygiene
8. "Tsjernobyl-ulykken" <http://www.miljostatus.no/Tema/Straling/Radioaktiv-forurensning/>
9. "Radioaktiv forurensning i reindriftsutøvere", *Stråleverninfo* 13:2005

Opplever sivil atomindustri ein renessanse i dag?

Innleiing

Dagens omtale av atomkraft både i media, mellom ekspertar og til og med i miljøorganisasjonar går ut på at sivil atomkraft opplever ein renessanse og at vi ikkje kan klare oss utan denne energien for å kjempe mot klimaendringane og for å vedlikehalde og forbetre livskvaliteten vår. Sidan det er godt kjent at den fissile uranisotopen U-235 i det vanlegaste drivstoff i dagens atomkraftverk, tek til å minke, blir plutonium (Pu) og thorium (Th) lansert som drivstoff ein må satse på i framtida. Dette skreiv eg i 2010. Året etter skjedde ulukka i Fukushima og synet på atomkraft har brått endra seg. Men International Atomic Energy Agency (IAEA) som er den viktigaste pådrivaren for internasjonal sivil atomkraft hevdar likevel at sjølv om dette var ei alvorleg ulukke kan vi ikkje klare oss utan atomkraft i framtida. Men teknologien må forbeistrast og reaktorane må bli sikrare.

Både Alvin Weinberg, den første direktøren i Oak Ridge-anlegget i USA, som sa at uran i fjellet var ei uuttømmeleg energikjelde, nok til å berge menneska i hundrevis av millionar år, og leiaren av Atomic Energy Commiccion (AEC), Lewis Strauss, som sa at atomstraumen ville bli for billeg til å måle, tok feil. (1) Dette sa dei på 1950-talet og dei tok dermed for gitt at omdanning av U-238 til plutonium, gjenvinning av plutonium frå brukt atombrensel og bruk av plutoniumbrensel i formeiringsreaktorar eller bruk av thoriumbrensel, var framtida til atomindustrien. Dette har gjennom dei seksti år som har gått enno ikkje lukkast å få til kommersielt. Det har vore satsa enormt på forskning og utvikling. Omtrent 10 land har bygd små og store pilot formeiringsreaktorar

med plutonium som brennstoff men resultatet har vore lite straum, store kapitalutgifter, ulukker og uhell. Flaggskipet i denne flåten var Super Phoenix i Frankrike som slutta å produsere straum i 1998 og vart stengd for godt i all stillheit i 2009.

Så har vi hatt ein periode på eit par tiår med MOX-brensel. Det er ei blanding av plutonium- og uranoksid som kan brukast i ombygde lettvassreaktorar. Det har vore ein måte å bli kvitt litt av alt det sivile plutonium som var tenkt til formeiringsreaktorane, og har blitt lansert som både økonomisk og ressurs-sparande. Men det har vist seg at det er dyrare enn å bruke uranbrennstoffet i berre ein gjennomgang utan gjenvinning. I tillegg utnyttar ein berre omtrent ein prosent meir av energien i uranet ved å bruke MOX-brensel. Dessutan fører MOX-bruken til større mengder farlegare avfall som krev meir energi til kjøling over lenger tid samanlikna med uranbrensel. Det medfører også store risikoar for ulukker og spreining av våpenmateriale under produksjon, lagring og transport. Dei landa som produserer MOX har problem med anlegga sine og kundekretsen har minka dei siste åra. MOX brensel blir produsert både i Sellafield i Storbritannia og i La Hague i Frankrike.

Thorium som brensel har det vore forska på sidan starten av atomalderen, og det har vore bygd pilotanlegg i mange land. Men ingen kommersiell thoriumreaktor har blitt konstruert. Dei to mest moderne reaktorane i verda som er under bygging i Frankrike og Finland skal ikkje bruke thorium som brensel. European Pressurized Water Reactor (EPR) er ein såkalla 3+-reaktor, på ein skala frå 1 til 4,

som har blitt knytt til håpet om ein renessanse for atomindustrien. Så langt har det ikkje gått bra med EPR. Byggetida har blitt overskriden med over tre år og budsjettet har blitt fordobla. Reaktoren har fått tilnamnet "European Problem Reactor". Generasjon 4-reaktoren som skal oppfylle alle krav til økonomi, tryggleik, minimum avfall og lang levetid, skal byggast i Frankrike i form av pilotprosjektet ASTRID. I den er det heller ikkje satsa primært på thorium i brenselet. Det er ein formeiringsreaktor som er mykje meir komplisert enn Super Phoenix og som etter planane skal takast i bruk kommersielt om 20 år.

Atomindustrien har vore utsett for kraftig kritikk som kan samlast i fire hovudpunkt: uøkonomisk, avfallsproblem, ulukker og spreing av atomvåpen. Arkitektane bak generasjon 4-reaktorane hevdar at dei skal løyse alle desse problema. Men atomindustrien har gjennom heile si historie hatt ein tendens til å presentere seg sjølv utifrå det dei planlegg, ønskjer og trur dei skal få til i framtida, og ikkje utifrå røyndomen og problema i dag.

Dagens slagord og mantra om kjernekraft er at det problematiske atomavfallet frå brukt kjernebrensel ikkje er eit problem lenger, men ein ressurs til ny energiproduksjon. Dermed er også avfallsproblemet løyst. Særleg i Frankrike påstår dei å ha løyst dette problemet. I denne artikkelen vil eg vise at dette slagordet høyrer til i same gruppe falske løfte som lova at atomenergi ville bli for billeg til å måle. Og det som blir lova om framtida er like lite truverdig som det som vart sagt om formeiringsreaktoren på 70-talet. Konklusjonen må bli: Atomindustrien opplever ikkje ein renessanse i dag. (1,2)

Fissile og fertile materiale

I midten av 1930 åra klarte forskarane å lage kunstige radioaktive atom. Den naturlege radioaktiviteten var oppdaga, og dei hadde utvikla utstyr for å akselerere proton og alfapartiklar frå naturlege radioaktive kjelder slik at dei fekk stor fart. Desse partiklane vart så brukte til å bombardere stabile atom. Det førte ofte til danning av nye isotopar som ikkje fanst i naturen, der nokre av dei var radioaktive. Då nøytronet blei oppdaga i 1934 vart det brukt til slike forsøk og talet på kunstige radioaktive isotopar steig raskt. Nøytronet har ikkje elektrisk ladning og blir derfor ikkje påverka av det elektriske feltet som omgir atomkjernen og treng lett inn i kjernen det blir sendt mot. I desse forsøka vart det oppdaga eit nytt fenomen. Nokre av dei tyngste atoma delte seg omtrent på midten når eit nøytron vart fanga inn samstundes som det vart frigjeve store mengder energi. Dette blir kalla fisjon og er grunnlaget for dagens atomkraftreaktorar og atombomber. Dei stoffa som har denne eigenskapen blir kalla fissile. Uranisotopane U-235, U-233 og

plutoniumisotopane Pu-239, Pu-241 og Pu-242 er fissile, men av desse er det berre U-235 som førekjem i naturen i slike mengder at det kan utvinnast. U-235 utgjør 0,71 prosent av natururan i vekt. Dei andre fissile isotopane finn ein berre spor av.

Materiale som ikkje er fissilt, men kan omdannast til fissilt materiale ved bestråling med nøytron (transmutasjon) blir kalla fertile materiale. Dei viktigaste fertile material som finst i naturen er uranisotopen U-238 og thoriumisotopen Th-232. U-238 blir ved å oppta eit nøytron omdanna til Pu-239 som er fissilt og Th-232 blir på same måten omdanna til den fissile isotopen U-233.

Då dette vart oppdaga på slutten av 1930 talet, var det krig og det vart nokså snart fokusert på at denne enorme energien kunne brukast til å utvikle eit supervåpen. Det var to stoff i naturen som kunne brukast som råstoff, uran og thorium. I starten vart begge brukt. Fordelen med thorium som brensel i eit atomkraftverk var at det fanst i mykje større mengder enn uran, og at ein ikkje fekk dei sterkt radioaktive og langleva plutonium-isotopane i avfallet. Men sidan det var våpen dei konsentrerte seg om var det nettopp den fissile isotopen Pu-239 dei ønska å produsere. Heilt frå starten vart det planlagt å lage to ulike typar atomvåpen, ein type av uran med stor konsentrasjon av isotopen U-235 (høganrika uran HEU) og den andre av isotopen Pu-239 som blir til inne i reaktoren ved at U-238 fangar inn eit proton. Det betydde at dei måtte bygge militære anrikingsanlegg for å produsere HEU, og militære gjenvinningsanlegg for brukt kjernebrensel for å separere ut plutonium.

Den første uranreaktoren blei sett i gang i desember 1942 i Chicago i USA. Det vart bygd mange ulike typar atomreaktorar i 50-åra. Calder Hall i Storbritannia vart teken i bruk i 1956 og i Obninsk i Sovjet gjekk den første atomreaktoren på nettet alt i 1954. Dei første reaktorane var militære og produserte plutonium til atomvåpen i tillegg til at nokre av dei også produserte litt straum til nettet. Etter kvart kom det fleire og fleire reaktorar som primært produserte straum og det vart i dei fleste land eit skarpt skilje mellom sivile og militære reaktorar. I Sovjet hadde dei ikkje dette skilje, og til dømes Tsjernobyl-reaktorane vart bygde for både å skaffe plutonium til Sovjet sitt atomvåpenprogram og straum til nettet.

I 60- og 70-åra var utviklinga av thorium i atombrensel av stor interesse over heile verda. Det synta seg at thorium kunne brukast i nesten alle typar av eksisterande reaktorar. Mange forsøksreaktorar vart bygde for å prøve dette ut i Tyskland, USA, Canada og India. Men dei fleste av desse programma vart avslutta i 1980-åra. Unnataket er India som har utvikla og brukt thorium i atombrensel heile tida, men også her i små pilotprosjekt. Årsaka til at det brått vart slutt på bruken av thorium elles i verda

THE URANIUM CYCLE

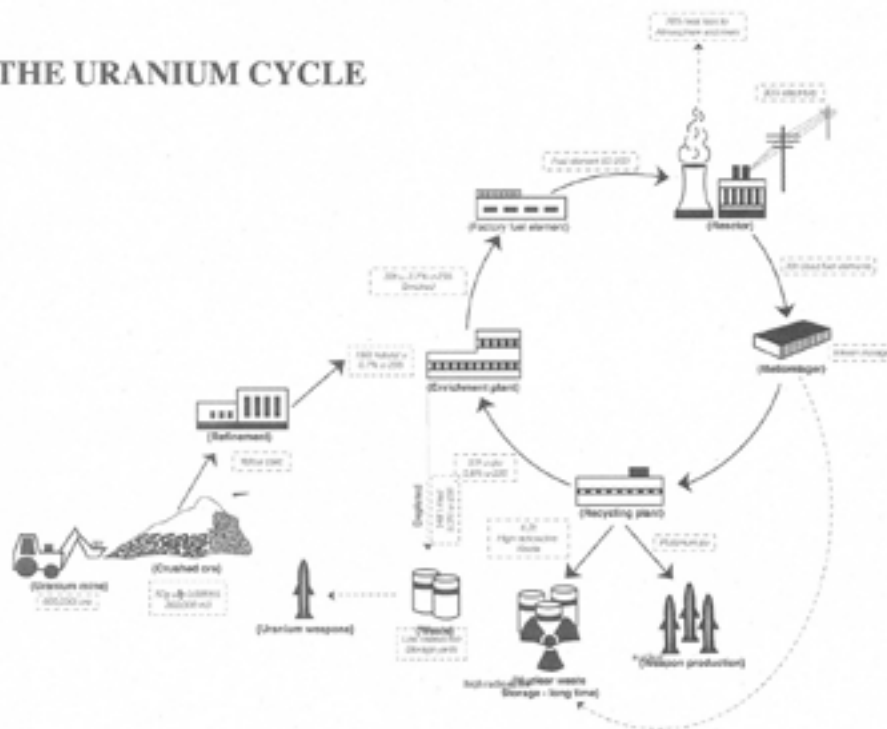


Fig 1

er nok samansett, men det viktigaste var store problem med framstillinga av thoriumbrennstoffet og at brennstoffsyklusen til thorium ikkje kunne konkurrere økonomisk med den meir kjende og brukte uransyklusen. Då sivil atomkraft voks fram bygde dei vidare på alle dei anlegga og teknologiane den militære atomindustrien hadde utvikla, og som brukte uran som ressurs. I dag opplever atomkraft ein renessanse, blir det hevda, og thorium har blitt lansert som noko nytt, som det altså ikkje er. (2)

Fisjonsenergi brukt til atomkraft

I dei mest vanlege atomreaktorar er det anrika uran i form av uranoksid som blir brukt som brennstoff. Natururan er anrika slik at den fissile isotopen U-235 utgjør omkring tre prosent. Det blir kalla brennstoff sjølv om dette ikkje er nokon kjemisk forbrenning. Energien kjem frå kjernespaltinga når isotopen U-235 blir treft av eit nøytron. I tillegg til to spaltingsprodukt blir det frigitt energi og to-tre nye nøytron. Spaltinga kan skje på mange ulike måtar og ein kjenner 200 ulike spaltingsprodukt frå uran som alle er radioaktive. Nøytrona blir sendt ut med stor fart og for at dei skal bli innfanga av nye fissile uranisotopar må farten bremsast ned. Til dette blir det brukt ein moderator som kan vere vatn, tungtvatn eller grafitt. Når nøytrona kolliderer med atoma i moderatoren taper dei energi og endar med å vere i termisk balanse med atoma omkring. Ein slik reaktor blir kalla termisk. Med tungtvatn som moderator går det an å få til fisjon i natururan sidan dei tunge kjernane i tungtvatn ikkje så lett trekk til seg nøytron. For å setje denne prosessen i gang blir det brukt ei nøytronkjelde som sender ut første generasjon

med nøytron. Seinare er det viktig at kvar generasjon med nøytron treff like mange fissile atomkjernar som dei blir sendt ut frå. Då seier ein at reaktoren er kritisk. Nokre nøytron blir fanga inn av U-238 som dermed blir omdanna til plutonium (Pu-239) og andre transuran. Nokre blir sendt ut av reaktoren, eller fanga opp av materialet som omgir kjernen og fører til danning av radioaktive aktiveringsprodukt som til dømes Co-60. Nøytronstraumen blir regulert med stenger som inneheld stoff som absorberer nøytron. Desse inneheld bor eller kadmium og kan skyvast inn eller trekkast ut mellom stengene med brennstoff. Pu-239 er fissilt og blir spalta når det blir treft av nøytron. Noko av det nyskapte

plutoniumet bidreg dermed til energiproduksjonen i ein slik reaktor med opptil 30 prosent. Etter ei tid må brenselstengene skiftast ut. Då inneheld dei omkring 96 prosent uran der innhaldet av U-235 har gått ned frå tre til omkring 0,8 prosent. Vidare inneheld dei ein prosent Pu-239 og tre prosent radioaktive fisjonsprodukt som strontium (Sr-90), cesium (Cs-137) og jod (I-131). Desse isotopane vart godt kjende etter Tsjernobylulukka. For å få tak i plutoniumet som er produsert og som kan brukast som brennstoff i andre typar reaktorar, eller til atombomber, må stoffa i dei brukte brennstavane separerast ved kjemiske reaksjonar i eit gjenvinningsanlegg.

Hurtige reaktorar

Pu-239 gir fisjon med hurtige nøytron. Derfor trengst det ingen moderator i ein slik reaktor og U-238 kan brukast som utgangspunkt for å lage brennstoff. I naturen finst det 140 gonger så mykje U-238 som U-235. Gunnar Randers, som var ein føregangsmann når det gjaldt å utvikle atomkraft i Norge, skreiv i 1968: "Kan vi forsyne oss med strøm i 200 år med U-235 har vi nok til 28 000 år ved å bruke U-238." Han skreiv vidare at ved å ta i bruk thorium, som kan nyttast både i termiske og hurtige reaktorar, har vi berga verda frå energidøden for omtrent dei neste 50.000 år. På 50- og 60-talet rekna mange med at den hurtige reaktoren på lenger sikt skulle overta for den termiske.(3)

Fusjonsenergi

Ved å smelte saman to lette atomkjernar (til dømes hydrogen) til ein tyngre (til dømes helium)

blir det frigjort store mengder energi. Dette blir kalla fusjon og det er den prosessen som skjer på sola. Fusjon krev temperaturar på fleire millionar grader og hittil har ein ikkje klart å oppnå kontrollert fusjon der ein produserer meir energi enn ein brukar. Fusjonsforskinga har likevel mange ivrige tilhengjarar som set si lit til at dette er framtidens energikjelde. Det har vore forska på dette i over 50 år. ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) er eit internasjonalt forskingsprosjekt som byggjer verdest største og mest avanserte forskingsanlegg for å få til ein fusjonsreaksjon som gir meir energi ut enn det ein puttar inn for å få reaksjonen i gang, noko som ikkje har vore mogeleg ved tidligare forsøk. Anlegget ligg i Cadarache i Frankrike og bygginga tok til i 2008. Medlemmene i dette internasjonale prosjektet er EU, Japan, Kina, USA, Sør-Korea, India og Russland. EU betaler 45 prosent av kostnadane og dei andre ni prosent kvar. Den første kommersielle fusjonsreaktoren DEMO er alt planlagt å følgje etter ITER. Greenpeace kallar dette ein dyr og meningslaus stupiditet. ITER skal koste 10 milliardar Euro utan å produsere noko straum, men i staden bruke store mengder energi for å starte. Ingen reknar med at fusjon kan takast i bruk til straumproduksjon før langt inn i framtida, om ein i det heile får det til.

I første generasjons atombomber brukar dei isotopane U-235 og Pu-239. Bombene får slik masse og volum at kjedereaksjonen frå fisjon utviklar seg eksplosivt. Ved starten av fisjonen er massen overkritisk. I reaktoren er massen av det fissionable stoffet underkritisk eller kritisk. I hydrogenbomba blir ei fisjonsbombe brukt til å starte fusjon i hydrogengass som er plassert omkring bomba. (2)

Uran og thorium ressurser

Thorium finst i rikelege mengder i fjell og jord, i gjennomsnitt omkring 12g/tonn. Det finst omtrent tre gonger så mykje thorium som uran. Thorium er godt spreidd over planetens overflate men dei største resursane finn ein i Australia, India, USA, Norge, Canada. I ein OECD/NEA-rapport frå 1977 er verdas kjende thoriumressursar oppgitt til 490.000 tonn med ein reserve på 830.000, til ein utvinningspris på under 20 USD/kg. Rapporten hevdar at truleg er store deler av verdas reserver ikkje påviste. Dei kjende norske resursane på 130.000 tonn er ikkje med. Det kan skuldast at dei fell utanfor kostnadsramma. Den norske thorium- rapporten frå 2008 seier at Norge har potensielle thoriumressursar i Vestfold, Nordland, Trøndelag, Telemark og Agder. Fenfeltet i Telemark er lovande, men dårleg undersøkt. Dei anbefaler nye granskingar for å avgjere om nokon av desse områda inneheld thoriumressursar som kan utnyttast. (4)

Dei totale ressurser av uran er delt opp i to grupper. Den første gruppa inneheld kjende mineraldeponi av ein slik størrelse at dei kan utvinnast innanfor dagens teknologi og kostnad.

Den andre gruppa inneheld uran som er vanskeleg tilgjengeleg og dårleg kartlagd. Land som er ekstra rike på uran er Australia, Kazakhstan, Canada, USA, Sør-Afrika, Namibia, Brasil og Namibia. (4)

Ulike måtar å gruppere typar av atomkraftverk på

Atomkraftverk kan delast inn i to hovudgrupper. Den eine gruppa omfattar dei aller fleste reaktorane som er i bruk i dag og er kjenneteikna ved at dei forbrukar det brennstoffet det blir tilført. Den andre gruppa som hittil er på forsøksstadiet og på teiknebrettet produserer meir brennstoff enn det dei blir starta med, dei såkalla formeiringsreaktorane. Det finst to typar, termiske og hurtige. Hurtige nøytron er nøytron slik dei kjem frå fisjonen og termiske nøytron er nøytron som er bremsa opp og er i termisk likevekt med ein moderator. Atomreaktorane har òg blitt delt inn i tre grupper, vasskjølte, gasskjølte og formeiringsreaktorar.

Den mest brukte måten å dele inn dei ulike typane av reaktorar på er likevel å gi dei namn etter kva slags stoff som blir brukt til moderator og kjølemiddel, eller ved hjelp av andre kjenneteikn. På engelsk får dei då desse namna og forkortingane:

Magnox (MAGNesium nonOXidizing, engelsk gasskjølt reaktor)
 AGR (Advanced Gas-cooled Reactor)
 HTGR (High Temperature Gas-cooled Reactor)
 PWR (Pressurized Water Reactor)
 BWR (Boiling Water Reactor)
 SGHWR (Steam Generating Heavy Water Reactor)
 PHWR (Pressurized Heavy Water Reactor)
 CANDU (CANada Deuterium Uranium)
 LMFR (Liquid Metal Fast Breeder Reactor)
 GCR (Gas Cooled Reactor)
 LWGR (Light Water cooled Gas Reactor)
 RBMK (Reaktor Bolshoy Moschnosti Kanalniy, på russisk)
 FBR (Fast Breeder Reactor)
 LMFR (Liquid Metal Fast Breeder Reactor)
 VVER (Russisk lettvasreaktor)
 ADS (Accelerator Driven System)
 MSRE (Molten Salt Reactor Experiment)
 AHWR (Advanced Heavy Water Reactor)
 LWBR (Light Water Breeder Reactor)
 CHTR (Compact High Temperature Reactor)
 GFR (Gas-cooled Fast Reactor)
 LFR (Lead-cooled Fast Reactor)
 MSR (Molten Salt Reactor)
 SCWR (Super Critical Water-cooled Reactor)
 SFR (Sodium –cooled Fast Reactor)
 VHTR (Very High Temperature gas Reactor)
 EPR (European Pressurized water Reactor)
 ASTRID (Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration)

I november 2010 var det 441 kraftproduserande reaktorar i drift i 30 land. Det er planlagt 148 nye og 58 er under konstruksjon. Det er også forslag om 331 til. Dette er tal frå Nuclear World si webside. Andre kjelder opererer med litt lågare tal, spesielt for nye planar. I tillegg til dette har 56 land til saman 250 forskingsreaktorar og det finst 140 reaktorar på militære undervassbåtar og skip. Russland har ein flåte på seks store atomdrivne isbrytarar og eit stort fraktskip. Dei byggjer eit flytande atomkraftverk til bruk i avsidesliggende område. PWR er den mest vanlege typen av kraftproduserande reaktorar. Av den finst det i dag 265. På andre plass kjem BWR med 94 reaktorar og på tredjeplass PHWR/CANDU med 44. Resten er fordelt på dei andre reaktortypene. (5,6)

Lettvassreaktoren

Av denne finst det to typar, BWR og PWR. **BWR (kokvassreaktor):** Varmerutviklinga i reaktorkjernen blir regulert ved hjelp av kontrollstavane som blir førde inn mellom brenselselementa. Vatnet i reaktoren blir pumpa opp gjennom kjernen og blir varma opp av fisjonane i U-235 i brenselselementa til omkring 280 grader. Vatnet kokar og dampen blir leia direkte til turbinen som driv ein generator. Dette vatnet inneheld tritium H-3 og litt fisjonsprodukt og ureinheit i vatnet som har blitt radioaktivt. Etter at dampen har passert turbinen blir han kondensert til vatn og blir pumpa tilbake til reaktoren. Vatnet i denne lukka kretsen blir reinsa gjennom eit filter og filtermassen er ein del av det radioaktive avfallet.

Kondensatoren består av ein stor tank som inneheld mange røyr som, blir gjennomstrøymde av kaldt vatn. Dette kjølevatnet blir henta frå nærliggande hav, innsjø eller elv. Det blir under

normal drift med konsesjon slept ut igjen som svakt radioaktivt og fører til lokal oppvarming og forureining.

Alle atomkraftverk har daglege utslepp av radioaktive stoff til luft og vatn. Dette er isotopar av hydrogen, karbon, strontium, jod, cesium, plutonium, krypton, argon og xenon. Desse stoffa breier seg i lufta og fell ned i vatn og jord. Nokon av dei blir opptekne i organismar og konsentrerer seg gjennom næringskjeda. Eksempel på vanleg utslepp frå eitt atomkraftverk i eitt år som er godkjent av styresmaktene er: Ein billion Bq edelgassar og karbon, 50 billionar Bq tritium, 30 milliardar Bq støv og 10 milliardar Bq jod.

Kontrollstavane inneheld bor som er eit nøytron-absorberande materiale. Regulering av effekten til reaktoren kan utførast ved å skyve kjølevatnet. Til bruk ved uhell er det eit reservesystem som kan pumpe ei løysing med eit sterkt nøytron-absorberande materiale, ofte bor, direkte ut i kjølevatnet.

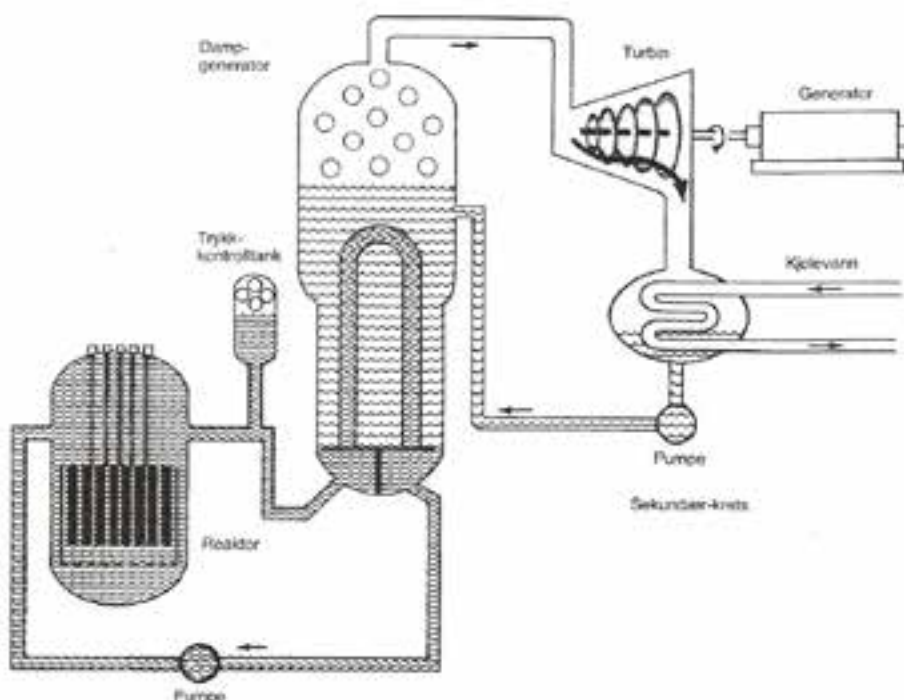
Trykkvassreaktor (PWR) (se figur 2) har to lukka kjølekretsar, primærkretsen med reaktoren og sekundærkretsen med turbin og kondensator. Vatnet som passerer kjernen blir varma opp til 320 grader, men kokar ikkje på grunn av høgt trykk. Det blir ført vidare til damp-generatoren der det blir produsert damp i sekundærkretsen. Både PWR og BWR har ein verknadsgrad på opp til 34 prosent. Resten er varmetap. I begge typane blir mellom 1/3 og 1/4 av brenselstavane bytta ut kvart år. Då er dei høgradioaktive og må lagrast ved reaktoren under avkjøling nokre år før dei blir sende vidare til gjenvinning eller mellomlagring. Dei brukte

brenselstavane inneheld fisjonsprodukt, transuran og utarma uran (DU). Eit deponi eller endelager for brukt kjernebrensel finst enno ikkje i noko land (2011). Reaktorane er innebygde i ein gasstett bygning, som er bygd av betong og stål.

Gasskjølte reaktorar: Magnox og AGR

Magnox-reaktoren vart utvikla i Storbritannia først på 1950-talet for å produsere plutonium til det nasjonale atomvåpenprogrammet. Dette er ein reaktor som brukar karbondioksid til kjølemiddel, grafitt til moderator og natururan til brennstoff. Namnet skriv seg frå den legeringa av magnesium

Fig 2. Trykkvassreaktor PWR



som blir brukt i brennstoffrøya. Det vart bygd 11 stasjonar med i alt 16 reaktorar i Storbritannia. Våpenggrad plutonium vart teken ut frå reaktorane to gonger i året. Dei eksporterte slike reaktorar til Japan og Italia. Nord-Korea utvikla eigne Magnox-reaktorar etter britisk design. Den første Magnox i Calder Hall var i 1956 verdas første atomreaktor som genererte straum i industriell skala. Frå 1964 vart Magnox-reaktorane for det meste brukte til å produsere straum, men det var først i april 1995 at den britiske regjeringa annonserte at produksjonen av plutonium hadde slutta. Miljørørsla har kjempa mot desse reaktorane i alle år og påstår at dei er usikre. I dag er det berre to stasjonar som ikkje er stengde. I Frankrike hadde dei ein liknande reaktortype dei første åra som heiter UNGG. Magnox-reaktorane vart i Storbritannia erstatta med Advanced Gas cooled Reactor (AGR). Magnox-legeringa er her bytt ut med stål og kan dermed operere ved ein høgare temperatur. AGR har større effekt enn Magnox og brukar anrika uran som brensel. I dag har dei sju stasjonar med to AGR-reaktorar på kvar.

CANDU

Dette er ein reaktor som vart utvikla i Canada på slutten av 50-talet. Alle dei 17 reaktorane i Canada er av denne typen. Det er ein reaktor som brukar tungtvatn som moderator og natururan som brennstoff. Canada har bygd slike reaktorar i mange andre land. I India er det i dag i bruk 13 CANDU-etterlikningar som vart utvikla frå CANDU etter at India detonerte ei atombombe i 1974 og Canada stoppa samarbeidet med India.

ADS

Eit akseleratordrive system er ein subkritisk reaktor som ikkje kan halde ein kjedereaksjon gåande aleine. Reaktoren kan berre gå dersom nøytron blir tilførde utanfrå. Dette skjer ved å bruke ein lineær akselerator eller ein syklotron. Mest kjend er Carlo Rubbia sitt prosjekt som blir kalla Energy Amplifier (EA) og som hittil ikkje har blitt prøvd ut. Reaktoren består av to tankar utanpå kvarandre. Den innte er fylt med smelta bly og reaktorkjernen av thorium er plassert i den ytre. Protonakseleratoren som er plassert på utsida sender ein stråle av proton med høg energi mot behaldaren med bly som fører til at det blir produsert omkring 30 nøytron for kvart proton. Når nøytrona treff thorium Th-232 i brenselet i kjernen blir det danna U-233 som er fissilt. På den måte blir det produsert brennstoff til reaktoren frå det ikkje-fissile, fertile materiale thorium. Denne reaktoren skal kunne produsere ein effekt på 675 MWe der 30 MWe går til å drive akseleratoren. Når akseleratoren blir slått av, stansar reaktoren. Det blir hevda at denne reaktoren er sikker mot kjernenedsmelting. Det brukte brenselet vil ikkje innehalde isotopar av plutonium men U-233, som

også kan brukast til atomvåpen. Det blir hevda at Th/U-233-brensel er lettare for eventuelle terroristar å få tak i enn plutonium-brensel er. Den norske thoriumrapporten endar likevel opp med å anbefale same type tryggleikstiltak for begge typar brensel. Denne reaktortypen er rekna for å vere ekstra dyr å konstruere og eksisterer enno berre i teorien.

MSRE

I denne avanserte formeiringsreaktoren sirkulerer brennstoffet i smelta salt utan noko ytre kjølesystem for kjernen. Den primære kretsen går gjennom ein varmevekslar som overfører fisjonsvarmen til ein sekundær saltkrets for stimproduksjon. Denne reaktortypen vart utvikla i USA på 60-talet og nokre små prototypar var i drift nokre år på slutten av 60-talet. Det som gjer dette aktuelt no er at India prøver å utvikle denne reaktortypen for thorium.

Formeiringsreaktoren: FBR og LHFBR

Formeiringsreaktorar kan vere både termiske og hurtige. Ved å bruke plutonium som brensel i hurtige reaktorar er det mogeleg å produsere meir fissilt materiale enn det som blir brukt. Slike reaktorar blir kalla formeiringsreaktorar (eller breeder). Brenselet i desse reaktorane er ei blanding av uranoksid og plutoniumoksid. Rundt kjernen blir det plassert eit lag med natururan eller utarma uran. Dette blir etter kvart omdanna til Pu-239. Som kjølemiddel blir det brukt flytande natrium. I ein lettvasreaktor blir berre ein prosent av den totale spaltingsenergien i uranet utnytta. I ein formeiringsreaktor derimot vil ein kunne utnytte 60 til 80 prosent av denne energien. Ikkje rart at det har vore satsa så sterkt på å utvikle denne reaktoren. Heilt sidan starten på 70-talet har det vore bygd pilot-prosjekt i Sovjet, Frankrike, Storbritannia, Tyskland, Japan og USA. Den første kommersielle formeiringsreaktoren i verda, Super Phoenix vart bygd i Frankrike i Creys-Marville. Reaktoren blei ein økonomisk katastrofe. Han var plaga med tekniske problem og ei lang rekke med uhell og produserte berre litt elektrisitet i seks av dei 12 åra han opererte. Flytande natrium eksploderer dersom det kjem i kontakt med luft og vatn og natriumlekkasje har vore eit stort problem i denne reaktortypen. Det er rekna ut at Super Phoenix hadde produsert straum til 1,35 euro/kWh. I 1998 ga Frankrike opp breeder-programmet sitt.

RBMK (Tsjernobylreaktoren)

Dette er ein reaktor som vart utvikla og bygd i Sovjet i 1950-åra. Han vart bygd for å produsere både straum og våpenplutonium. Reaktoren nyttar lettvatn til kjøling og grafitt til moderator og kan dermed bruke natururan til brensel. Dermed trengst ikkje anrikingsanlegg og produksjon av tungt vatn.

Reaktorane er ikkje innebygde i ein tett bygning som hindrar spreiding av stråling i tilfelle ulukker. Reaktorane vart konstruerte slik for at brukte brennstavar kan fjernast ofte ved hjelp av ein kran på toppen av reaktoren utan at han må stoppast. Dette var viktig for å få tak i plutonium til våpen som ikkje inneheldt for mange andre plutoniumisotopar enn Pu-239. RBMK-reaktorane vart moderniserte med tanke på tryggleik etter Tsjernobylulukka. Av dei 17 RBMK som vart bygde i Sovjet er, forutan den øydelagde Tsjernobyl 4, også reaktor 1, 2 og 3 i Tsjernobyl stengde. Tsjernobyl 5 og 6 som var under konstruksjon vart stoppa etter ulukka. Begge reaktorane i Ignalina i Litauen er og stengde. Russland er i dag det einaste landet som brukar denne typen reaktorar. Dei har fire i St. Petersburg, tre i Smolensk og fire i Kursk. Kursk 5 er under konstruksjon.(1, 4)

Dei norske reaktorane

Norge fekk sin første forskingsreaktor på Kjeller i 1951 og den andre i Halden i 1958. I dei åra var vi pionerar på atomforskning og heilt opp til 1980 brukte vi meir midlar til forskning og utvikling innan atomenergi enn alle andre energikjelder til saman. I dag opererer IFE (Institutt for Energiteknikk) to gamle forskingsreaktorar. Dei brukar tungtvatn til både moderator og kjølemiddel. Halden-reaktoren har ein effekt på 20 MWt og Kjeller 2 MWt. IFE sitt mandat er mellom anna å utføre forskning og utviklingsarbeid innan atomteknologi. I Halden er uranet i brenselet anrika til 13 prosent. Av alt radioaktivt avfall som blir danna i Norge kjem 60 prosent frå denne reaktoren. Kjernen består av mellom 90 og 120 element, med eit varierende tal testelement (i eit typisk år 30 til 35). Halden-reaktoren testar ulike typar brensel, som MOX og thorium, for den internasjonale atomindustrien. Også på Kjeller har dei testa atombrensel, til dømes frå Sellafield. Norge er eit ikkje-atomland som har Stortingsvedtak på at det ikkje skal byggast atomkraftverk. Likevel blir norske skattepengar brukte på dyr atomforskning og på å utvikle og støtte atomenergi i andre land.(5,7)

Thorium

Grunnen til at thorium har dukka opp i dag som noko nytt og aktuelt er at atomindustrien har teke utfordringa frå klimadebatten. Dei hevdar å kunne produsere straum med små klimagassutslepp. Til dette har dei valet mellom å bruke brennstoff av plutonium eller thorium. Men plutoniumindustrien har problem, er risikofylt, uøkonomisk og teknisk vanskeleg. Thorium er ikkje noko nytt. Det har vore arbeidd med og forska på i dei fleste atomland sidan 50-talet. Det har vore utført gruvedrift, bygd reinseanlegg, brennstoff-fabrikkar, gjenvinningsanlegg og mange typar reaktorar med thoriumbrennstoff. Men alt dette har vore pilotprosjekt og forskingsanlegg. Også i Halden

har dei gjort forsøk med thoriumbrensel. Ingen kommersielle reaktorar med thorium har så langt blitt bygde.

Sidan thorium ikkje er eit fissilt, men eit fertilt materiale, må ein reaktor som brukar thorium som brensel også innehalde eit fissilt materiale, eller vere kopla til ein akselerator som fører til at nøytron trengjer inn i thoriumkjernen. Det tilsette materiale kan vere separert frå det fertile brennstoffet, men ofte er det eit blanda brennstoff (MOX). Dette kan bestå av oksid av plutonium (Pu), thorium (Th) og uran (U) som $(Th,U)O_2$ eller $(Th,Pu)O_2$ der uran kan vere U-235 eller U-233. Eit av dei største problema med Th-232/U-233-brennstoffsyklusen er den gjennomtrengande gammastrålinga frå dotterprodukta til U-233 som alltid er i lag med U-233. Dette krev avstand, automatisering og skjerming i varme celler for å halde eksponeringa til arbeidarane innanfor tillatne grenser. Dette gjorde at mange land slutta å satse på thorium for omkring 30 år sidan. Likevel har små anlegg i Frankrike, Tyskland og India halde fram med å produsere thoriumbrensel i form av oksid, metall og MOX. Dei hevdar at "remotized fuel fabrication" har gjennomgått ei rivande utvikling sidan 80-åra, men det er enno ikkje bygd kommersielle anlegg.

I Norge blei thorium presentert som noko heilt nytt for nokre år sidan. Det var to grunnar til det. For det første blei det fokusert på at Norge er eit land med store thoriumressursar. For det andre fordi ein norsk professor i fysikk kjende Carlo Rubbia i Cern og hadde sett seg godt inn i hans oppfinning: Energy Amplifier (EA), kalla Rubbia-reaktoren, som er ei utgåve av ADS-reaktoren. EA blir lansert som ein reaktor som ikkje kan smelte ned sjølv om kjølesystemet sviktar, og som gir lite langliva radioaktive isotopar i avfallet. Dette er ikkje heilt sant. Rubbia-reaktoren er lettare å stanse dersom noko går gale, men reaktoren kan smelte dersom kjølevatnet forsvinn. Å fjerne dei langliva isotopane i avfallet byr på uløyste problem. Det var mange som hevda at kanskje Norge skulle bruke oljepengar og bygge ein slik reaktor. Olje- og Energidepartementet sette ned ein komité for å greie ut spørsmålet og rapporten deira "Thorium as an Energy Source. Opportunities for Norway" kom i januar 2008. Rapporten konkluderer med ei rekke gode råd til Norge. Fenfeltet bør undersøkast for å finne ut om det er økonomisk mogeleg å utvinne thoriumressursane der. Så bør testinga av thoriumbrensel i Haldenreaktoren styrkast. Vidare bør Norge slutte seg til Euratom sitt forskingsprogram og ta del i The Generation IV International Forum (GIF) for å utvikle generasjon-4 reaktorar som kan bruke thoriumbrensel. Norge bør samarbeide med Sverige og Finland om handsaming av radioaktivt avfall. Dei gir også råd om å styrke kompetansen innan reaktorfysikk ved å løyve til forskning og utvikling, og til nye stillingar ved universitet og forskingsinstitutt. Alt dette for å

møte utfordringa frå den nye satsinga på atomkraft i Europa. Men det blir ikkje gitt noko råd om å bygge ein thorium-reaktor i Norge no. Rubbia-reaktoren er ikkje bygd nokon stad og det finst ingen planar om utprøving i eit pilotprosjekt. Dette er ein veldig dyr reaktor å bygge og akseleratoren med så stor styrke som trengst er enno ikkje oppfunnen. Det trengst lang tid med utviklingsarbeid og forskning før ein slik reaktor kan bli røyndom. Ein akselerator av denne typen kan òg brukast til å produsere plutonium og representerer dermed ein teknologi ein ikkje bør spreie. Ein kommersiell thorium-brennstoffsyklus har store økonomiske og tekniske utfordringar. Thorium blanda inn i brennstoffet i ein reaktor vil gi avfall med langliva radioaktive isotopar og planen om å omdanne desse til kortliva kjernar er lite utprøvd, energikrevjande, dyrt og teknisk vanskeleg. Fenfeltet er ikkje lett å starte gruvedrift i, så det må utforskast vidare. Den totale effektive radioaktive dose til den norske populasjonen frå naturleg bakgrunnsstråling er rekna til å vere 2,5 mSv/år. I Fenfeltet kan den kritiske gruppa lett ta imot meir enn 10 mSv/år. Konklusjonen for dei norske politikarane vart at det er ikkje aktuelt for Norge å satse på atomkraft, korkje med eller utan thorium.(4, 8)

Generasjonar

US Department of Energy (DOE) introduserte omgrepet "generasjon" for å kunne beskrive fire reaktorgenerasjonar. Generasjon I er då dei aller første, og slik ein ser det i dag, primitive reaktorane. Generasjon IV er draumen om den heilt sikre, økonomiske og miljøvenlege reaktoren som forbrenn sitt eige avfall i ein slutta krets og som enno berre eksisterer i teorien.

Generasjon I: Dei første reaktorane som vart konstruerte i 1950- og 60-åra var tidlege prototypar på ulike typar reaktorar. Eksemplet er Fermi 1, Shippingport, Dresden og dei første Magnox reaktorane i England. (1950-1970)

Generasjon II: Dei første kommersielle reaktorane høyrer til i denne gruppa og dei fleste av dei er i bruk i dag. Det er PWR, BWR, AGR og CANDU. Desse vart bygde for ei levetid på 20 til 30 år, men nokre har fått ei forlenga levetid på opp til 60 år, og av økonomiske grunnar kan det bli eit press på å forlenge dette enno meir. Moderne reaktorar bygde etter 2000 med forbetra tryggleikssystem blir kalla 2+ og konkurrerer med dei mykje dyrare generasjon 3-reaktorane. Eksempel på ein 2+ er ein reaktortype kalla CPR-1000 som er bygd i Kina. (1970-2030)

Generasjon III: Desse reaktorane representerer ei modernisering og vidareutvikling av dagens reaktorar både når det gjeld brenselteknologi og tryggleik. Dei har standardisert design. Nokre få generasjon 3 er alt i bruk og både 3 og 3+ er under konstruksjon. Generasjon 3+ representerer overgangen til generasjon 4. Reaktoren har fått

namnet European Pressurized Reactor eller European Evolutionary Power Reactor, forkorta til EPR. Reaktoren er teikna og utvikla av Framatome (no AREVA), Electricité de France (EDF) og Siemens AG. Samanlikna med tidlegare PWR har desse reaktorane mange nye aktive og passive tiltak mot ulukker, skal vere meir økonomiske i drift, har lenger levetid og større effekt enn dagens reaktorar (1650 MWe). Reaktoren kan bruke fem prosent anrika uranoksid og 50 prosent MOX til brensel. MOX er ei blanding av uranoksid og plutoniumoksid. (2000-)

EPR: Bygginga av Olkiluoto 3 i Finland starta i august 2005. Det var planlagd at reaktoren skulle vere ferdig i 2009, men prosjektet har blitt forseinka og er no venta ferdig i 2013. Det er enno venta at dette skal bli den første EPR-reaktoren bygd og den første generasjon 3+ i heile verda. Kostnadane var rekna til 3,7 milliardar Euro. Men i juni 2010 var dette overskride med 2,7 milliardar. Flamanville 3 i Frankrike er den tredje reaktoren i Flamanville og den andre EPR i verda etter Finland. I 2010 annonserte EDF at kostnadane hadde auka med 50 prosent til 5 milliardar euro, og opninga vart utsett til 2014. Atomkrafttilsyna i Frankrike, Storbritannia og Finland skreiv eit fellesbrev til AREVA og klaga over alvorlege problem med EPR sine digitale instrument og heile kontrollsystemet. Operatørane til kraftverka skuldar på at alle dei strenge krav til tryggleik og kontrollar fører til forseinkingar, og at det er mangel på arbeidadarar og firma som har erfaring i å bygge kompliserte atomkraftanlegg. Organisasjonen "Sortir du nucléaire" har arrangert store protestar mot å bygge EPR.

Generasjon IV: Dette er den atomreaktoren som skal oppfylle draumen om den heilt sikre, miljøvennlege og økonomiske reaktoren som i tillegg brukar det meste av sitt eige avfall til nytt brennstoff. Generasjon 4 er eit sett av teoretiske reaktorar som er under forskning og utvikling på teiknebordet. Regjeringa i Frankrike løyva 650 millionar euro i november 2010 for utvikling av ein prototype generasjon 4 reaktor som skal stå ferdig i 2020 og som blir kalla Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration (ASTRID). Han skal ha same tryggleik som EPR, resirkulering av stoffet i det brukte brenselet, sterk ikkje-spreiingssperre og ein lukka kjernebrenselssyklus og er av SFR typen. Dei langliva isotopane i det brukte brenselet skal ved transmutasjon omdannast til isotopar med kortare halveringstid. Den vesle delen som blir avfall skal glasifiserast og deponerast.

The Generation IV International Forum (GIF) er eit internasjonalt samarbeid som har organisert seg for å prøve å få til den forskning og utvikling som ein treng for å bygge neste generasjon atomenergisystem. GIF har 13 medlemmer som signerte ein avtale i 2006. Det er Argentina, Brasil, Canada, Frankrike, Japan,

Sør-Korea, Sør-Afrika, Storbritannia, USA, Sveits, EURATOM, Kina og Russland. Dei har valt seks typar atomreaktorar for vidare utvikling (GFR, LFR, MSR, SFR, SCWR og VHTR). Desse har store variasjonar i reaktortype, energiomsetting, og brennstoffsyklus. Dei har termiske og hurtige nøytron, open og lukka brennstoffsyklus og ei stor breidde av reaktorstørrelsar, frå veldig små til veldig store. Planen er at generasjon 4-system skal bli tilgjengelege for kommersiell bruk mellom 2015 og 2030. IAEA og OECD er permanente observatørar. (2030-) (2,9)

Kva er framtida til sivil atomkraft?

Framtida til atomindustrien blir i dag diskutert i store medieoppslag, rapportar og granskingar, og blir drøfta av ekspertar og politikarar. Det dominerande synet, til og med langt inn i miljørørsla, er at atomkraft opplever ein renessanse i vår tid og er viktig for å redusere utslepp av drivhusgassar. Mykje av det publiserte materialet om dette er basert på spekulasjonar heller enn på djuptpløyande analysar av atomindustrien si historie, status i dag og trendar som peikar framover. Ein rapport som synleggjer dette er "The World Nuclear Industry Status Report 2009" skriven av Mycle Schneider og medarbeidarar, på bestilling av det tyske miljøverndepartementet. Konklusjonen i denne rapporten er at atomindustrien er på vei nedover, og årsakene er mange. Dei viktigaste er reaktorane si korte levetid, mangel på kvalifisert fagutdanna arbeidskraft, økonomi, avfallsproblem, risiko for ulukker, helseproblem, motstand i regjeringar og i folket og spreining av atomvåpen-materiell og teknologi. Eg skal seie litt om kvart av desse problema.(2)

Levetid for atomkraftverk

I 1989 hadde dei 27 landa som no er medlemmer i EU totalt 177 atomreaktorar. I 2010 har dei same landa berre 144. Gjennomsnittsalderen til dei reaktorane som opererer i dag er 25 år. I det siste har fleire land teke til å forlenge levetida til reaktorar som nærmar seg stenging til 40 år. Fakta er at gjennomsnittsalder for alle dei 123 reaktorane som alt er stengde har vore omkring 22 år. Ei dobling av levetida verkar optimistisk. Rapporten tek likevel utgangspunkt i 40 års levetid for alle reaktorar som opererer i dag og er under konstruksjon, og reknar ut kor mange reaktorar som då må stengast år for år framover. Dette brukar dei vidare til å rekne ut det minimum av nye reaktorar som må komme til over dei neste ti åra for å halde det same talet på reaktorar i drift. Det viser seg at i tillegg til dei som er under konstruksjon må det planleggast, byggast og startast opp 42 til før 2015. Det betyr ein ny reaktor kvar sjette veke. I den neste ti års perioden må det byggast 192 nye reaktorar, ein kvar 19. dag. Sjølv om ein del gamle reaktorar får fornya lisens for ein

ny periode slik 54 reaktorar i USA fekk i 2009 og slik dei to eldste AGR-reaktorane i Storbritannia fekk, og resten vil få etter kvart som dei når aldersgrensa, vil ein ikkje ta igjen det talet av reaktorar ein hadde då atomindustrien var på topp. Den einaste løysinga på dette er om gjennomsnittsalderen vart heva utover 40 år. Det ville igjen føre til nye typar problem som auka risiko for ulukker og uhell, og mangel på komponentar og reservedelar og arbeidskraft til alt det ekstra vedlikehaldet dette ville føre til.(2)

Mangel på reservedeler og arbeidskraft

Intrykket av atomindustrien er at han har tilgang på alt som finst av moderne teknologi og kompetanse, men slik er det ikkje. Aktiviteten har lege nede i mange år. Fabrikkar som har produsert deler til atomreaktorar har gått konkurs eller lagt om produksjonen på grunn av for få bestillingar. Desse treng lang tid for å bygge opp att kompetansen. I dag er det til dømes berre eitt firma i Japan som produserer tankar til reaktorkjernen. Det er mangel på rekruttering av spesialutdanna arbeidskraft og tap av eldre arbeidskraft med erfaring. Til og med Frankrike, som kanskje er det landet som har størst kompetanse på sivil atomkraft, er trua av alvorleg mangel på fagarbeidarar. Sjølv om dei har store økonomiske og tekniske problem med Flamanville 3 så er det eit veldig viktig prosjekt for å få tak i ungdom og bygge opp kompetanse. Hos Electricité de France (EDF) vil 40 prosent av fagarbeidarane gå av med pensjon i 2015. I dag har dei 300 nyutdanna til 1500 stillingar. Situasjonen er lik eller verre i andre atomland. I Storbritannia er atomindustrien på desperat jakt etter hjelp for å ta tilbake tapt kompetanse. Dei vil trenge 1000 utdanna arbeidarar kvart år fram til 2017. I Tyskland manglar dei utdanna folk både i industrien, forskinga og i strålevernet. Atomindustrien i USA treng 26.000 nye arbeidarar over dei neste ti åra for å drive dei eksisterande anlegga. Dei har dei siste åra løyva store beløp for å rekruttere studentar og starte nye program i atomteknologi ved universiteta.(2)

Økonomi

Atomindustrien er spesiell, og har ei rekke problem som annan straumproduserande industri ikkje har. Atomkraft har ekstremt store kapitalkostnader, lang konstruksjonstid, utslepp av radioaktive stoff og produksjon av høgradioaktivt avfall. I tillegg kjem risiko for helse- og miljøskade ved små og store ulukker og risiko for spreining av atomvåpen med utgangspunkt i eit sivilt atomprogram. Alt dette kostar. Regjeringar over heile verda har lenge støtta atomindustrien gjennom store investeringar frå skattebetalarane sine pengar til forskning og utvikling av heile atombrenselkjeden. Mellom 1974 og 2007 gjekk 55 prosent av forskingspengane i verda til atomforskning.

Flaggskipet EPR i Olkiluoto, som er bygd av den største atomkraftbygger i verda AREVA NP (66 % AREVA, 33% Siemens), og som er den reaktortypen dei viser til når dei snakkar om renessansen til atomindustrien, har blitt ein økonomisk fiasko. Prosjektet er tre år etter skjema og i det minste 55 prosent over budsjett. I USA har dei budsjetterte kostnadane på nye atomkraftverk auka frå 1000 USD/kW til 5000 USD/kW på ti år. Årsaker er lang byggetid, auka krav til tryggleik, auka prisar på metall, sement og stål. Atomindustrien møter i dag utfordringar med avfallshandsaming og riving- og nedbyggingsutgifter som er mykje større enn det ein før hadde rekna med. Prisen til atomstraumen er hevda å vere 2 cent/kWh, medan det er 4 for gass og 7 for olje, vasskraft og vind. Så atomstraumen er billegast. Men kostnaden er berre basert på driftsutgiftene og tek ikkje med konstruksjon av reaktoren, vedlikehald, handsaming av avfall og til slutt etter om lag 30 år, nedbygging og sluttlagring. Konstruksjon av ein vanleg reaktor kostar omkring 1,5 milliardar USD og nedbygginga kostar i det minste like mykje.(2)

Atomavfall

Globalt volum av brukt atombrensel var i år 2000 på 220.000 tonn og aukar med 10.000 tonn kvart år. Kvar atomreaktor produserer omkring 10 tonn radioaktivt avfall kvart år. I USA har dei eit lager på 50.000 tonn brukt atombrensel, 350 millionar liter med høgaktivt avfall frå plutoniumproduksjonen, tonnevis med plutonium og høganrika uran (HEU), 500.000 tonn DU, millionvis m³ lågradioaktivt avfall og 25 millionar tonn avfall frå urananlegga. USA har for tida ingen plan for handsaming av dette, men Department of Energy (DOE) har rekna ut at dei vil måtte bruke meir enn 1000 milliardar dollar over dei neste 100 åra for å løyse problemet.(10)

Små og store ulukker

The International Nuclear and Radiological Event Scale (INES) blei introdusert i 1990 av IAEA og den deler atomulukkene i 7 nivå. 1 betyr unormal hending, 2 uhell, 3 alvorleg uhell, 4 ulukke med lokale konsekvensar, 5 ulukke med større konsekvensar, 6 alvorleg ulukke og 7 stor ulukke. Det er også eit 0-nivå som slår fast at det har vore eit avvik frå det normale. Lista er logaritmisk. Det betyr at kvart nivå representerer ei ulukke som er ti gonger større enn nivået under. Eksempel på eit nivå null-uhell er brannen i eit atomanlegg i Tokaimura i Japan i 2006. Det er og mange småuhell som blir rekna for å ligge utanfor skalaen. Eksempel er ein kjemisk eksplosjon i ein atombrennstofffabrikk i Hyderabad i India i 2002.

Ei liste over kjende atomulukker viser at det var fire slike i 50-åra, der ulukka i Chalk River i Ontario hadde nivå 5 på INES-skalaen. I 60-åra var det registrert 5 og i 70-åra 2 ulukker, der Bohunice i

Jugoslavia hadde nivå 4 og Harrisburg i USA hadde nivå 5. I 80-åra var det 6 ulukker, Orléans i Frankrike i 1980 hadde nivå 4, Tsuruga i Japan i 1981 hadde nivå 2, Buenos Aires i 1983 hadde nivå 4 og Tsjernobyl i Ukraina i 1986 hadde toppnivå på 7 INES. I 90-åra hadde ulukka i Tsjernobyl nivå 4 og det var to ulukker i Japan med nivå 2 og 4. Etter år 2000 har det vore fire større ulukker der lekkasjen i THORP-anlegget i Sellafield hadde nivå 3. Den godt kjende Kystum-ulukka i Russland i 1958 er ikkje med i denne lista sidan den skjedde i eit militæranlegg. Det finst ei heil rekke med etter kvart kjende ulukker i militære atomanlegg, men det er også store mørketal. Det er ikkje eit spørsmål om det vil skje ei ny stor atomulukke, men om når det vil skje.(9,11)

Helsekonsekvensane av atomkraft

Når prisen på atomkraft blir rekna ut tek ein ikkje med det helsevesenet må betale for behandling av alle som får kreft og andre sjukdomar som resultat av eksponering for radioaktivitet frå atomindustrien. I tillegg til små og store uhell og ulukker kjem dei daglege lovlege utsleppa av radioaktive stoff frå alle atomreaktorar og andre atomanlegg. I USA fører 2300 kreftpasientar sak mot Hanford atomkraftverk. Frå 1944 har dette anlegget slept ut i atmosfæren ein million Ci frå jodisotopen I-131. Dette har blitt spreidd med vinden og har forureina 120.000 km² land og meir enn to millionar menneske. Dr. Jay Gould som er direktør for the Radiation Public Health Project (RPHP) hevdar at han gjennom si 50 år lange forskning har funne ut at i USA åleine har det vore hundretusenvis av dødsfall som har hatt normal rutinedrift av atomkraftverk som årsak.(1)

Atomvåpen og atomkraft

Samanhengen mellom sivil og militær bruk av atomenergi var tydeleg i starten og har vore med heile tida, sjølv om tilhengarane av sivil atomkraft har forsøkt å skjule det. I dag når det igjen blir gjort forsøk på å få til nedrusting av atomvåpen er det umogeleg å sjå bort frå denne samanhengen. Høganrika uran (HEU) er brukt i sivil reaktorbrensel på meir enn hundre stader. Den totale mengda brukt til dette er nok til å lage omtrent tusen bomber av Hiroshima-typen, ein type som kanskje er mogeleg for terroristgrupper å lage.

The Fissile Material Cutoff Treaty (FMCT), som vil stoppe all produksjon av fissilt materiale til våpen, har kome tilbake på toppen av den internasjonale agendaen for atomvåpen-nedrustning. United Nations Conference on Disarmament (UNCED) i Genève sa seg i 2009 villig til å starte forhandlingane om ein slik avtale.

President Barack Obama sa i si tale i Praha 5. april 2009 at han gjekk inn for ei verd utan atomvåpen. Ideen om ikkje berre å redusere talet på atomvåpen, men å eliminere dei heilt har ikkje blitt

uttalt så klart sidan President Truman la fram Baruch-planen i FN i 1946. (6)

Prosessen med å bli kvitt atomvåpna, viss det lukkast, vil ta ei avgrensa tid, men den atomvåpenfrie verda vil måtte eksistere for all framtid. Vanskelegare enn å komme ned til null vil bli å bli verande der.

Talet på atomvåpen i verda har gått ned frå ein topp på meir enn 60.000 under den kalde krigen til omtrent ein tredjedel av dette i dag. Etter som talet på våpen minkar, aukar betydinga av fissilt materiale. Merksemda snur seg vekk frå stridshovud og rakettar mot urananriking, gjenvinningsanlegg og sivile og militære lager av anrika uran og plutonium.

Ved eit punkt i nedrustingsprosessen må alle atomvåpen, våpenkomponentar og konteinrar med fissilt materiale vere deklartert, identifisert og merka. Så må alt dette vere under internasjonal kontroll til alt er eliminert eller trygt deponert.

I ei verd fri for atomvåpen ville det viktigaste trugsålet om brot på avtalen komme frå anlegga i brenselkretsen og frå kjernebrenselet i reaktorane. Dersom nasjonale statar i tillegg hadde lov å separere plutonium frå brukt kjernebrensel, slik det blir gjort i dag i Frankrike, India, Japan, Russland og Storbritannia, kunne dette plutonium brukast til å lage atomvåpen i løpet av nokre veker. Land med store nasjonale anrikingsanlegg kunne fort lage store mengder HEU til våpen. Å bryte avtalen om atomnedrusting ville ta lenger tid i ei verd utan gjenvinningsanlegg og der statane ikkje hadde eigne nasjonale anrikingsanlegg. Men også ein stat med berre reaktorar kunne bygge eit "kvikt og ureint" gjenvinningsanlegg og utvinne plutonium frå brukt kjernebrensel i løpet av seks månader til eitt år. Dette ville også gå an å få til i ein stat utan atomkraft, men med lager av brukt kjernebrensel under nasjonal kontroll i langtids mellomlager på overflata eller i fjellhaller.

I juni 2009 var det globale lageret av HEU 1600 pluss/minus 300 tonn. Det er nok til å lage 60.000 atomvåpen. Atomstatane til saman står for 99 prosent av det globale HEU. Ikkje-våpen statar har berre 10 tonn HEU i dag, men det er likevel nok til hundrevis av atomvåpen. Dette siste minkar sidan mange forskingsreaktorar blir bygde om frå å bruke HEU til å bruke låganrika uran (LEU) og det høganrika uranet blir sendt til USA eller Russland der det blir blanda med utarma uran (DU) og dermed fortynna til LEU som kan brukast til sivilt atombrensel.

I 2009 var den globale mengda av plutonium 500 pluss/minus 25 tonn, halvparten produsert til våpen og halvparten i sivile atomprogram. Sidan den kritiske massen til plutonium er omkring ein tredjedel av den til HEU betyr det at dette plutoniumet er nok til 60.000 atomvåpen.

Sidan 1944 har meir enn 60 reaktorar blitt brukt av dei ni atomvåpenstatane til å produsere plutonium for våpen. I 2009 var omtrent alle desse

reaktorane stengde og berre India, Pakistan og kanskje Israel held fram med å produsere plutonium for våpen. I tillegg er det seks land som gjenvinn sitt kommersielle brukte brensel. Frankrike, India, Japan og Russland satsar mykje på gjenvinning. Kina testar ut eit nytt anlegg medan Storbritannia ser ut til å måtte stanse anlegg på grunn av tekniske problem.

I løpet av dei seksti åra sidan atombomba blei utvikla har det blitt gjort mange forsøk på å få til ein internasjonal avtale som skulle forby slike våpen. I 1946 burde dette ha vore enkelt. Det fanst berre ein atomvåpenstat med eit arsenal på omtrent ti Nagasaki-type atomvåpen. Langtrekkande rakettar var enno ikkje oppfunne, sivil atomkraft låg i framtida og heile byråkratiet og det militær-industrielle komplekset som utvikla seg omkring atomvåpen gjennom den kalde krigen, var ikkje der. Med Sovjet si første bombe starta atomvåpenkapplauget. Likevel har statar, organisasjonar, og enkeltindivid som kjende vitskapsmenn og kvinner heile tida halde fast på målet om full atomnedrusting. Det endelege målet har dei ikkje nådd, men dei har hjelpt til med å få avtaler på plass som har bremsa utviklinga, til dømes prøvestansavtalen TBT frå 1963 og ikkje-spreiingsavtalen NPT frå 1970.

Debatten i dag om den rolla atomenergien skal ha i framtida og om spreing og kontroll av atomteknologien og heile atombrenselkjeden og midlane for å hindre at dette blir brukt til å produsere våpen, markerer starten på ein diskusjon som vil komme til å bli meir og meir viktig ettersom verda nærma seg avskaffing av atomvåpen. Det sterkaste tekniske hinder mot ny atomopprusting ville vere ei verd utan både militære og sivile atomanlegg av alle slag, kanskje med unntak for produksjon av viktige radioisotopar til medisin og forskning. Men likevel ville det vere eit problem at nokre statar hadde lagra sivilt brukt atombrensel som inneheldt plutonium, og brukt brensel frå ubåtar og forskingsreaktorar som inneheldt HEU.(10)

Draumen om reaktoren som brenn sitt eige avfall og er økonomisk og miljøvenleg.

Dei siste åra har ein fransk feber påverka dei som argumenterer for atomkraft i USA. Dei lovprisar Frankrike for at dei gjenvinn sitt brukte reaktorbrensel og brukar gjenvunne plutonium og uran til nytt brennstoff i atomreaktorane sine som rein rutine. Bill Magwood som vart vald til leiar av Nuclear Regulatory Commission (NRC) av president Obama, skreiv i eit ope brev til presidenten i januar 2009 at Frankrike er ein av dei første plassane å gå for å lære korleis ein skal handsome atomavfall. Dei ser ikkje på det som avfall, men omformar det til ny energi, hevdar han. Frankrike er det leiande land i heile verda innan atomkraft, likevel har det aldri vore ei avstamming i Parlamentet før start av nye atomprogram. I førti år har dei store avgjerdene

innan utviklinga av fransk atomindustri vore styrd av ei gruppe personar godt plassert i nøkkelposisjonar innan næringsliv og administrasjon. Denne eliten av teknokratar, kalla Corps des Mines, har blitt sittande i tiår medan politikarane har kome og gått. Dette har gitt høve til langsiktig planlegging og gjennomføring utanfor demokratisk kontroll. (12)

Det er rett at Frankrike gjenvinn brukt atombrensel og produserer MOX av gjenvunne plutonium og uran, og brukar dette i omkring 20 av lettvassreaktorane sine, som er rekna for å vere dei mest moderne reaktorane i bruk i dag. Dette blir omtalt som ein slutta brennstoffkrets der reaktoren brukar sitt eige avfall til nytt brennstoff. La oss sjå på eit eksempel som er vist skjematisk (Fig 3).

Her blir det vist ein runde av gjenvinning og re-anriking av gjenvunne uran i eit anrikingsanlegg (nr.2), og produksjon av MOX som blir brukt som nytt brensel i reaktoren. Dette kan i teorien gjentakast i fleire rundar, men for kvar runde blir det meste av uranet ein del av avfallet (den mørke linja øvst). I tillegg brukar Frankrike i dag berre 1/3 av det gjenvunne uranet. Ein kan rekne ut at Frankrike brukar mindre enn seks prosent av uranressursane i det originale friske brennstoffet og over 80 prosent av dette er brukt i første runde. Det betyr at utgifter, risiko og forureining skapt av fransk gjenvinning og MOX-produksjon berre fører til marginal auke av utnyttinga av uranressursane. I tillegg blir ikkje re-anrikinga utført i Frankrike, som manglar anlegg for dette, men i Russland. Utarma uran frå denne prosessen blir liggande i Russland. Ved å gjenvinne uran og produsere MOX, og gjenta dette gjennom fleire rundar, kan ein ikkje auke utnyttinga av uran noko særleg – så lenge dette brennstoffet er brukt i ein lettvassreaktor. Utsegn om at Frankrike har funne ut korleis dei kan bruke 95 prosent av uranressursane er usanne. Dette føreset bruk av formeiringsreaktorar. Men det er ein reaktortype Frankrike har gitt opp etter å ha brukt mange år, mykje ressursar, store pengebeløp og fagfolk. No planlegg dei generasjon 3, 3+ og 4 som skal overgå formeiringsreaktoren. Men det ser ut til å vere langt igjen før planane kan realiserast. Når ein kjenner historia til Super Phoenix er det vanskeleg å tru på eit prosjekt som er enno meir komplisert og dyrt. Dette er igjen eit eksempel på at planane som finst i draumar, på teiknebrett og i prøveprosjekt for å utvikle atomkraft blir presenterte som realitetar og som teikn på at heile atomindustrien opplever ein renessanse.(1)

Konklusjon

IAEA annonserte i 2008 at verdas produksjon av atomstraum hadde gått ned med to prosent frå året før til 14 prosent, den største reduksjon sidan den første reaktoren vart kopla til nettet i 1954. I EU var nedgangen seks prosent. Det er berre 31 land i verda som brukar atomenergi, eller 16 prosent av

dei 192 medlemslanda i FN. Dei store atomstraumprodusentane er USA, Frankrike, Japan, Tyskland, Russland og Sør-Korea som til saman produserer to tredeler av verdas atomenergi. Alle desse har problem med reaktorane sine.

Å satse stort på atomkraft i utviklingsland vil gi mange av desse landa store problem i startfasen. Manglande infrastruktur og kraftlinjenett, som slike anlegg krev, er ikkje på plass. I tillegg blir dei avhengige av utanlandsk kapital og multinasjonale selskap. Det vil også auke risikoen for spreiding av atomvåpen. Mohammed El-Baradei, nobelprisvinnar og tidlegare generalsekretær i IAEA,

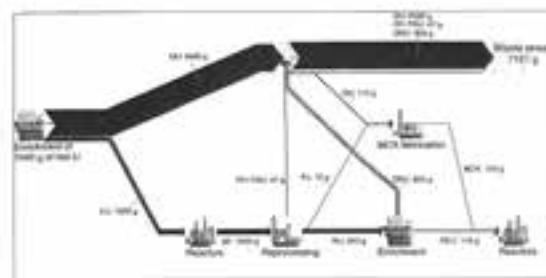


Figure 2: Fuel and Waste Streams in a Light Water Reactor System with Reprocessing and Re-Enrichment for One Kilogram of Fresh Fuel (4% Enriched)

Fig 3

sa i 2008 at den nye interessa for atomkraft i mange utviklingsland, etter hans syn, var å oppnå "latent" atomvåpenkapasitet. (1)

I dei vestlege demokratia er det veksande motstand mot atomkraft. Sjølv i Frankrike viser gallupar at eit fleirtal av folket ynskjer å bruke mindre atomstraum. I Tyskland er det store demonstrasjonar mot politikarane når dei snakkar om å forlenge levetida til dei gamle reaktorane og utsette slutten på atomprogrammet.

Thorium slik det blir brukt i dei mest moderne reaktorane i dag fører til mindre plutonium i avfallet, men i staden får ein den fissile isotopen U-233 som også kan brukast til atomvåpen.

Generasjon 4-reaktoren er berre ein teori, og frå all erfaringa omkring eksperimenteringa med formeiringsreaktorane er det liten grunn til å tru at det skal gå betre denne gongen.

Så svaret på det spørsmålet eg starta med må bli: Nei, atomindustrien opplever ikkje ein renessanse i dag. Å lansere atomenergi som ei løysing på klimakrisa er ikkje berre feil, men er også eit hinder for å ta fatt på dei løysingane som må til.

Vidare satsing på atomkraft stel tid, kapital, ressursar og hjernekraft som skulle vore brukt på forskning og utvikling av alternative energiformer og enøk.

Denne artikkelen var skriven før ulukka i Fukushima.

Litteratur:

1. Makhijani, Arjun: *The Mytology and Messy Reality of Nuclear Fuel Reprocessing*, IEER, 2010
2. Schneider, Mycle et al: *The World Nuclear Industry Status Report 2009*, Paris 2009
3. Randers, Gunnar og Døderlein, Jan M.: *Reaktoren og bomben*, J.W.Cappelens Forlag, Oslo 1968
4. Thorium Report Committee: *Thorium as an Energy Source – Opportunities for Norway*, IFE 2008
5. NOU 1978:35A: *Kjernekraft og sikkerhet*
6. www.world-nuclear.org
7. Forland, Astrid: "Atomer for krig eller fred?" *Forsvarsstudier* 2/1988
8. Rubbia et al: *Conceptual design of a fast Neutron Operated high power energy amplifier*, CERN/AT/95-44 (ET)
9. www.oeko.de
10. Global Fissile Material Report 2009: *A path to Nuclear Disarmament*
11. www.fissilematerials.org
12. Schneider, Mycle: *Nuclear Power in France*, The Greens-EFA Group in EU Parliament, Brussels 2008

Fukushima

Katastrofen i Fukushima 11. mars 2011 har gitt dødsstøtet til myten om den miljøvennlige, rene og sikre atomindustrien og avdekket litt mere av de enorme skadene på mennesker, miljø og samfunnsøkonomi denne industrien fører til. I verdens viktigste atomland, Frankrike, går store folkegrupper i dag inn for å fase ut atomindustrien. Den 11. mars 2012 ved ettårs markering av ulykken var det store demonstrasjoner i Frankrike. Organisasjonen "Sortir du nucleaire" og innbyggere i Rhônedalen, som er det området i Europa som har flest atomanlegg, gikk sammen og dannet en kjede av 60.000 mennesker mellom Lyon og Avignon. De viste til Tyskland som i årevis har samlet titusener til demonstrasjoner mot atomkraft. (1) Tyskland og Sveits har allerede vedtatt å fase ut atomkraften, og Italia har bestemt seg for ikke å starte et nytt planlagt atomprogram. I Japan øker motstanden. Atomkraft blir diskutert i alle atomland og i land som planlegger å bli det, men det er få politikere ved makt som deltar i den diskusjonen. Og media er tause. Over ett år etter en atomkatastrofe som fikk samme vurdering på INES-skalaen for atomulykker som Tsjernobyl, ser det ut til at folk flest her i landet har glemt Fukushima. Var det bare en av de mange katastrofefilmene vi så på TV-skjermene i mars 2011? Eller var det en virkelig, menneskeskapt katastrofe av slike dimensjoner at vi ikke orker å ta det inn over oss? Vi som er opptatt av dette må finne informasjon i de nye sosiale mediene og gjennom NGO-nettverk.

Japans atomprogram

Før Fukushima hadde Japan 54 atomreaktorer i gang, som dekket 30 prosent av landets elektriske forbruk og med planer om å bygge ut til 50 prosent innen 2030. Dette var en viktig del av Japans klimapolitikk. Hele brenselkjeden, inkludert anrikning, gjenvinning og formeringsreaktor var med

i Japans første atomenergiplan i 1956. Den politikken forble uforandret til Fukushimaulykken skjedde, selv om formeringsreaktoren er 70 år etter planen og små og store ulykker og tekniske problemer har forfulgt alle disse anleggene siden starten. Også reaktorene som leverer strøm har opplevd skandaler, ulykker og jordskjelv. Et jordskjelv i 2007 ved atomkraftverket i Kashiwazaki førte til stengning av alle syv reaktorene og tre av disse har vært stengt siden. (2)

Hva skjedde i Fukushima?

Ved kraftverket Fukushima Dai-ichi ble reaktor 1, 2 og 3 ødelagt av hydrogeneksplosjoner og branner etter at vann- og strømtilførsel ble brutt på grunn av jordskjelvet og tsunamien. Samtidig ble flere basseng med brukt atombrensel ved reaktorene skadet og store mengder med radioaktivt materiale ble spredd. Først 15. mai innrømmet ledelsen for selskapet TEPCO, som eier og driver atomkraftverket, at det hadde foregått total kjernenedsmelting i reaktor 3 dagen etter jordskjelvet, og noen dager senere sa de at nedsmelting også hadde skjedd i reaktor 1 og 2. Reaktor 3 brukte MOX-brensel som inneholder plutonium. Det betyr lavere smeltepunkt og farligere avfall. Reaktor 4 ble ødelagt på grunn av brann og eksplosjoner i et basseng med brukt atombrensel. Reaktor 5 og 6 ble stanset på vanlig måte. Det samme gjelder alle reaktorene i Fukushima Dai-ni som ligger like ved og reaktorene i Onagawa og Tokai Dai-ni, nord og sør for Fukushima. Alle 15 reaktorene i dette området av Japan er nå ute av drift og de fire mest skadde vil aldri bli åpnet igjen. I august var bare 15 av Japan sine 54 reaktorer i gang og i mars 2012 ble det meldt at det bare var to i drift. (3)

Situasjonen i januar 2012

TEPCO arbeider for å få reaktor 1, 2 og 3 i

Fukushima Dai-shi i en "kald avslåings-tilstand". Det betyr at temperaturen i kjølevannet må komme under 100 grader og trykket inne i reaktortanken må bli det samme som lufttrykket utenfor. De prøver også å få kontroll på de radioaktive utslippene både til luft, jord og sjø. Store tanker for å lagre radioaktivt vann fra kjøleprosessene er på plass og mengden av radioaktivt vann som renner ut i sjøen har blitt redusert. Utslippene av radioaktive stoff til jord og luft er også redusert. Tiltak for å fjerne smådeler av radioaktivt materiale som ligger spredd omkring på området mellom reaktorene fortsetter og omtrent 700 konteinerlaster av dette var samlet og lagret innen 17. oktober 2011. Videre planer som blir diskutert er å bygge barrierer under reaktorene slik at det hindrer radioaktive stoffer å forurense grunnvannet, og containere over reaktorene for å hindre utslipp til atmosfæren.

Utlufting, eksplosjoner og branner den første tiden førte til utslipp av store mengder med radioaktive stoff. I rapport fra Regjeringen til IAEA i april oppgir de et utslipp til luft på $7,6 \times 10^{17}$ Bq og i rapporten fra juni ble et utslipp til sjøen fra reaktor 2 oppgitt til $4,7 \times 10^{15}$ Bq. (4) Utslipp til luft ble tatt av vinden og ujevnt fordelt med regn over et stort område. Dette ble målt, men folk ble ikke advart før lenge etter og evakueringen kom altfor sent i gang. Etter Tsjernobyl var grenseverdien for evakuering en dose på 5mSv/år men i Fukushima valgte de 20mSv/år. Grenseverdien for de som arbeider med

nedkjøling av reaktorene og oppryddingsarbeid ble satt til 250 mSv/år, mens den ellers i verden er 20mSv/år. Radioaktiv forurensing ble snart påvist i melk, grønnsaker, fisk og vann. I en periode i slutten av mars var det restriksjoner på bruk av vann på grunn av høye verdier av I-131 i Tokyo og i juli ble det oppdaget at kjøtt fra husdyr som hadde spist radioaktivt fôr var blitt solgt over hele landet. Det ble målt opptil 4350 Bq/kg av Cs-137 i dette kjøttet. Siden er det utarbeidet retningslinjer for tillatt radioaktivitet i alle vanlige matvarer, og forbud mot dyrking av ris og grønnsaker i store områder.

Regjeringen, TEPCO og hele pro-atom eliten har mistet publikums tillit. Det førte en tid til nettopp den panikk som disse hadde forsøkt å hindre. En annen grunn for autoritetene til å handtere denne katastrofen så dårlig kan ha vært frykt for å skade atomindustrien sitt rykte. Spesielt har de fått mye kritikk for å ha utsatt barna for alt for store doser av radioaktivitet. Det ble tillatt å gå i skoler og leke ute dersom dosen var mindre enn 20mSv/år. Dersom dosen var høyere ble det lagt restriksjoner på tiden barna fikk lov til å oppholde seg ute. Dette ble så sterkt kritisert at myndighetene måtte love å ha som mål å redusere grenseverdien for stråledose til befolkningen ned til 1mSv/år så fort som mulig. Dette er den vanlige verdien ellers i verden. Menneskene i Japan er skuffa og sinte og motstanden mot atomkraft øker. De har lang erfaring med strålingsindusert sykdom og lar seg ikke lure. (4)



Fukushima atomkraftverk. Foto: Giovanni Verlini / IAEA

Hva vet vi om nedfallet fra Fukushima?

Landskapet som ligger innenfor en avstand av 100 km fra Fukushima Dai-shi og Fukushima Dai-ichi er nå oppdelt i fire typer områder. Det er områder med påbudt evakuering, forberedt evakuering i tilfelle noe hender, frivillig evakuering og anbefalt evakuering fra små flekker spredd utover. Japanske myndigheter har målt konsentrasjonen av isotopene Cs-137 og Cs-134 på 2200 steder i dette område ved å undersøke luft og jordprøver, og det er dette som er grunnlaget for soneoppdelingen.

Men de radioaktive utslippene fra Fukushima har ikke kommet ned bare lokalt i Japan. CTBTO (Comprehensive Test Ban Treaty Organization) har som oppgave å registrere radioaktivitet og seismiske rystelser over hele kloden for å kunne oppdage prøvesprengninger av atomvåpen. Av målestasjonene de har plassert ut har 63 av dem sensorer for radioaktive stoff. Måleresultatene blir sendt til alle de 183 medlemsland med en gang. 12. mars ble det målt økning av I-131 og Cs-137 i atmosfæren i en avstand av 200 km fra Fukushima. Den 14. mars ble det målt i Øst-Russland og to dager etter på vestkysten av USA. Ni dager etter ulykken hadde de radioaktive skyene krysset over Nord-Amerika. Tre dager etter det målte en stasjon på Island økt radioaktivitet. Skyene hadde nådd Europa. 15 dager etter ulykken ble spor fra utslippene i Fukushima målt over hele den nordlige halvkule. Den 13. april hadde radioaktive stoffer spredd seg til den sørlige halvkule og blitt målt på stasjoner i Australia, Fiji, Malaysia og Papua New Guinea. Målestasjonene kunne påvise at disse radioaktive stoffene kom fra en atomkraftulykke. De informerte også om at de målte verdiene av radioaktivitet var så små at det hadde ingen innvirkning på helse og miljø. (5) Det som blir underkommunisert i slike meldinger er at disse radioaktive isotopene ikke finnes i naturen, men er menneskeskapte, og at det ikke er noen nedre grense for den skadelige virkningen av radioaktivitet. I en undersøkelse gjort i åtte byer nordvest i USA er det påvist en økning i barnedød hos barn under ett år. (6) Undersøkelsen er utført i en periode på fire uker før Fukushima sammenlignet med ti uker etter. Og spørsmålet er: Kan dette ha Fukushima-katastrofen som årsak? Dette spørsmålet stiller forskerne seg. Noen av de isotopene som kommer ut fra de ødelagte reaktorene er jod (I-131), strontium (Sr-90) og cesium (Cs-134 og Cs-137) som alle blir tatt opp i matkjeden og i vann. Når mennesker får dette inn i kroppen gjennom mat og innpusting konsentrerer jod seg i skjoldbrusk-kjertelen, strontium i bein og tenner og cesium i kjøtt og muskler, inkludert hjertet. Foster og babyer er mer utsatte for dette på grunn av at cellene deler seg fort og dosen de mottar blir større enn hos voksne. Vi vet at radioaktiv stråling skader levende celler. Mye ny forskning de siste tiårene viser at selv ved små doser kan stråling føre til kreft og

genskader. I USA er det påvist sammenheng mellom foster- og barnedød og utslipp fra atomindustrien. (7) Etter Tsjernobyl for 25 år siden er det påvist økt antall av syke og svake nyfødte, og et øket antall aborter og dødfødte, spesielt like etter nedsmeltingen av reaktoren. Dette er påvist ikke bare i de tidligere Sovjetrepublikkene som fikk det meste av nedfallet, men også i mange land i Europa. Lignende funn er også gjort i dyr og planter i områder med stor radioaktiv forurensning. (8)

FN sitt engasjement i Fukushima katastrofen

En ekspertgruppe fra International Atomic Energy Agency (IAEA) som er FN sin ekspertorganisasjon på atomspørsmål, har vært på to ekskursjoner til Fukushima for å samle inn informasjon og for å gi faglig hjelp. Både IAEA og Regjeringen i Japan har sendt flere rapporter til FN. (9)

Den 22. september innkalte Generalsekretær Ban Ki-Moon til et høynivå møte i FN om atom-sikkerhet. En uke før hadde han gitt ut en fyldig rapport som hele FN systemet stod bak om betydningen av Fukushimaulykken. (10) Internasjonal kvinneliga for fred og frihet (WILPF) ga samtidig ut en rapport som heter "Kostnader, risikoer og myter om atomkraft" til dette møtet. Rapporten er ført i pennen av Ray Acheson, leder av WILPF-prosjektet Reaching Critical Will. Rapporten består av en hoveddel og en samling av mindre innsendte bidrag fra WILPF medlemmer i mange land, også fra Norge. (4)

WILPF sin evaluering av FN rapporten om atomsikkerhet og Fukushima

I sin grundige vurdering av FN-rapporten med bidrag fra hele 16 FN avdelinger, starter Ray Acheson med å beklage at IAEA fungerer som en ledende koordinator for hele studien. Selvsagt er det IAEA som har ansvaret for saker som angår atomsikkerhet, men organisasjonen er også ansvarlig for å utbre bruk av atomenergi i hele verden. Å bruke en organisasjon med en slik konflikt innebygd i sitt mandat til å koordinere rapporten om atomsikkerhet måtte føre til den overveldende pro-atomkraft skjevheten som går igjen gjennom hele rapporten. IAEA fastholder at atomenergi fortsatt er viktig for å bekjempe fattigdom og ignorerer det fakta at atomkraft er dyr og sentralisert og derfor gjør lite for å hjelpe til med å bringe elektrisitet til små jordbruksbefolkninger. De hevder også at atomenergi er viktig for å redusere klimagassutslipp. Dette blir sterkt tilbakevist i WILPF sin rapport. All diskusjon om sammenhengen mellom atomkraft og atomvåpen mangler i FN-rapporten. Det samme gjelder gruvedrift og avfallsbehandling. Alt dreier seg om sivile atomkraftverk i drift og det er selvsagt sterkt understreket at sikkerheten må bli bedre. Ray Acheson påpeker at det er spesielt

beklagelig at Verdens helseorganisasjon (WHO) sitt bidrag i denne rapporten er så svakt. (11)

Generaldirektøren for IAEA, japaneren Yukiya Amano, sa i sin tale på møtet i FN 22. September at Fukushima Daiichi var en grusom ulykke, men det betydde ikke slutten på atomkraft. De siste prosjektplanene til IAEA viste at global bruk av atomkraft vil komme til å øke de neste tiår, om ikke så fort som tidligere planer antok, hevdet han. (12) I WILPF sin rapport til dette møtet, som beskriver alle sidene ved atomkraft, blir det derimot konkludert med at denne form for energiproduksjon aldri kan bli sikker eller økonomisk.

I desember 2011 kom det endelig en større uavhengig rapport om Fukushimaulykken. De tidligere rapportene fra TEPCO, som eier og driver Fukushima, og fra IAEA, som er en pådriver for sivil atomkraft i hele verden, kan ikke ventes å være uavhengige. Rapporten kom 26. desember 2011 og komiteen som står bak den er ledet av professor emeritus Yotaro Hatamura fra Tokyo Universitet. (13) Rapporten er på over 500 sider og komiteen har brukt 900 timer på å intervju 456 mennesker i løpet av seks måneder. Likevel er ikke dette den endelige rapporten. Den ventes først å komme sommeren 2012. Det mangler flere viktige intervju, blant annet med den tidligere statsministeren Navto Kan og andre fra regjeringen. Rapporten har avdekket

tidligere falske rapporter om atomsikkerhet og kvalitetskontroller ved japanske atomkraftanlegg og inneholder en sterk kritikk av Atomkontrollen i Japan, NISA (Nuclear Industrial and Safety Agency). Rapporten kritiserer også regjeringen for den måten den har behandlet de 160 000 tvangs-evakuerte på. Regjeringen har ikke gitt noen informasjon om hvor mange som kan returnere, og når. (13)

I desember 2011 annonserte regjeringen i Japan at rivning og opprydding (decommissioning) i Fukushima Daiichi vil ta 30 til 40 år. Dette gjelder bare reaktorene og ikke omgivelsene, som for det meste består av jordbruksland. Oppryddingsmannskaper planlegger å fjerne brukt brennstoff fra reaktorene før 2014, mens fjerning av rester av smeltet brennstoff vil ta tiår. Mange hevder at dette er urealistisk og at oppryddingen vil ta mye lenger tid. En offisiell rådgiver har regnet ut at oppryddingen vil koste omkring 15 milliarder USD, mens andre eksperter sier at det kan bli tre ganger så mye. (3)

Enda mangler vi nok informasjon og kunnskap til å kunne evaluere Fukushimaulykken og konsekvensene den vil ha for helse, miljø og økonomi, ikke bare for Japan, men for hele verden. Men det er grunn til å frykte at denne ulykken, på samme måte som Tsjernobylulykken, vil vokse med tiden.

Litteratur:

1. www.chainehumaine.org
2. Schneider, Mycle et al: *The World Nuclear Industry Status Report 2009*, Paris 2009
3. *Nuclear Monitor*, January 13, 2012/No.740
4. *Reaching Critical Will: Costs, risks, and myths of nuclear power*. NGO world-wide study on the implications of the catastrophe at the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station
5. *Fukushima-related measurements by the CTBTO*
(www.ctbto.org/press-centre/highlights/2011/fukushima)
6. Sherman D., Janette: *Is the Increase in Baby Deaths in the US a Result of Fukushima Fallout?* www.counterpunch.org/2011/06/10
7. Sternglass E. J.: *Infant Mortality and Nuclear Power Generation*, hearings of the Pennsylvania Senate Committee on Reactor Sitting, Harrisburg, Okt.1970
8. Yablokov, Alexey V.: *Chernobyl Consequences of the Catastrophe for People and the Environment*, New York Academy of Sciences, New York 2009
9. Nuclear Emergency Response Headquarters. Government of Japan: *Additional Report of the Government to the IAEA-The Accident at TEPCO's Fukushima Power Stations*, September 2011
10. SG/HLM/2011/1: *United Nations system-wide study on the implications of the accident at the Fukushima Daiichi nuclear power plant*. Report of the secretary-General. UN 16 August 2011
11. Acheson, Ray: *Assessment of the UN system-wide study, Reaching Critical Will*, New York 22 September 2011
12. Yukiya Amano, Director General: *High-level meeting on nuclear safety and security. Opening Statement*. International Atomic Energy Agency, New York 22 September 2011.
13. www.bloomberg.com/news/2011-12-27/fukushima

Uranvåpen

Når vi snakkar om uranvåpen meiner vi våpen som brukar metallet uran (kjemisk symbol U) og legeringar av uran som ammunisjon og armering. Uran til dette føremålet er for det meste utarma uran (DU), men kan også vera natururan (NU), gjenvunne uran (RU) og anrika uran (EU). Avkortinga kjem frå dei engelske namna: depleted uranium, natural uranium, recycled uranium og enriched uranium. Av anrika uran skjel vi mellom låganrika uran (low enriched uranium LEU) og høganrika uran (highly enriched uranium HEU).

Uran er det tyngste av alle grunnstoff som fins i naturen. Vi finn det i jordsmonn og berggrunn i kjemiske sambindingar, som regel i veldig små konsentrasjonar. Berre steinen inneheld nokre tidelar promille uran blir steinen kalla uranmalm. Uran er det viktigaste råstoffet for produksjon av atomkraft og atomvåpen. Over heile verda er dei rike og godt tilgjengelige uranførekomstane snart oppbrukte. Med dagens forbruk reknar ein med at det er nok til opptil 80 års vidare drift i atomindustrien.

Alle atomkjernar er bygde opp av proton og nøytron. Det er talet på dei positive protona som avgjerer grunnstofftypen og dei kjemiske reaksjonane til atomet. Men det finst ei rekke isotopar av kvart grunnstoff. Desse skjel seg frå kvarandre ved at talet på dei elektrisk nøytrale nøytrona er ulike i dei ulike isotopane. Det er vanleg å gi opp summen av proton og nøytron i ein atomkjerne for å avgjere kva for ein isotop det er snakk om. Den vanlegaste uranisotopen har 146 nøytron i kjernen i tillegg til dei 92 proton som er i alle urankjerner. Denne uranisotopen har til saman 238 partiklar i kjernen. Det skriv ein slik: U-238.

Uran førekjem i naturen som tre ulike isotopar: U-238 (99,27%), U-235 (0,72%) og U-234 (0,0055 %). Halveringstidene til desse isotopane er i same rekkefølge: 4,468 milliardar år, 703,8 millionar år

og 245.500 år. Alle uranisotopane er radioaktive og sender ut α -partiklar. Dei isotopane som har lengst halveringstid er minst radioaktive. U-235 er i tillegg fissil. Det betyr at når kjernen blir treft av eit nøytron deler han seg i to nye radioaktive stoff, sender ut to tre nye nøytron og energi. Det er denne energien som blir utnytta både i kjernekraft og i bomber. Dei to nye radioaktive stoffa som blir danna, omkring 200 ulike spaltingsprodukt eller fisjonsprodukt, utgjer det høgradioaktive avfallet. For at uranet skal kunne brukast i eit vanleg kjernekraftverk må konsentrasjonen av U-235 vere større enn i naturen. Natur-urane må anrikast slik at innhaldet av U-235 blir auka frå 0,7% til ca 3%. Som den primære komponenten til ei atombombe blir uran anrika til over 90 %. Slik blei Hiroshima-bomba laga. Det same anlegget kan brukast til begge deler, og mange fryktar at Iran brukar sine anrikingsanlegg til å produsere bomber. Sjølv hevdar dei at dei anrikar uran berre til bruk i atombrensel. Når natururan blir anrika blir han delt opp i to grupper, anrika uran (EU) og utarma uran (DU). Definisjon på utarma uran er at den inneheld mindre U-235 enn i natururan, som regel er det mellom 0,2% og 0,4% U-235. Utarma uran er om lag 40 % mindre radioaktivt enn natururan. Dette er viktig å merke seg sidan det ofte blir brukt som eit argument for at DU er så svakt radioaktivt at det kan forsvarast å bruke det til ammunisjon.

Sidan natururan inneheld så lite U-235, går det med store mengder natururan ved anrikinga og det blir produsert mykje utarma uran. Produksjon av 1 kg uran (LEU) til atombrensel i eit vanleg atomkraftverk vil gi 6-7 kg DU, og produksjon av 1 kg uran (HEU) til atomvåpen vil gi omkring 150 kg DU.

Eit vanleg atomkraftverk brukar omkring 30 tonn LEU i eit år. Dersom vi gangar dette med talet på reaktorar i verda, som er cirka 440, og vidare med talet på driftsår, som for mange reaktorar er mellom

30 og 40 år, så skjønner vi at det finst store mengder med utarma uran. For atomindustrien er dette avfall, og i tillegg eit problemavfall, både på grunn av dei store mengdene og på grunn av eigenskapane til stoffet. Det ligg lagra i store mengder ved alle anrikingsanlegg i verda. I 2001 var det 1,3 millionar tonn på lager og det aukar med 50.000 tonn kvart år.(1,2)

Urangruver

To tredjedelar av verdsproduksjonen av uran er i dag i hendene til fire store internasjonale gruveselskap. Rundt 70 prosent av uranreservane i dag ligg i urfolk område. Uranutvinning øydelegg landsbyane deira, røvar frå dei jakt- og jordbruksland og forgiftar vasskjeldene. For å utvinne eitt tonn natururan ligg det igjen 10.000 tonn oppmalen stein som inneheld mange tungmetall og radioaktive stoff. Store støvhaugar og store innsjøar av slam er radioaktivt avfall som urangruvedrifta etterlet seg. Det må handsamast og lagrast i hundre tusenvis av år og det kostar masse pengar. Tyskland betalte 6,5 milliardar euro for å rydde opp etter urangruvedrifta i DDR. Folk som arbeider i gruvene og lever i nærleiken, blir sjuke av kreft og andre sjukdomar. Uran til elektrisitetsproduksjon, uranammunisjon (DU) og atomvåpen kjem frå dei same gruvene. Atomstatane er avhengige av råstoffimport og multinasjonale selskap.(3)

Anrikingsanlegg

Det er utarma uran i metallform militære kan bruke. Dette må vere ein ønskjesituasjon for begge dei involverte partane. For atomindustrien er dette eit avfall dei ønskjer å bli kvitt. For våpenindustrien og krigsherrane er det kjempeeffektivt, fins i store mengder og vi må rekne med at dei får det billeg. Før anrikinga blir natururanet overført til ein fluorforbindelse, uranheksafluorid UF_6 , populært kalla "hex". Etter anrikinga blir den utarma "hexen" lagra i tønner i form av eit salt som sublimerer til ein gass ved 56,4 grader C. Gassen er veldig reaktiv og danner med vatn ein giftig og korroderande gass. Den tærer på tønnene slik at dei må overvakast og haldast ved like. Det er dyrt og risikabelt. Hexen kan omdannast til uranoksid som er et kvitt pulver, eller til uranmetall. I denne form har det historisk blitt brukt i sivil industri. Men etter ny kunnskap om helseskadar har det blitt strengare reglar for dette. Atomindustrien har prøvd å kvitte seg med utarma uran ved å dumpe det i havet eller blande det i fyllmassar og bygningsmateriale. Men etter IAEA sin definisjon av radioaktivt materiale skal DU deponerast som lågaktivt atomavfall. Dette må også Pentagon ta omsyn til. Når dei står for lagring, transport og produksjon som inneheld utarma uran må dette registrerast i spesielle skjema. Våpenekspertar kan dermed finne ut kvar, når og kor

mykje som blir brukt i det militære i USA. Men i andre enden der uranammunisjon blir spreidd i miljøet og forureinar jord, vatn, planter dyr og menneske er det ingen kontroll eller meldeplikt. Det blir også avslørt ulovlege metodar for å kvitte seg med dette avfallet når lagera blir for store. Greenpeace og Bellona påviste i 2008 at anrikingsanlegget i Gronau i Tyskland har sendt fleire tusen tonn utarma uran til Russland, offisielt deklart som "kjernebrennstoff". Selskapet Urenco i Tyskland betalar det russiske selskapet Tenex for å bli kvitt avfallet. I Russland blir behaldarane lagra under open himmel ved atomanlegg i Ural.

I dag er det 23 anrikingsanlegg i bruk, under konstruksjon eller planlegging, fordelt på 12 land. Berre to er gassdiffusjonsanlegg, mens alle dei andre er sentrifuger. USA planlegg eit stort laseranrikingsanlegg i Nord Karolina. I India og Pakistan er dette militære anlegg, mens alle dei andre er sivile. Men det er berre anlegget i Iran vi høyrer om i media.(4)

Eigenskapane til metallet uran

Uranmetallet oksiderer i luft og er bløtt, plastisk og kan pussast skinande blankt. Det har eigenvekt 19 g/cm³ (bly 11,3 g/cm³). Dersom det blir finfordelt i luft er uranmetallet brennbart. Det er pyroforisk. Når det brenn kan temperaturen stige til over 3000 grader C og det blir danna ei blanding av uranoksid i form av små partiklar heilt ned til ein diameter på nokre nanometer (nm). Desse partiklane oppfører seg som en gass, nokre løyser seg opp i væske og andre ikkje. Dei kan halde seg svevande lenge og vandre over store område. Både soldatar og sivile i område kan puste det inn og få det i seg gjennom mat og drikke. I 1999 blei det påvist i lufta over Hellas etter bruk i Serbia, og i 2003 hevda Chris Busby at det blei påvist luftborne uranpartiklar over London frå bombinga i Irak.

I alle former for uran, bortsett frå høganrika, er det isotopen U-238 som dominerer. Han sender ut α -partiklar med energien 4,2 MeV og γ -stråling med energien 48 keV og har ei halveringstid på 4500 millionar år. Alfapartiklane er tunge og har kort rekkevidde, gammastrålinga er svak, og aktiviteten er liten. Difor blir uran rekna for å vere svakt radioaktivt og ufarlig for menneske. Dette blir brukt som eit hovudargument av dei som forsvarar bruken av uran til ammunisjon og armering. Dette blir og understreka i rapportane frå WHO (Verdshelseorganisasjon) og FFI (Forsvarets forskings institutt). At uran er lite radioaktivt er rett så lenge uranet ligg i steingrunnen, kjemisk bunde og i små konsentrasjonar. Men når det blir manipulert av menneska, utvunne, konsentrert, påtent og førekjem som nanopartiklar i luft og lunger og er oppløyst i kroppsvæske og har funne vegen til næringskjeden, har det ein helt annan verknad. Alle uranisotopane

er kjemisk giftige. Nanopartiklane som blir danna når uran brenn går rett gjennom celleveggene i kroppen. Slike partiklar finst ikkje i naturen og kan ikkje samanliknast med uranpartiklane i urangruvene. At uran oppteke i kroppen hos menneske og dyr kan føre til skade på DNA, er kjent frå forskning heilt tilbake til 40-talet.(5)

Bruk av uran til ammunisjon

Uran er ikkje eksplosivt. Grunnen til at det likevel er så brukbart som ammunisjon er at det er tungt og sjølvantenneleg. Når det blir skote mot eit hardt mål med stor fart blir den kinetiske energien omdanna til varme og uranet brenn med ein temperatur i flammen som ligg mellom 3000 og 6000 grader C. Til samanlikning så er temperaturen i flammen når vanleg sprengstoff (TNT) brenn berre 575 grader C. Som vi har sett finst DU også i store mengder og er billig og lett å få tak i. Treff urangranatane eit blautt mål som vatn eller jord blir ikkje temperaturen høg nok til at uranet tek til å brenne. I slike tilfelle ligg uranet og løyser seg opp i vatn og jord over tid, og forureinar miljøet. Når uran brenn, så brenn også andre metall som finst i nærleiken, som stål, jern, nikkel, aluminium og blir til ei gassblanding av giftige tungmetall saman med den radioaktive og kjemisk giftige urangassen.

Sjølv om uranammunisjon har blitt brukt i snart 50 år, var det først i Golfkrigen i 1991 at DU-ammunisjon blei utprøvd i stor stil i ein verkeleg krig. DU blei brukt av både USA og Storbritannia som panserskyts som inneheldt 4-5 kg DU, og 30 millimeter prosjektil med ei vekt på 0,3 kg, samt i rakettar og som armering av panserkjøretøy. I dag reknar ein med at mellom 300 og 800 tonn DU-metallbitar og støv ligg strødd over jord og vatn over delar av Kuwait, Saudi-Arabia og Irak på grunn av denne krigen. Dei irakiske tapa i den første Golfkrigen var enorme med mange hundretusen døde og sår, medan USA rekna med eit tap på 294 soldatar, der meir enn halvparten døde på grunn av "friendly fire". Dette blir brukt som bevis på kor effektiv den nye ammunisjonen og den høgteknologiske krigen var. Det som ikkje er teke med her er dei døde og kronisk sjuke amerikanske veteranane i ettertid.(6)

Ulike typar uranvåpen

Sidan 1991 har det blitt utvikla nye våpensystem mot harde og nedgravne mål. Uranammunisjon har blitt brukt i Desert Storm 1998, Bosnia 1994-95, Kosovo og Serbia 1999, og Irak 2003. Mange hevdar at det også blei brukt og blir brukt i Afghanistan. Dette er ikkje sikkert påvist og både USA og NATO nektar at dei har brukt det der.

I 2002 påviste UNEP (United Nations Environmental Project) spor av isotopen U-236 i DU-metall dei fann i kamposonene i Kosovo. Denne isotopen finst ikkje i naturen, men har blitt til inne i reaktoren.

Det betyr at det uranet som er brukt her stammar frå gjenvunne uran (RU). Det blei og funne spor av plutonium og spaltingsprodukt etter fisjon. Dette har blitt omtalt som "Kosovo-DU-skandalen".

Ei gruppe frå UMRC (Uranium Medical Research Center) rapporterte om funn av store konsentrasjonar av natururan (NU) i bombekrater i Afghanistan etter "hard-target" bombinga i 2001. Chris Busby hevdar å ha påvist anrika uran (EU) i bombekrater i Libanon i 2005.

Det ser ut som det militære brukar ulike former av uran. Er det nye våpen som blir utprøvde? Eller er det forsøk på å skjule bruk av DU? Ordet uranammunisjon dekkjer alle desse typane. Analyse av prøvar kan lett påvise isotop-samansetninga slik at ein kan finne ut kva slags type uran det dreiar seg om i kvart tilfelle. Det er grunn til å tru at det meste av uranammunisjonen som blir produsert inneheld utarma uran sidan det finst i så store mengder og atomindustrien ønskjer å kvitte seg med det. Nokon stader er det også store lager av gjenvunne uran, som til dømes i Sellafield. I siste årsrapporten til Nuclear Decommissioning Authority (NDA), den noverande operatøren av Sellafield, står det at Forsvarsdepartementet eig 3000 tonn og utanlandske kundar eig 2500 tonn med gjenvunne uran (RU) som er lagra der.(7)

Kven brukar og produserer DU-våpen?

Ein reknar i dag med at 18 land har DU-våpen i sitt arsenal. Det er: USA, Storbritannia, Frankrike, Russland, Kviterussland, Hellas, Tyrkia, Israel, Saudi Arabia, Bahrain, Oman, Egypt, Kuwait, Pakistan, Thailand, Kina, India og Taiwan. Det er og standard ammunisjon i NATO. Men Tyskland har utstyrt sine tanks med wolframammunisjon, og Belgia har vedteke eit forbod mot produksjon, lagring og bruk av uranammunisjon.

I Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI) sin rapport frå 2001 er det ei liste over 16 kjende ammunisjonstypar som inneheld DU. Innhaldet av uran varierer frå 70 g til 7 kg. Dei blir brukte i kanoner og ulike typar skytevåpen og blir skotne ut frå stridsvogner, fly, helikopter og skip. Uran blir også brukt til pansring av stridsvogner og militære kjøretøy, til vektbalansering i fly og helikopter, til vern mot radioaktiv stråling og i rakettdrivne penetratorar. Det blir heilt sikkert brukt av USA, Storbritannia, Frankrike og Russland. Det blir produsert av tre selskap i USA; Aerojet, Alliant Techsystems (ATK) og General Dynamics. BAE Systems i Storbritannia produserte uranammunisjon inntil 2003 då dei slutta av miljøomsyn. I Frankrike er det Nexter (Giat Industries) og i Pakistan er det Ordonance Factories som produserer denne typen ammunisjon. Det blir og produsert i mange andre anlegg i Frankrike, Kina, India, Serbia, Pakistan og tidlegare Sovjet.

Dei amerikanske stridsvognene M1A1 og

M1A2 har innleggsplater med mellom eitt og to tonn utarma uran på kvar vogn. Det amerikanske flyet A-10 Thunderbolt (også kalla Warthog) brukar uranammunisjon. Det gjer også Harrier-flya, Apache helikoptera og stridsvognene M1. Dei nye flya Joint Strike Fighter F-35, som også Noreg skal kjøpe, er planlagd for uranammunisjon. Styrde bomber, "cruise missiles", bunker bomber og rakettar inneheld tungmetall der litt av det, eller alt kan vere uran, men dette er ikkje dokumentert.

Det er kjent at USA har eksportert uranammunisjon til Egypt, Israel, Jordan, Pakistan, Saudi-Arabia og Tyrkia. Ein reknar med at Russland har eksportert til Finland, land i Aust-Europa, India og Syria, men det er dårleg dokumentert.(5,8)

Offisielle rapportar om helse og miljøeffekt ved bruk av DU i ammunisjon

Den intense og aukande interessa for helse til soldatane som deltok i den første krigen i Irak i 1991 og i konfliktane på Balkan i åra etter, og sivilbefolkninga i desse områda, har ført til kunnskap om at helseeffekten ved bruk av uranammunisjon er mykje større enn militæret som brukte det, og regjeringane som godtok bruken, har hevda. Pentagon, NATO og EU har heile tida nekta for at det er nokon samanheng mellom påvist sjukdom hos veteranane og sivilbefolkninga, og bruken av uranvåpen. Støtte i dette har dei fått frå FN organisasjonane World Health Organization (WHO), International Atomic Energy Agency (IAEA), United Nations Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) og United Nations Environment Programme (UNEP).(9)

WHO kom med ein stor rapport i 2001 med tittel: *Depleted Uranium. Sources, exposure and health effects*. Denne rapporten har blitt følgd opp med mindre rapportar, den siste så langt kom i 2008. Rapporten frå 2001 er ei grundig, historisk og teoretisk handsaming av uran og helseproblem. Dei byggjer på erfaringane med arbeidarane i urangruver og i atomindustrien. Felles for desse rapportane er at dei ikkje tek opp det spesielle med nano-partiklane og blandinga med andre giftige tungmetalloksid i DU-gassen. Denne gassen inneheld partiklar som ikkje finst i urangruver og atomanlegg. Dei har unnlåte å vise til ei heil rekke med fagfelleverderte artiklar som er publiserte. Dei nemner ingenting om den mutagene og kreftframkallande effekten av DU. WHO blei i FN-resolusjonen i 2008 bedt om å komme med ein oppdatert ny rapport til dette skulle takast oppatt i FN i 2010. Det fekk dei ikkje gjort, men har sagt i frå om at dei arbeider med saka. (2)

I WHO sitt siste skriv til generalsekretæren i FN i 2008 skriv dei at dei vil oppdatere seg på nye epidemiologiske og eksperimentell granskingar, men ventar ikkje å komme fram til nye konklusjonar. Dette er jo eit politisk standpunkt og ikkje eit vitskapleg.

WHO byggjer på International Commission on Radiological Protection (ICRP) sin modell når dei reknar ut strålingsdosar og har akseptert risikovurderinga frå International Basic Safety Standard (BSS). Denne byggjer på ein "tap/vinning teori", som aldri kan brukast på risikovurdering av våpen. Når det gjeld uranvåpen så vil dei menneska som er skada av desse våpna aldri oppleve fordelene ved dei.

WHO understrekar at det er mykje vi ikkje veit, og at vi treng meir forskning. Men dei foreslår ikkje "føre-var prinsippet" som vart så sterkt framheva på den store miljøkonferansen i Rio i 1992. Tvert i mot slår dei fast at generell gransking og målingar for å finne mogelege DU- relaterte helseeffektar i folkegrupper der dette har blitt brukt, ikkje er turvande. Dette står heilt i strid med WHO sitt hovudoppdrag: å verne menneska på jorda mot miljøskadar og sjukdom.

IAEA har evaluert miljø- og helseeffekt av uranvåpen i dei forureina områda i lag med UNEP og WHO. Dei har fagfolk når det gjeld radioaktivt materiale og har både ansvar for rådgjeving og tilsyn med forsvarleg bruk og lagring av dette. IAEA gir som råd til dei nasjonale styresmaktene når det gjeld miljø-forureining etter bruk av uranammunisjon at dei skal samle saman alle restane etter DU-ammunisjonen og alt krigsutstyr som har vore i direkte kontakt med denne ammunisjonen. Så skal dei isolere det på ein høveleg stad langt unna menneske og matproduksjon til det til slutt kan bli trygt deponert som lågradioaktivt avfall. Men nokon stader kan det vere nok å dekke over den forureina jorda med rein jord, hevdar dei. Generelt konkluderer IAEA med at den radiologiske risikoen er liten og kan kontrollerast med enkle tiltak frå dei nasjonale styresmaktene. Med dette har IAEA blokkert internasjonal hjelp til dei forureina områda og folka som bur der.

I Noreg ga Forsvarets Forskingsinstitutt (FFI) ut rapporten: *Ammunisjon med utarma uran-Bakgrunn og virkninger*. Dei viser til WHO sin rapport som kom nokre månader før og hevdar at det i litteraturen ikkje finst bevis på at soldatane under Golfkrigen skulle ha vore utsett for så mykje utarma uran at det ville føre til negative helseeffektar.(5)

Alle dei nemnde rapportane har det til felles at dei ikkje byggjer på epidemiologiske granskingar av veteranane og folk i dei aktuelle områda, men på teoretiske utrekningar og vurderingar.

Andre kjelder til informasjon om DU og helse

Det er dei nemnde offisielle rapportane både politkarane og det militære viser til når dei godtek bruken av uranvåpen. Men det finst mange andre pålitelege kjelder til kunnskap om desse våpna. Dei første som reagerte var journalistar, folk i hjelpeorganisasjonar, uavhengige forskarar

og veteranorganisasjonar. Det kom dramatiske meldingar frå Basra i Irak midt på nittitalet om misdanna nyfødde og auke i mange typar kreft og barneleukemi. Journalisten John Pilger og forskaren dr. Rosalie Bertell var tidleg ute med informasjon om dette.

Det har og blitt arrangert fleire internasjonale konferansar om DU-ammunisjon og konsekvensane for menneske og miljø. Den største hittil var i Hamburg i 2003. Konferansen hadde tittelen "Atomkrigens Trojanske hest". Der var samla 200 deltakarar frå 21 land og 5 kontinent og foredrag vart haldne av 35 forskarar, veteranar, sivile eksponert for DU, ekspertar på Internasjonal humanitær lov (IHL) og NGO-ar. Det blei lagt fram mykje dokumentasjon. Fem forskarar frå Irak la fram sine vitenskaplege arbeid, og fekk ros for det solide arbeidet dei hadde fått til under særdeles vanskelege tilhøve. Eg vil berre sitere litt frå det Dr. Jawad Ali-Ali sa. Han la fram statistikkar, foto, videoar som viste effekten av DU på folket i Sør Irak. Han rapporterte om auke i kreft, abort, fødselsskade, muskelsjukdommar, nervesjukdommar, lunge- og nyresjukdommar. Dei observerte fenomen som dei ikkje hadde sett før 1991, lokal opphoping av kreft, familiar der mange av medlemmene hadde kreft, og personar med 3-4 ulike typar kreft på same tid. Han hadde arbeidd som lege i dette område i 35 år og hadde aldri opplevd slike tilfelle. Han hadde og funne ein samanheng mellom barneleukemi og fedrar involvert i Golfkrigen. Dr. Jawad Ali-Ali som er leiar av eit kreftsjukehus i Basra får i dag økonomisk støtte frå UD i Noreg til forskinga si. Der er å håpe at WHO er merksame på hans resultat når dei etterlyser ny forskning.(6,10)

Historia til Kenny Duncan frå Edinburgh vart og fortald på denne konferansen. Han opplevde å bli alvorleg sjuk etter deltaking i Golfkrig. Han fekk tre barn etter krigen som hadde alvorlege symptom. Både han og barna vart testa ved eit forskingssenter for sosialmedisin i Tyskland. Dei fann same type kromosomskade hos alle som var typiske for strålingseksponering, og DU vart påvist i kroppen hans. Han vann rettssaka om økonomisk erstatning. Ei slik undersøking kostar 5000 euro per person og få veteranar har råd til det.

Ein ekspertrapport som åtvare mot eksponering av uran frå amerikanske og britiske våpen brukt i Iran var ferdig i 2001, men vart halden hemmeleg. Rapporten hevdar at bruk av uranammunisjon vil føre til alvorleg skade på helsa til sivilbefolkninga i landet. Han var utført av tre internasjonalt kjende forskarar på radioaktivitet og helse og var leia av Dr. Keith Baverstock som var WHO sin ekspert på dette fagfeltet i 11 år. Baverstock sa i eit intervju i *Sunday Herald* 22. februar 2004: "Granskinga vår viste at den utbreidde bruken av DU i Irak kan utsette folket der for ein stor helsetrussel. Vi har aukande vitenskaplege bevis for at cellene

i kroppen blir skada av radioaktiviteten og den kjemiske gifta i frå uranammunisjon i større grad enn vi før har trudd. Eg trur at arbeidet vårt vart sensurert og holdt hemmeleg fordi WHO ikkje likte innhaldet. Dette er enno eit eksempel på at dei tilsette i WHO bøyer seg for presset frå IAEA, som har som sitt hovudmandat å spreie sivil atomkraft. Hadde denne rapporten blitt publisert då han var ferdig ville det ha blitt eit større press på USA og Storbritannia for å minske bruken av uranvåpen i Irak i 2003, og å rydde opp etterpå." Baverstock sa dette etter at han hadde slutta i WHO.(10)

Situasjonen i dag

Statistikk frå 2003 viser at 240 000 USA veteranar, som deltok i Golfkrig 1, er kronisk sjuke og 12 000 er døde.

To av dei som tidleg gjekk i spissen for å hjelpe dei sjuke veteranane i USA, og forske på dette, er professor Asaf Durakovic (nuklearmedisinar), som no er leiar av Uranium Medical Research Centre (umrc), og Major Doug Rokke som er helsefysikar. Han var med i krigen i Irak i 1991, der han i ettertid fekk på plass reglar for soldatane si handsaming av uranvåpen og uranforureining. Dei har begge mista jobbane og er no aktive i NGO-ar. (11)

I november 2008 vart det publisert ein rapport i USA: *Gulf War Veterans: Scientific Findings and Recommendations*. Det var departementet for veteransaker som hadde bedt Research Advisory Committee (RAC) om ei gransking. Eit hovudpoeng i denne rapporten var at Golfkrig-syndromet, først meldt om i 1991, er ein reell sjukdom med reelle årsaker og alvorlege konsekvensar. Det er ein multi-symptom sjukdom som er kjenneteikna ved kronisk hovudverk, pusteproblem, utslett, problem med å hugse, smerter, kronisk trøytteleik, ustabil humør, diare og kroniske fordøyelse problem. Årsak til den påviste sjukdommen trur dei er vaksinen soldatane fekk og sprøytemiddel brukt for å hindre insektplager. Dei uttrykker uro omkring den potensielle faren ved eksponering av DU og hevdar at det er store hol i kunnskapen om dette. Difor trengst det meir forskning før ein kan komme med anbefalingar på basis av dei få observerte tilfella der ein meinte å kunne sjå ein samanheng mellom eksponering for DU og kreft og misdanning. At innbyggjarane i krigsområda har dei same sjukdomane endå dei ikkje vart utsette for dei same vaksinane og kjemiske giftstoffa som soldatane, er ikkje eit tema. ICBUW seier om denne rapporten at det er ein dom over 17 år med forskning sponsa av regjeringa i USA.

Italia er det einaste landet som hittil har gitt ei stor gruppe sjuke veteranar og etterlatne erstatning etter teneste på Balkan, og har oppgitt DU som medverkande årsak til sjukdom og død. Statistikk frå regjeringa frå 2008 viser at 2358 av veteranane har kreft og 167 er døde av leukemi. Regjeringa har

avsett eit fond på 30 milliardar euro til erstatning, og bevisbyrda for at det ikkje er DU som er årsaka er lagt på regjeringa og det militære.

ICBUW var på ein granskingstur til Balkan i juni 2010 og fann at av dei tre statane Bosnia, Serbia og Kosovo var det berre Serbia som hadde rydda opp nokolunde effektivt etter bruken av DU. Statar som gjenreiser seg etter ei konflikt har ikkje kapasitet til å ta seg av slikt som uranvåpenforureining. Bosnia måtte vente i seks år før NATO tilstod at dei hadde brukt DU, og kvar dei hadde brukt det. I den tida vart dei sivile eksponert unødvendig. Protokoll V i Konvensjonen om konvensjonelle våpen (CCW) har ein standard for merking og identifisering av område der klasevåpen og landminer har blitt brukt. Det same burde gjelde DU. Korleis kan område bli rydda og avstengde dersom autoritetane ikkje veit kvar dei er? Og korleis kan ein forske på helseeffekten av DU utan å vite kvar våpna har blitt brukte? (12)

Irak ventar enno på at USA skal opplyse om kvar dei brukte DU i 1991 og 2003. Likevel røysta USA mot FN-resolusjonen i 2008 som ber om meir forskning på helse- og miljøeffekten av DU. USA hevda at det hadde blitt utført nok forskning til å vise at DU var lovleg å bruke.

Alle dei offisielle rapportane konkluderer med at vi manglar vitenskapleg bevis for at det er ein samanheng mellom uranstøvet og den påviste auke i sjukdom, og hevdar at vi treng meir forskning. Og det er rett at dei store epidemiologiske granskingane av store folkegrupper over lang tid med tilhøyrande kontrollgrupper manglar. Men alle meldingane om helseeffekten av uranvåpen har ført til mange seriøse studiar dei siste tiåra. Dusinvis av fagfellevurderte artiklar har blitt publiserte i anerkjende vitenskaplege journalar. Dette har gitt oss ny innsikt om korleis uranvåpen kan vere årsak til helseskade. Sjølv om laboratorieforsøk med celler og dyr ikkje kan kopiere korleis uranpartiklane oppfører seg inne i kroppen, kan dei gi verdfull informasjon. Det er til dømes påvist at DU kan vere årsak til leukemi hos mus og at det endrar beinceller frå menneske til kreftceller. Denne type forsøk blir brukt til å avgjere tryggleiken til medisinar, mat og kosmetikk, men dei statane som brukar DU hevdar at slike forsøk ikkje er sikre nok til å dømme om effekten av våpen. At uran oppteke i kroppen hos menneske og dyr kan føre til nyreskade, kreft og skade på DNA er kjent frå forskning heilt tilbake til 40-talet. Ein av dei siste artiklane publisert dette året påviser unormal kjønnsfordeling mellom gutar og jenter, auke av kreft og misdanna nyfødd relatert til bruk av uran i krigshandlingar i Falluja i Irak i 2004. (13) I oktober 2009 sende ministeren for kvinnespørsmål i Irak eit brev til presidenten for Generalforsamlinga i FN der ho fortel om dei unge kvinnene i Fallujah som er redde for å føde barn på grunn av det aukande talet på nyfødde med groteske misdanningar. Ho fortel om barn utan

hovud, med to hovud, eit auge og manglande lemer. I tillegg får små barn kreft og leukemi. Ho ber om at Generalforsamlinga i FN må utnemne ein uavhengig komité som kan granske dette. (14)

Dei norske veteranane og DU

I oktober 2007 stod ein mann ved namn Oddvar Haugsdal fram i Bergens Tidende og fortalde at han frykta at ammunisjon brukt i Bosnia var årsak til at han hadde fått beinmergkreft berre 58 år gamal. Han gjorde teneste i Bosnia 15 månader i 1998/99 i område der amerikanske fly nokre år tidlegare hadde brukt utarma uran i ammunisjonen. Dei første symptoma fekk han eit halvt år etter han kom heim. Kor mange norske veteranar frå Bosnia som har fått kreft veit ingen (kanskje Forsvaret veit det?), men *Ny Tid* skreiv i mars 2001 om seks. Haugsdal seier at han kjende tre av desse, og dei er alle døde. Før han sjølv døydde like før jul i 2007 stilte han eit krav til Forsvaret om at alle norske veteranar som har vore i krigssonar må få ein ny helsesjekk.

Meir enn 13 000 nordmenn har opp gjennom åra blitt sendt til land der det har blitt brukt DU. Ca 500 nordmenn deltok i Kuwait/Irak etter at Saddam Hussein var blitt driven ut av Kuwait. 5500 nordmenn deltok i NATO-styrkar i Bosnia og Kroatia i etterkant av krigen frå 1995 til 2004. Noreg har hatt 3500 soldatar og offiserar under NATO-kommando i Kosovo sidan 1999. I den 2. Golfkrigen har Noreg hatt med 163. Brigader Svein Ødegåren bad forsvaret om å teste norske soldatar for uran i urinen før og etter internasjonale oppdrag. Han fikk svaret nei. Det kostar NOK 6000 per soldat, så økonomien kan ikkje vere grunnen. I 2005 skreiv han i *Norsk Militært Tidsskrift*: "Ingen veit kor mange norske soldatar som går omkring med DU i skjelettet etter å ha vært en eller fleire gonger i område der slik ammunisjon har blitt brukt". Då han skreiv dette hadde han gått av med pensjon. Først i 2006 oppretta Forsvaret eit veterankontor som skal ta vare på dei 100 000 soldatane som har tenestegjort i NATO og FN-operasjonar dei siste 50-åra. Organisasjonen SIOPS (Skadde etter internasjonale operasjonar) er oppretta av veteranane sjølv for eit par år sidan. Dei er og opptekne av dei som meiner dei har vore utsette for DU. Krav om erstatning og rettssaker er planlagde.

ICBUW

International Coalition to Ban Uranium Weapons (ICBUW) vart stifta i 2003 og har i dag 157 organisasjonar frå 32 land som medlemar. Målet deira er å få til ein konvensjon som forbyr produksjon, transport, lagring og bruk av uran til ammunisjon og armering av krigsutstyr. Dei har base i Manchester i Storbritannia med ein person fast tilsett og eit styre på 12. Dei har ein vitenskapskomité som gir råd og kritikk. Leiar for komiteen er dr. Katsumi Furitsu som er spesialist i stålingsbiologi og genetikk. Ho

bur i Japan og har forska på dei overlevande etter atombombene i Japan og offera etter Tsjernobyl-katastrofen.

ICBUW har nokre få hovudpunkt i sin kampanje. Først held dei fram føre-var prinsippet i det dei viser til den auka kunnskapen om korleis uran kan skade menneska si helse og til alle problema med å reinske område der uranvåpen har blitt brukt, og til verknaden av DU-ammunisjonen på dei sivile i Irak. Irakiske spesialistar melder om ei dobling av krefttilfelle i Basra og auke i misdanna nyfødde. Korkje USA eller Storbritannia har synt noka interesse i å granske dette. ICBUW trur at utan ei stor langtidsgransking av eksponerte folkegrupper er det umogeleg for dei som brukar DU å rettferdiggjere det.

ICBUW trur at berre ein omfattande uranvåpen-konvensjon kan sikre den medisinske støtte som alle offer for uranvåpenbruk har krav på, og garantere at statar startar oppreinsking av område forureina av uranvåpen.

ICBUW trur at mykje av sjukdommen mellom veteranane frå Irak og Balkan kan knytast til eksponering av uranvåpen og at ei mykje større satsing skulle vore teken av regjeringane for å kartlegge lidingane frå kreft og multi-symptom sjukdomar (syndrom), og hevdar at alle veteranane som lir av golfkrig- og balkansyndrom må undersøkast.

ICBUW hevdar at uranvåpen bryt dei grunnleggande prinsippa om vern av sivile og miljø i krig, som er nedteikna i IHL. Dette er våpen som ikkje skjel mellom soldatar og sivile, fører til stor miljø-forureining og som verkar lenge etter at krigen er over.

ICBUW hevdar også at det er brukarane av uranvåpen sitt ansvar å bevisе at dei ikkje fører til uakseptabel stor skade på sivilbefolkninga og miljøet, også etter at krigen er over. Det kan ikkje vere det sivile samfunnet og NGO-ane sitt ansvar å bevisе desse skadane.(8)

FN-resolusjonar om uranvåpen

I desember i 2007 vedtok generalforsamlinga i FN ein historisk resolusjon som sette søkelys på helsekonsekvensane av utarma uran. Det var Indonesia på vegne av NAM-landa (ikkje-allierte land) som foreslo denne resolusjonen. Det endelege målet deira er å få til ein konvensjon som forbyr produksjon, lagring, transport og bruk av DU til ammunisjon og armering av krigsutstyr. For å få med eit stort fleirtal valde dei eit delmål, å samle inn rapportar frå medlemsland om helsekonsekvensane av DU. Sjølv dèt var det seks land som stemde imot og 36, mellom andre Noreg, let vere å stemme. Då denne resolusjonen kom opp igjen i FNs førstekomité for nedrusting i oktober 2008, kunne dei vise til rapportar frå 15 land. Vi var to observatørar frå IKFF

som fekk følgje dette på nært hald.

Det var venta at resolusjonen denne gongen skulle ha eit sterkare innhald, kanskje eit krav om moratorium. Men det skjedde ikkje. Resolusjonen hadde omtrent same ordlyd som året før og minna dei landa som enno ikkje hadde sendt inn rapport om å gjere dette, til saka skulle opp igjen på 65. sesjonen i FN i 2010. Resolusjonen bad og medlemslanda om å oppfordre dei internasjonale organisasjonane som uttalar seg om helse- og miljøeffekten av DU til å oppdatere og utfylle rapportane sine. I samtale med dei norske delegatane fekk vi vite at den viktigaste grunnen til at Noreg stemde avhaldande i 2007 var nettopp desse rapportane frå IAEA, WHO, UNEP og EU som konkluderer med at det ikkje kan påvisast helseskade ved bruk av uranammunisjon. Men desse organisasjonane hadde sett bort frå forskning som påviste helseskade av DU, og som var tilgjengeleg på den tida rapportane kom ut. I åra etter dette, har det blitt publisert mange nye vitenskaplege, fagfellevurderte artiklar i godkjende fagtidsskrift om helse- og miljøeffekten av DU. I tillegg fins det mengder av ikkje-vitenskaplege rapportar frå seriøse journalistar, legar og hjelpeorganisasjonar som fortel om auke av kreft og misdanna nyfødde i alle land der DU har blitt brukt.

I 2008 stemde Noreg i lag med 141 land ja til resolusjonen om "Effekten av bruk av armering og ammunisjon som inneheld utarma uran". Berre fire land stemde i mot, USA, Storbritannia, Frankrike og Israel. I resolusjonsteksten for 2010 var mykje det same som for to år sidan, men med eit viktig tillegg. Medlemsland som har brukt armering og ammunisjon som inneheld DU i væpna konflikt blir bedne om å gi opp kvar dei har brukt det, og kor mykje, når statar som har blitt utsette for denne type våpen ber om det. Mellom dei som stemde ja denne gongen var det seks Natoland, der Norge var eitt av dei. Saka skal opp i FN igjen om i 2012. Det betyr små steg i rett retning.(15)

Situasjonen i Norge og IKFF sitt prosjekt

Situasjonen i Norge er at vi ikkje har og ikkje brukar uranammunisjon. Så vidt forsvaret veit har det heller aldri blitt brukt i Norge under øvingar i lag med utanlandske tropper, i fylgje FFI. Men vi har lenge samarbeidd med land som brukar denne ammunisjonen og har problemet med veteranane frå internasjonale oppdrag og krigar der uranammunisjon har blitt brukt. Dei har ikkje fått god nok oppfølging med tanke på psykisk og fysisk helse og økonomisk situasjon.

Den 30. november 2010 var det ein lang interpellasjonsdebatt i Stortinget om utarma uran. Laila Gustavsen (A) stilte spørsmål om helsekonsekvensane frå bruken av denne type ammunisjon til utanriksministeren. Ho spurde om utanriksministeren vil ta initiativ til å jobbe

for eit internasjonalt forbod mot bruk av utarma uran. I svaret sitt sa Jonas Gahr Støre at regjeringa ser med alvor på den uro som eksisterer rundt bruken av ammunisjon med utarma uran, men han understreka at det ikkje fins eintydig dokumentasjon eller fellande bevis for samanhengen mellom bruk og helsekonsekvensar. Han sa: "Verdens helseorganisasjon, WHO, FNs miljøprogram, UNEP, og Det internasjonale atomenergi byrådet, IAEA, har alle levert rapporter som påpeker at det ikke har vært mulig å trekke vitenskapelige konklusjoner om at det eksisterer et slikt negativt årsaksforhold mellom bruken av utarmet uran i våpen og helsemessige eller miljømessige konsekvenser. ...[...] Det er ikke tid, slik vi ser det nå, for å ta initiativ til en prosess i retning av et forbud mot bruk av utarmet uran. Men det er tid for å holde saken på dagsordenen, skaffe mer forskning og støtte opp under de internasjonale prosessene som kan bringe mer klarhet til et spørsmål som helt åpenbart trenger mer lys, mer kunnskap for mulig fremtidig handling". Støre orienterte også om det Norge har gjort på dette området. Det vart vedteke alt i 2001 at det norske forsvaret ikkje skulle bruke utarma uran i våpen og ammunisjon. Veka før debatten i Stortinget hadde Forsvaret inngått ein kontrakt med Nammo om å utvikle ammunisjon til F-35 flya. Målet var at den også kunne nyttast av andre kjøparar av flyet som ikkje ønska å bruke uranammunisjon. Støre oppgav som einaste grunn for at utarma uran blir teke i bruk av våpenindustrien at det har svært høg tettleik. Det er rett at det er ein grunn, men ikkje den viktigaste. At DU er eit lågradioaktivt avfall frå atomindustrien som finst i store mengder, og som industrien ønskjer å kvitte seg med, var det ingen som nemde. DU er ikkje lov å lagre, transportere og handsame utan at det blir rapportert, og det skal deponerast etter IAEA sine reglar for radioaktivt avfall. Det var heller ingen som påpeikte at dei rapportane Støre viste til er svært mangelfulle. Det er derfor FN-resolusjonane om DU legg vekt på at alle desse organisasjonane må oppdatere rapportane sine og få med all den nye forskinga som finst.

Den 16. desember 2010 innkalla Seksjon for humanitære spørsmål i UD representantar frå freds- og miljøorganisasjonane til eit møte. Dei fortalde at utarma uran er ei av tre prioriterte saker dei arbeider med for tida. Dei to andre er handvåpen (Small arms) og ein handelsavtale for våpensal (ATT). Når det gjeld DU så gir dei økonomisk støtte til ICBUW sitt arbeid. Norsk Folkehjelp sin representant sa at dei vil starte opp eit arbeid i Sør Irak for å kartlegge omfanget av forureining etter bruken av uranammunisjon og prøve å finne ut korleis ein kan rydde opp. I dette arbeidet er kontakten med ICBUW viktig.

Internasjonal kvinneliga for fred og frihet (IKFF) er ein av to organisasjonar i Norge som er medlem i ICBUW. Arbeidet vårt med DU-ammunisjon

starta etter FN sin Kvinnekonferanse i Beijing i 1995. Dr. Rosalie Bertell fortalde der frå ein tur til Basra i Irak om denne nye ammunisjonen som førde til at småbarn fekk leukemi. Edel Havin Beukes, som hadde jobba med atomspørsmål innan IKFF i mange år, og Eva Fidjestøl var der. Vi starta straks å samle informasjon om DU-ammunisjon og deltok etterkvart på møter og seminar, skreiv avisartiklar og laga eit temahefte. I 2005 overtok IKFF-Bergen med Susanne Urban som leiar dette prosjektet. Vi har arrangert seminar, laga temahefte på engelsk og anna opplysningsmateriale, samla underskrifter mot DU-våpen, delteke på seminar og konferansar i inn- og utland og har teke kontakt med soldatar og veteranar og med media. Vi har og teke initiativ til å opprette Nordisk Nettverk mot Uranvåpen (NNmU) og har hatt utsendingar til å drive lobbyarbeid i FN. Vi har sendt brev til norske politikarar og har hatt god kontakt med UD gjennom mange år. Vi har og teke kontakt med andre norske organisasjonar for å bygge opp ei felles plattform som kan påverke dei norske politikarane til å ta større initiativ i kampen mot uranvåpen. I desember 2010 arrangerte vi eit dagseminar i Oslo der to frå styringsgruppa i ICBUW orienterte om det internasjonale arbeidet og utfordringane framover. Der fekk vi knytt kontakt mellom norske NGO-ar, ICBUW og representantar frå UD og FD.

IKFF ønskjer at den norske regjeringa skal følgje natolandet Belgia sitt eksempel og forby uranvåpen. Vi ønskjer også at Norge skal starte forhandlingar direkte med andre statar for å få til eit forbod.(16)

Konklusjon

Det er mykje vi ikkje veit om produksjon og bruk av uranvåpen. Det gjeld og omfanget av skade på miljø, menneske og dyr. Det som blir sagt og skrive er ikkje alltid like godt dokumentert.

Kvifor tok så USA og Storbritannia i bruk utarma uran i Irak og Jugoslavia?

Bruk av DU i Irak i 1991 braut eit 46 års langt tabu mot bruk av radioaktive stoff i krig. Dette har skapt ein militær vane som har ført til at bruk av radioaktivt materiale i krig blir godteke i dag. Det har blitt hevda at dette vidare kan føre til bruk av nye små atomvåpen i framtida. Dette syner seg til dømes i bruken av symbolet "Den Trojanske hesten", som var namnet på Hamburg-konferansen om DU.

Men det er ikkje nødvendig å bruke slike argument i kampen mot uranvåpen. ICBUW er veldig klare på at det vi veit sikkert om desse våpna er meir enn nok til å krevje eit forbod no. Konklusjonen må bli at det er viktig å støtte ICBUW sitt arbeid på alle måtar. Dette er ein kampanje som arbeider seriøst og målretta. Vitskapskomiteen passar nøye på at ny forskning på dette området blir vurdert og at alle argument som blir brukte er kvalitetssikra og sanne. Vi har ei god sak og treng ikkje å overdrive ved å

bruke argument som ikkje er heilt sikre. Mange hevdar at det har blitt brukt utarma uran i rakettar og bunkerbomber. ICBUW hevdar at det ikkje er godt nok dokumentert. Men det er nok dokumentasjon om bruk andre stader, om helse- og miljøeffekt og om brot på Internasjonal humanitær lov (IHL) frå desse våpna, til at kravet om eit forbod er solid underbygt.

Difor ønskjer vi at Norge ved sida av å støtte

resolusjonen om DU-våpen i FN også kan starte eit arbeid utanfor FN. Vi fryktar at det som går føre seg i FN på dette området ikkje er nok og at det går for seint. Derfor håpar vi at Norge i samarbeid med norske NGO-ar og ICBUW vil makte å starte eit arbeid etter mønster frå Klasevåpenkampanjen (Oslo-prosessen) som kan føre til ein internasjonal avtale som forbyr uranammunisjon.

Litteratur:

1. Fidjestøl, Eva: *Uranium Weapons*, Oslo 2005 (ikff.no)
2. World Health Organization: "Depleted uranium. Sources, exposure and health effects", rapport nr WHO/SDE/PHE/01.1.
3. WWW.100-GUTE-GRUENDE.DE
4. www.Fissilematerials.org
5. Høibråten, Steinar og Dullum, Ove: Ammunisjon med utarmet uran. Bakgrunn og virkninger, FI/RAPPORT- 2001/04471
6. Gut, Anne and Vitale, Bruno: *Depleted Uranium- Deadly, Dangerous and Indiscriminate. The Full Picture*, CADU Manchester 2003
7. Nuclear Decommissioning Strategy, March 2006, www.nda.gov.uk
8. www.icbuw.org
9. UNEP: *Depleted Uranium in Serbia and Montenegro*. Post-Conflict Environmental Assessment in the Federal Republic of Yugoslavia, 2002
10. Baverstock, Keith et al: Radiological toxicity of DU, (Repressed WHO Document) 5.nov <http://www.mindfully.org/Nucs/DU-Radiological-Toxicity-WHO5nov01.htm>
11. Durakovic,A: Medical Effects of Internal Contamination with Uranium, *Croatian Medical Journal* 40(1): 49-66, 1999
12. ICBUW: *The Human Cost of Uranium Weapons*, The Greens in The European Parliament, 2007
13. Busby, Chris et al: Cancer, Infant mortality and Birth Sex-Ratio in Fallujah, Irak, *IJERPH*, 1660-4601, 2009
14. Al-Sammarai, Nawal Majeed: *Re deformed Babies in Falluja*, October 12th 2009
15. www.reachingcriticalwill.org
16. www.ikff.no

International Atomic Energy Agency (IAEA) og World Health Organization (WHO)

Ulike vurderingar av Tsjernobylulukka

Til 20-års markeringa av Tsjernobylulukka kom Tsjernobyl Forum, oppretta i 2003 etter initiative frå IAEA, i samarbeid med seks andre FN-organisasjonar, med ein rapport. Rapporten vart presentert som den mest omfattande evalueringa av Tsjernobyl-konsekvensane for menneske og miljø så langt. Rapporten har fått stor autoritet og blir brukt av regjeringar og industriselskap over heile verda. Rapporten slår fast at atomulukka har vore direkte årsak til 50 dødsfall mellom brannmannskapet og operatørane på kraftverket, 200 krefttilfelle frå akutt stråling og 4000 tilfelle av skjoldbruskkjertelkreft, der berre ni har hatt dødeleg utgang. Dei har og rekna ut at mellom 4000 og 6000 menneske kan komme til å dø av kreft på grunn av nedfallet frå Tsjernobylulukka. Denne rapporten undervurderte og ignorerte store mengder med helse rapportar og vitenskaplege arbeid frå tidlegare Sovjetrepublikkar, og brukte utdaterte modellar for strålevern til å rekne ut helse- og miljøkonsekvensane av Tsjernobylulukka. (1)

Til 25 års markeringa av Tsjernobylulukka gir New York Academy of Sciences ut ei artikkelsamling der dei presenterer medisinske rapportar og vitenskaplege artiklar der dei fleste før dette berre har vore tilgjengelege på russisk. Heile 5000 artiklar ligg til grunn for utvalet. Konklusjonen i denne boka er at hittil har omtrent ein million menneske dødd som resultat av Tsjernobylulukka. (2)

Hovudårsaka til at ei så alvorleg atomulukke blir vurdert så ulikt er ei avtale mellom IAEA og WHO frå 1959 (Res. WHA 12-40, 28. May 1959). (1) Denne avtalen har ført til at IAEA har hatt einerett på å evaluere Tsjernobylulukka og andre atomulukker for å verne om den sivile atomindustrien sitt gode rykte, medan WHO med sine ekspertar på stråling og helse,

har vore sett på sidelinja. (3)

Historia til internasjonalt strålevern

Like etter at dei atmosfæriske atombombetestane starta i Nevada i USA i 1951 vart International Commission on Radiological Protection (ICRP) oppretta. Heile Nord-Amerika blei i 1950-åra til ein stor atombombefabrikk med urangruvedrift, anrikingsanlegg, brenselfabrikkar, atomkraftverk, gjenvinningsanlegg og mange anlegg for å produsere dei ulike delane av atombombene.

Før andre verdskrigen var det medisinarane som leia arbeidet med strålevern, men etter Manhattanprosjektet for å bygge dei første atombombene (1942-45), var det fysikarane som overtok. På grunn av atomløyndomar og nasjonal tryggleik vart ICRP danna slik at medlemmene sjølve skulle både velje og supplere kvarandre og avgjere lengda av medlemsskapet. Ingen profesjonell organisasjon, ikkje ein gong WHO, kan få ein person inn i hovudkomiteen til ICRP, som i dag er retningsgjevande for alt internasjonalt strålevern. Dei foreslår dosegrenser for arbeidarane i atomindustrien og dei vanlege borgarane, som nasjonane er frie til å implementere eller ikkje. Dei fleste land godtek ICRP sine grenseverdier sidan dei ikkje sjølve har ekspertise eller ressursar til å utvikle sine egne standardar. Strålevernet til ICRP bygger på ei avveging mellom risiko og nytte. I retningslinjene deira er dette uttrykt slik: "The main objective of the Commission's recommendations is to provide an appropriate standard of protection for man without unduly limiting the beneficial practices giving rise to radiation exposure."

Kommisjonen har aldri hatt barnelegar, gynekologar, filosofar eller sosialantropologar som medlemmar. Alle medlemmane representerer

folk og miljø som brukar stråling. Kommisjonen er heller ikkje ei gruppe av uavhengige vitskaplege ekspertar. ICRP har aldri teke parti for ofra etter bombetesting, atomulukker eller eksperimentering med radioaktivitet på menneske. Det siste foregjekk i USA i stor grad i tidsrommet 1944-1974.

Då reglane for strålevern først vart utvikla, var det atomkrigen ein planla og frykta. Grenseverdiane vart fastslegne for å verne soldatane og finne ut kor mykje dei tålte utan å bli stridsudyktige. Hovudstraumen av forskning var ikkje oppteken av rapportane om spontanabortar, barn med låg fødselsvekt, auke i barnedød og medfødde misdanningar som følgje av eksponering for radioaktivitet.

Dei første grenseverdiane til ICRP var 150mSv/år. Dette vart redusert til 50mSv for arbeidarane i atomindustrien og 5mSv til vanlege folk. Denne grensa stod fast til 1990, då presset frå meir enn 700 forskarar og legar førde til ny reduksjon. Ei av dei som var aktive i denne aksjonen var dr. Rosalie Bertell som alt i 1984 hadde gitt ut ei handbok for å estimere helseeffekten frå eksponering av ioniserande stråling.(4)

I dag er grensene 20mSv/år for arbeidarane og 1mSv/år til vanlege folk. Uavhengige forskarar hevdar at dette stemmer bra for ytre stråling frå røntgen og gammastråling, men ikkje når det gjeld stråling frå radioaktive isotopar inne i kroppen. Dette er godt underbygt med forskning, spesielt i åra etter Tsjernobylulukka. ICRP blir kritisert for at dei ikkje tek omsyn til dette, men nyttar ein utdatert modell for å fastsette stråledosar. Ei gruppe av uavhengige forskarar med Chris Busby i spissen tok denne utfordringa og stifta i 1997 "The European Committee on Radiation Risk". I 2003 gav dei ut sin første rapport med nye retningslinjer for strålevern. Til dette fekk dei støtte av Dei Grøne og andre medlemmar i Europaparlamentet.(5)

Starten på sivil atomindustri

I 1954 testa USA si første hydrogenbombe og demonstrerte at eit atomvåpen som var tusen gonger sterkare enn Hiroshimabomba kunne lagast. Det var denne hendinga som førde til Dwight Eisenhower si tale om "The Peaceful Atom" i FN der han gjekk inn for sivile atomkraftverk. Dette førde til starten på utvikling av sivil atomindustri parallelt med vidare utvikling av den militære atomindustrien i USA. Sivil atomenergi vart lansert som løysinga på verdas energibehov. FN svara på dette med å opprette "The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation" (UNSCEAR). Denne organisasjonen fekk som oppgåve "å vurdere og rapportere om effektar av eksponering frå ioniserande stråling". I følgje UNSCEAR si heimeside er regjeringar og organisasjonar over heile verda avhengige av komiteen sine vurderingar, som den vitskaplege

basis for å vurdere strålingsrisiko. UNSCEAR vart danna som ein organisasjon av berre fysikarar og det var ofte dei same fysikarane som arbeidde i atomindustrien. Fleire av desse var også medlemmar både i ICRP og UNSCEAR på same tid. Dette betyr at dei same personane er med og bestemmer både reglane for strålevern og den vitskaplege vurderinga av dei. Atomindustrien vart frå starten av ein industri som kontrollerte seg sjølv.

I 1957, også som reaksjon på Eisenhower si tale, oppretta FN organisasjonen "International Atomic Energy Agency (IAEA). Denne organisasjonen fekk som mandat å arbeide for å utvikle og utbreie sivil atomkraftindustri som skulle føre til fred, god helse og velstand over heile verda. Dei skulle på same tid halde kontroll med materiale og teknologi slik at det ikkje vart brukt til å lage atomvåpen, men fekk ikkje noko mandat til å kontrollere dei fem etablerte atomstatane. (USA, Sovjet, Kina, Frankrike og Storbritannia). På grunn av at IAEA fekk som oppgåve å overvake spreiding av atomvåpen, skal dei rapportere direkte til Tryggleiksrådet i FN, og står difor over alle dei andre atomorganisasjonane i FN, som rapporterer til Generalforsamlinga. IAEA har sekretariat i Wien med 2200 tilsette frå 90 land. Dei driv eller støttar forskingssenter og vitskaplege laboratorier i mange land. Inspektørar reiser omkring for å passe på at fissilt materiale og aktivitetar ikkje blir brukt til militære formål. Dei overvakar Ikkjespreiings avtala (NPT) der 145 land i 1970 forplikta seg til eit endeleg mål om total atomnedrusting. Dei hjelper og land å utvikle fredeleg atomvitskap og teknologi innan energi, miljø, helse, industri og jordbruk, på same tid som dei hjelper til med å styrke atomtryggleik og vern av folk og miljø mot unødvendig radioaktiv stråling. I dette arbeidet brukar dei ICRP sine grenseverdier og modellar, som betyr at menneske og miljø skal eksponerast for så lite stråling som mogeleg, utan at det går utover arbeidet i dei anlegga og den aktiviteten som er årsaka til stålingseksponering. (6)

WHO

The World Health Organization (WHO) vart oppretta av FN alt i 1948. Ein skulle trudd at alle dei nye atomorganisasjonane ville gått til medisinarane i WHO for å be om hjelp og samarbeid i prosessen med å vurdere strålingsrisiko. Det gjorde dei aldri. Det var ICRP som fekk den oppgåva. WHO fekk inga rolle i å vurdere helseskadane frå denne nye globale trusselen for menneske og økologiske system. Deira rolle blei å pleie offera utan å prøve å forstå årsakene til sjukdom og skadar som vart observerte. Heilt frå starten var det ei interessekonflikt mellom WHO som hadde som mandat å ta vare på helsa til menneska i heile verda, og IAEA som hadde som mandat å spreie sivil atomteknologi til heile verda. Skrømde av atomtestane i atmosfæren kalla WHO

i 1957 kjende genetikarar saman til ein konferanse for å vurdere skaden desse radioaktive utsleppa kunne påføre genpolen til menneske, dyr og planter. Professor Hermann Müller, som fekk Nobelpris i 1944 for sitt arbeid om genetisk mutasjon av bestrålte bananfluer, deltok på konferansen. Han og dei andre genetikarane som var der åtvara sterkt mot utviding av atomteknologien for sivil bruk. Dei konkluderte med at det ikkje var nok informasjon tilgjengeleg i den vitskaplege verda til å garantere at dette ikkje ville skade framtidige generasjonar.



Res. WHA 12-40, 28. mai 1959

Denne konflikten mellom dei som ønska å utvikle den nye teknologien for både sivil og militær bruk, og dei ansvarlege for folkehelsa, vart løyst gjennom ein avtale (Res. WHA 12-40, 28 May 1959) som slo fast at IAEA og WHO var einige om å dele ansvar og arbeidsområder når det galt atomenergi. I WHA 12-40 står det formulert slik: "The IAEA has the primary responsibility for encouraging, assisting and coordinating research on, and development and practical applications of, atomic energy for peaceful uses throughout the world without prejudice to the right of the WHO to concern itself with promoting, developing, assisting and coordinating international health work, including research, in all its aspects." [...] "Whenever either organization proposes to initiate a program or activity on a subject in which the other organization has or may have a substantial interest, the first party shall consult the other with a view to adjusting the matter by mutual consent." (3)

Kritikk av WHO

Dette har ført til at IAEA har teke på seg hovudansvaret for å evaluere Tsjernobylulukka og andre atomulukker medan dei profesjonelle på stråling og helse i WHO har blitt hindra i å ha ei sjølvstendig rolle i dette. WHO er ansvarleg

for å arbeide med globale helseproblem, sette normer, skaffe teknisk hjelp til land som treng det og evaluere helsetrender. Dei skal bekjempe epidemiar og styrke helsesystem, spesielt i fattige land. Dei 193 medlemslanda i WHO møtest kvart år i Genève til Verdens Helseforsamling (WHA). Her blir arbeidet planlagt og budsjettert vedteke. Seks regionale komitear arbeider med helseproblem innan sitt område. Aksjonen mot tobakksindustrien, som WHO førde i mange år, er eksempel på at arbeidet lukkast. Ser vi derimot på skadane frå atomindustrien, så har WHO gjort ein dårleg jobb. Då Margaret Chan blei vald til generaldirektør for WHO, understreka ho at ein av organisasjonen sin store styrke var den verknad han hadde på folkehelse spørsmål. "Vi har ein absolutt autoritet gjennom våre direktiv", sa ho. Men når det gjeld radioaktivitet og helse ville det ha vore meir realt å innrømme at det faktisk er IAEA som har denne absolutte autoriteten, utan å ha medisinsk kompetanse innan offentleg folkehelse.

Alison Katz var tilsett i WHO i 18 år og arbeider no for ein NGO. Ho skreiv i eit opent brev til sin tidlegare sjef, datert 22. januar 2007: "WHO sin talsmann hevda at alle dokumenta frå FN sin internasjonale konferanse om Tsjernobyl i Genève i 1995 var blitt offentliggjorde. Men det blei dei aldri. Heller ikkje frå konferansen i Kiev i 2001 kom det nokon fullstendig rapport. Då journalistar konfronterte WHO med dette, vart løgnene gjentekne om at desse rapportane var gitt ut. Som referanse viste dei berre til samandrag av foredrag i Kiev, og eit svært avgrensa utval (tolv av fleire hundre) artiklar og foredrag frå Genève-konferansen. Dette er typiske eksempel på den institusjonelle tilsløringa av helsekonsekvensane frå Tsjernobylulukke og frå heile atomindustrien. IAEA fungerer som ein lobby-organisasjon med dobbeltmandat. Organisasjonen har ingen kompetanse på helsepolitikk eller helseforskning. Men WHO, som har det, må ha IAEA sitt samtykke for å uttale seg. WHO har gong etter gong måtta gå god for IAEA sine mangelfulle helsestatistikkar. Vi krev ein revisjon av avtalen mellom IAEA/WHO slik at WHO kan fungere som den dirigerande og koordinerande autoriteten på internasjonalt helsearbeid [...] oppmuntre og leie forskning og skaffe informasjon, råd og assistanse på området helse." (7)

Det finst også andre eksempel på at tilsette i WHO har gått ut med denne typen kritikk, etter at dei har slutta i organisasjonen. Tidlegare generaldirektør i WHO, Hiroshi Nakajima, sa i eit intervju i Kiev i 2001 at det var IAEA som stansa utgivinga av den lenge etterspurde rapporten frå WHO sin

Tsjernobylnkonferansen i Genève i 1995. Det er første gong at ein person i ein så høg stilling har sagt noko slikt rett ut. (8)

Dr. Keith Baverstock var tilsett i WHO som spesialist på lågdosestråling og helse i 11 år. I desember 2001 gjorde han saman med to kollegaer ferdig ein rapport om utarma uran og helse, ein rapport som ikkje vart publisert. Tre år etter, då Baverstock hadde slutta i WHO, sa han i eit intervju i *Sunday Herald*, 22.february 2004 at det var IAEA som hadde pressa WHO til å stanse denne rapporten: "because they did not like our conclusions".

Krav om endring av avtalen mellom IAEA og WHO

I fleire år har internasjonale organisasjonar som Kvinneliga for Fred og Frihet (WILPF) og Legar mot atomkrig (IPPNW) sendt brev til, og møtt opp ved dei årlege WHA-møta i Genève, for å krevje at avtalen mellom WHO og IAEA må endrast slik at WHO kan bli fri til å arbeide sjølvstendig med eit av dei største helseproblem i vår tid. Den norske avdelinga av WILPF har hatt mange møte med norske helsepolitikarar, og ein lang korrespondanse med dei. I eit brev til oss frå Helsedepartementet av 27.06.2002 skriv dei: "Direktøren i WHO for Division for Human Health, Steffen Groth, opplyste at WHO's gjennomgang av avtalen med IAEA foreløpig konkluderte med at det ikke var behov for revisjon og at relasjonene mellom de to organisasjonene fungerer godt". Helsedepartementet hadde søkt råd hos Statens Strålevern som i sitt brev av 24.06.2002 skriv: "WHO har ikke på egen hånd engasjert seg i særlig grad innenfor strålingsområdet, men samarbeider praktisk med IAEA innenfor de områder hvor dette er naturlig. WHO har en tilsvarende medlemsmasse som IAEA, og da det jo er medlemmene som staker ut kursen, synes det lite trolig at den ene organisasjonen kan overkjøre den andre, slik det antydes i begrunnelsen for endringsforslagene."

Den 12. februar 2001 var ei gruppe med aktivistar frå mange land samla utanfor WHO sitt hovudkvarter i Genève. Dei var der for å overrekke ein pakke med underskrifter og eit brev til den dåverande Generaldirektør i WHO, Gro Harlem Brundtland. Dette er filma av TSI Swiss Television og er med i filmen "Atomic Lies" av Wladimir Tschertkoff. (8) I brevet uttrykkjer dei skuffelse over at WHO, i dei 15 åra som har gått sidan Tsjernobylulukka, har vore fråverande. Det er berre IAEA som har granska og uttalt seg om ulukka. Dei ber om endring av avtalen mellom IAEA og WHO og fridom for WHO til å arbeide fritt med helseeffektane frå radioaktiv stråling. Det som skjedde var at ein delegat frå WHO kom ut og sa at WHO hadde fått brev om dette før og hadde svart at aktivistane si uro var ugrunna. Han lova at dei skulle få svar denne gongen òg. Dr. Brundtland skulle svare før veka var omme. Til slutt takka han for at dei kom. I 2006 markerte vi 20-års dagen for

Tsjernobylulukka. Sidan denne dagen har det stått folk utanfor WHO-bygget i Genève med plakatar som ber om eit "uavhengig WHO". Internasjonalt kjende forskarar som russaren A.V. Yablokov og kviterussaren V.B. Nesterenko har delteke.

Det skulle vere mogeleg å få til endring i ordlyden til Res WHA 12-40. Artikkel 12 i avtalen opnar for å revidere avtalen når som helst. Dei som arbeider med dette har klare meiningar om kva slags endringar dei ønskjer. Dei konkrete endringsforslaga ser slik ut:

Artikkel 1, §3: ... "the first party shall consult the other with a view to adjusting the matter by mutual agreement" bør endrast til å heite: "the first party shall inform the other".

Artikkel 3, §1 og §2: ... "safeguarding of confidential material" bør endrast til: ... "safeguarding of confidential information to allow for non-disclosure of only such information which has no bearing on health or environmental risks".

Krava i artikkel 3 ovanfor om konfidensiell handsaming av informasjon står i kontrast til WHO si hovudoppgåve slik den er formulert WHO sin konstitusjon i kapittel 1: "The attainment by all peoples of the highest possible level of health" og i kapittel 2: "To act as the directing and co-ordination authority on international health work [...] To assist in developing an informed public opinion among all peoples on matters of health."

Tsjernobyl 25 år

Den 26. april 2011 markerte vi 25 årsdagen for Tsjernobyl-ulukka og det var igjen store demonstrasjonar i Genève. Mellom andre organisasjonen "Barn av Tsjernobyl" reiste med buss frå Minsk til Genève og hadde opphald, møter og demonstrasjonar undervegs. Ein heil generasjon frå Kviterussland har blitt offer for ein internasjonal politikk som går ut på å bagatellisere helse- og miljøproblema deira, og no ba dei igjen om at WHO måtte få fridom til å arbeide sjølvstendig med dette. Nettverket "For eit uavhengig WHO" arrangerte møte mellom den internasjonale organisasjonen, Legar mot atomvåpen (IPPNW), Barn av Tsjernobyl, Internasjonal kvinneliga for fred og frihet (WILPF) med fleire, og Generaldirektøren for WHO, Margaret Chan. Slike møte er viktige for å samle opposisjonen og for spreie informasjon, men for å oppnå eit WHO som er fritt til å uttale seg om radioaktiv stråling og helse er det ein annan arbeidsmåte som er viktigare. Dette sa Dr. Baverstock på ein konferanse om Fukushima og Tsjernobyl i Berlin i mai 2011. Ei endring av avtalen mellom IAEA og WHO må komme frå medlemslanda i WHO, hevda han. Han kjenner WHO frå innsida og har sett korleis samtaler med folka på toppen i organisasjonen, der krav om endringar har blitt presenterte, har blitt avviste med spissfindige juridiske formuleringar i

år etter år. I perioden 2010-2013 er Norge mellom dei 34 medlemmene i WHO's Executive Board (EB). Denne komiteen møtest ei veke i januar for å førebu den årlege generalforsamlinga, WHA, i Genève i mai. Landsstyret i IKFF (den norske avdelinga av WILPF) vedtok i 2011 å stare ein ny aksjon overfor WHO. Vi har formulert eit brev som er sendt ut frå

kontoret til WILPF i Genève. Dette brevet er sendt til alle medlemslanda sine delegatar i EB. Vi ber dei om at endring av IAEA/WHO avtalen må komme på dagsorden i Genève i mai 2012. Vi meiner at dette hastar og gjev som grunn alle offera frå ulukkene i Tsjernobyl og Fukushima som ikkje får den hjelp dei treng.

Litteratur:

1. The Chernobyl Forum: *Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts*, 2005
2. Yablokov, Alexey V. et al: *Chernobyl: Consequences of the Catastrophe for People and the Environment*, New York Academy of Sciences, 2011
3. WHA 12-40: *Agreement between the international Atomic Energy Agency and the World Health Organization*, 28 May 1959
4. Bertell, Rosalie: *Handbook for Estimating Health Effects from Exposure to Ionizing Radiation*, Institute of Concern for Public Health, Toronto Canada 1984
5. Busby, Chris: *ECRR2003 Recommendations of the European Committee on Radiation Risk*, Green Audit Press, Aberystwyth, SY23 1DZ, UK 2003
6. www.iaea.org
7. Katz, Alison: *Open letter to Dr. Margaret Chan, Director-General WHO 22 januar 2007*, www.next-up.org/pdf/AlisonKatz og *Le Monde Diplomatique*, Norsk utgave nr.3 mars 2008
8. *Atomic Lies*, video/DVD, copyright TSI Swiss Television
9. www.independentwho.org

Sellafield

Historia

I 1939 vart ein kongeleg våpenfabrikk bygd på kysten av Vest Cumbria på ein stad med namnet Sellafield. I 1947 overtok forsyningsdepartementet fabrikken og gav han namnet Sellafield. Her bygde dei eit gjenvinningsanlegg for brukt atombrensel (B204) og to grafitt- modererte, luftkjølte atomreaktorar kalla "the Windscale piles", og heile anlegget fekk namnet Windscale.

Windscale vart bygd av ein einaste grunn, å skaffe Storbritannia si eiga atombombe. Eksplosjonane som øydela dei japanske byane Hiroshima og Nagasaki i august 1945 var resultat av eit amerikansk-britisk- kanadisk samarbeidsprosjekt. Då krigen tok slutt vedtok den britiske regjeringa at dei måtte ha sine eigne masseødeleggingsvåpen. I staden for å bruke uran satsa dei britiske forskarane på å produsere plutonium. Dette var starten på det engelske atomvåpenprogrammet. Dei to Windscale reaktorane vart starta opp i 1951 og avstengde i 1957 etter ei alvorleg ulukke i reaktor nr. 1 som førde til store utslepp av radioaktivitet, omkring 376.000 Ci frå meir enn 40 radioisotopar over ein periode på to dagar. Etter dette vart namnet på anlegget endra tilbake til Sellafield. Kort tid etter Tsjernobylulukka viste ein teikneserie i the Guardian ein sovjetisk atomforskar som sa til ein annan: "Vi har søkt råd i UK og dei foreslo at vi skulle endre namnet." (1)

Eigarskapet til anlegget har endra seg mange gonger. I 1954 vart det overteke av United Kingdom Atomic Energy Authority (UKAEA) og i 1971 av British Nuclear Fuels (BNFL) som var eit statseigd selskap. Etter mange år med både økonomi- og driftsproblem overtok British Nuclear Group (BNG) ansvaret for drifta ved anlegget i 2004, og året etter fekk det sin noverande eigar, Nuclear Decommissioning Authority (NDA). I dag blir Sellafieldanlegget drive av Nuclear Management Partners Ltd (Ames, Areva og URS Washington) på vegne av eigaren NDA.

I 1953 godkjende Winston Churchill bygginga av to reaktorar til som skulle produsere både plutonium til våpen og litt elektrisitet. Dei vart bygde i Calder Hall i nærleiken av Windscale. Desse reaktorane starta opp i 1956 og det brukte atombrenselet vart gjenvunne i Sellafield året etter. Likevel vart dette for lite til å skaffe nok plutonium til Englands atomvåpenprogram. Det vart difor bygd to nye reaktorar ved Calder Hall og fire ved Chapelcross i Scotland. Alle desse var i gang i 1959. Og det brukte atombrenselet frå alle vart sendt til Sellafield for gjenvinning. Den militære produksjonen av plutonium steig frå omkring 50 kg per år til omkring 400 kg. Nagasakibomba inneheldt 8 kg plutonium.(2)

Magnox-reaktorane

Reaktorane i Calder Hall og Chapelcross var dei første av Magnox typen som det etterkvart vart bygd 26 av i England fram til 1971. Greenpeace har i mange år bedt den engelske regjeringa om å tvinge BNFL å stenge alle Magnox-reaktorane så fort som mogeleg. Dei hevdar at alle Magnox-reaktorane er gamle og er mellom dei farlegaste atomreaktorar på planeten og dei skulle ha vore stengde for lenge sidan. Planen var lenge at dei siste ti stasjonane skulle stengast frå 2000 til 2010. Situasjonen i 2009 med den nye eigaren NDA var at fem av desse anlegga har fått forlenga levetid som del av den britiske klimapolitikken. På dei fem andre har nedbygginga teke til. Magnoxreaktorane brukar brensel i form av metallisk uran som er innkapsla i magnesiumoksid. Dei brukar grafitt som moderator og er gasskjølte med karbondioksid. Desse reaktorane var også eit ledd i å "sivilisere atomkrafta" og var mellom dei første reaktorane i verda som produserte sivil straum. Magnox-reaktorane er gode til å produsere våpengrad plutonium, men gir store mengder avfall. (3)

Nye gjenvinningsanlegg

I 1964 vart det bygd eit nytt anlegg B 205 for å gjenvinne brukt Magnox-brennstoff, ikkje berre frå dei militære reaktorane, men og frå alle dei sivile. Etter det har ein i Sellafield først og fremst drive med kommersiell gjenvinning. Den dåverande eigaren BNFL presenterte det som ein god måte å handsame atomavfall på og ein måte å tene utanlandsk valuta på.

I 1977 arrangerte miljøverndepartementet i England ein 100 dagars høyring for å drøfte BNFL sine planar om å byggje enno eit nytt gjenvinningsanlegg, Thermal Oxide Reprocessing Plant (THORP), som skulle gjenvinne brukt atombrensel frå utanlandske lettvassreaktorar med brenselstavar av uranoksid. Argumenta mot å byggje dette var sterke og gjekk på auka risiko frå rutineutslepp, ulukker, transport og spreiding av bombematerial. Men dei forventa inntektene THORP ville bringe, spesielt frå samarbeidet med Japan vog tyngre. Anlegget vart bygd og kom i drift i 1996. All dokumentasjonen som vart lagd fram på høyringa, og som sterkt rådde frå bygging, var til inga nytte som så ofte før ved liknande høyringar.

Det har blitt skriva ei bok om dette *Rationality and Ritual* av Brian Wynne om det absurde i å ignorere alle fakta og berre lytte til motargumenta for moro skuld. Det fakta at heile høyringa var eit skodespel vart stadfesta gjennom lekkasjar frå dokument som vart frigjorde i åttiåra. Her viser det seg at atomindustrien var einige i Friends of the Earth (FE) sine argument. Det var ingen grunn til halde fram med gjenvinning. Det er to hovudpunkt å slutte av dette. Gjenvinning vart starta av militære grunnar og sidan vart det ein vane. For det andre har det i tida etter blitt nekta å lytte til motargumenta. Shaun Burnie frå FE sa det slik på ein konferanse om Sellafield i Bergen i 2002: "THORP vart bygd for å tillate reaktorane i Europa å "handtere" avfallsproblemet sitt ved å sende det til UK. Utan Sellafield og La Hague i Frankrike ville vi ikkje hatt så mange atomreaktorar i Europa og Japan i dag." (4)

Situasjonen i dag

Sellafield inneheld i dag meir enn 1000 anlegg og den allsidige aktiviteten består av gjenvinning av brukt atombrensel, glasifisering av atomavfall, lagring av atomavfall, produksjon av sivil og militær plutonium og sivil og militær utarma uran (DU), produksjon av atombrensel, MOX produksjon, urananriking, dekommisjonering og transport. Det blir produsert lite atomstraum der i dag, men eit nytt gasskraftverk skaffar straum til aktiviteten. (5)

Sellafield er eit av åtte anlegg i England som har hatt viktige funksjonar i produksjonen av britiske atomvåpen. Dei fire viktigaste er AWE Cardiff, AWE Burghfield, Chapelcross i Skotland og Sellafield. Mellom desse stadane er det også i dag ein regulær

transport av fissilt materiale og komponentar til atomvåpen. Hovudingrediensen plutonium har blitt produsert i Sellafield. For å produsere plutonium treng ein to typar anlegg, ein atomreaktor som inne i reaktorkjernen omdannar uran U-238 til plutonium Pu-239, og eit gjenvinningsanlegg som i kjemiske prosessar kan separere plutonium frå uran og fisjonsprodukt i dei brukte uranstavane frå reaktoren. Etter 12-18 månader blir atomreaktoren stansa og ¼ av brenselstavane blir tekne ut. Dei inneheld no ein prosent plutonium, 96 prosent utarma uran og resten, tre prosent, er sterkt radioaktive fisjonsprodukt. Uranstavane blir oppdelte i små deler og oppløyst i salpetersyre. Uran og plutonium blir felt ut gjennom mange steg der kvart av dei slepp ut flytande, faste og gassformige radioaktive avfallsstoff. Dette er ein gamal og skitten metode som vart utvikla på førtitalet under eit sterkt tidspress for å produsere dei første britiske atombombene.

Men same metoden, PYREX, blir med små endringar brukt også i dag. Etter 1985 har det ikkje blitt produsert plutonium til våpen i gjenvinningsanlegga i Sellafield. Etter at planane om formeiringsreaktorane (breeder) som skulle bruke plutonium som brennstoff ikkje slo til, blir sivilt plutonium brukt til MOX-brensel i ombygde lettvassreaktorar. Men lageret av sivilt plutonium veks og ved THORP-anlegget er det no på omkring 100 tonn. Trass i slutten på den kalde krigen og nedrusting i USA og Russland har UK likevel satsa på sitt nye strategiske atomrakett-system. Tridentprogrammet og nye våpen til RAF går sin gang og plutonium kjem som før frå Sellafield. Men ettersom dei ikkje lenger produserer militær plutonium der, kjem våpengrad plutonium no frå lager av militært plutonium. (3)

THORP, som vart bygd for å gjenvinne utanlandsk brukt atombrensel frå lettvass-reaktorar og frå eigne gassreaktorar, starta opp igjen i slutten av 2007 etter at det hadde vore avstengt i nesten to år etter den alvorlege ulukka i 2005. Det er no (februar 2010) stengt igjen for ein lenger periode med vedlikehald og reparasjonar. Gjenvinning av dei 7000 tonn med brukt atombrensel som var med i kontrakten om å finansiere konstruksjonen av THORP, skulle vore avslutta i 2003. Situasjonen er no at 3750 tonn ventar på gjenvinning. Når det gjeld det utanlandske brenselet går kontrakten ut på at UK skal returnere både det høgaktive avfallet i fast form og det gjenvunne plutoniumet til landet det kom i frå. Plutonium skal leverast enten i form av MOX eller plutoniumoksid. (6)

Dei første utsleppa av radioaktive stoff

Handsaminga av avfallet frå våpenprogrammet dei første åra var hemmeleg, og store mengder med høgaktivt avfall vart dumpa rett i sjøen.

Då dei daglege utsleppa av radioaktive stoff

til luft og vatn frå anlegga i Sellafield starta for 60 år sidan var det lite kunnskap om verknaden av dei i naturen. I fylgje atomindustrien sjølv var nokre av dei tidlegaste utsleppa del av eksperiment for å undersøke korleis radioaktive isotopar oppførde seg i naturen. Operatørane i anlegga brukte ikkje føre-var prinsippet, men tenkte at den utslepte radioaktiviteten ville bli trygt fortynna og spreidd i det marine miljøet. Frå dette materialet vart det konkludert at publikum berre ville bli utsette for tre "potensielle farar". Dette var inntak av forureina fisk og sjøplanter, og eksponering for forureina sediment langs kysten. Informasjonen innhenta frå desse eksperimenta blei brukt til å etablere dei aller første grenseverdiane for utslepp frå anlegga. Desse var baserte på den trua at miljøet kunne "ta imot avfall trygt". Operatørane meinte også at desse grenseverdiane var "unødig restriktive". Konsekvensen av det var at det blei trudd at det ville vere "absolutt sikkert" å sleppe store mengder med fisjonsprodukt ut i Irskesjøen dagleg. Regulære, rutineutslepp til Irskesjøen tok til i 1952 som del av "planlagde eksperiment" for å utforske oppførselen til radioaktive stoff i sjøen. Som ein del av dette eksperimentet vart utslepp "med vilje holdt på eit nivå høgt nok til å oppnå aktivitet i prøvar av fisk, sjøplanter og sand som kunne målast".

I 1956 vart utsleppa auka med vilje, delvis for å bli kvitt uønskt avfall, men mest for å oppnå "betre eksperimentelle data". Som resultat av desse utsleppa vart det autoriserte utsleppet auka med ein faktor på fem. Då B 205 vart teken i bruk i 1964, for å gjenvinne brukt brensel frå det aukande reaktorprogrammet, vart grensene for utslepp frå dette anlegget også basert på tilliten til at dei radioaktive stoffa ville bli uttynnte i havet. Slik var det ikkje i La Hague i Frankrike som hadde eit liknande anlegg. Her brukte dei "føre var prinsippet" og nytta teknologi som reduserte utsleppa og oppnådde mykje lågare nivå av utslepp enn i Sellafield.

I 1971 vart det oppdaga lekkasje i tankane med høgaktivt avfall (HLW) frå gjenvinning av magnox-brennstoffet i B 205. Dei måtte stanse gjenvinninga og konstruere nye tankar. Men brukt magnoxbrensel som ligg til avkjøling og ventar på å bli gjenvunne kan ikkje lagrast under vatn lenger enn seks månader utan å gå delvis i oppløysing. Dette skapte problem og gjenvinninga gjekk med redusert fart. I 1975 var situasjonen blitt slik at for å minske den radioaktive eksponeringa av arbeidarane vart det vedteke å sleppe det høgradioaktive kjølevatnet, som det brukte reaktorbrenselet låg i, rett ut i sjøen og dermed fordele radioaktiviteten på fleire menneske. Ti år seinare hadde dei på plass eit anlegg for å reinse dette kjølevatnet før utslepp til sjøen.(2,7)

Regulering av radioaktive utslepp

Den innhenta informasjonen frå dei radioaktive

utsleppa dei første åra vart brukt til å etablere dei første tillatne grenseverdiane for utslepp til luft og sjø. Grenseverdiane endra seg ettersom nye anlegg kom i drift. I 1986 vedtok regjeringa i Storbritannia ei lov om nasjonal regulering av radioaktive utslepp. Lova byggjer på det prinsippet at all praksis som fører til auke av radioaktivt avfall må rettferdiggjerast. Det finst inga nedre grense for når ioniserande stråling er skadeleg. Derfor må nytten av den praksisen som fører til utslepp av radioaktive stoff vere viktigare enn den skade den fører til. Ikkje noko risikonivå kan tolererast frå ein aktivitet som ikkje kan rettferdiggjerast. I dag blir det slege fast i lova at publikum ikkje må ta imot ein stråle-dose over 1mSv (millisievert) kvart år, eller 70mSv over heile livet. Det er tillate å ta imot 5mSv i nokre år dersom ikkje livstidsdosen overskrider grensa. Alle atomanlegg må operere innan desse grensene. I tillegg krev regjeringa at dosane blir redusert til å vere så låge som det er mogeleg å få til (ALARA). Desse nasjonale dosegrensene byggjer på råd frå ICRP (International Commission on Radiological Protection).

Det er mange feilkjelder ved denne måten å rekne ut dosegrenser på. Sidan gjenvinning tok til har det vore ein pågåande revisjon av den vitskaplege informasjonen relatert til strålingseksponering og risiko. Ved kvar revisjon har stråling synt seg å vere skadelegare enn før anteke. Det går heller ikkje an å rekne ut dei dosane publikum blir utsette for på ein vitskapleg sikker måte. Dosane blir estimerte for dei gruppene som er mest eksponerte, dei såkalla kritiske gruppene. Desse vurderingane byggjer på ein serie av føresetnader, på målingar av forureining i miljøet og i mat og kartlegging av folks levemåte. Men det er mykje som er usikkert i dette. Nivået av miljøforureining og forureining i sjømat varierer med tid og stad. Den mottekne dosen i eit individ vil variere med faktorar som alder, kjønn og metabolisme. Ei anna feilkjelde er at stråledosar frå tidlegare utslepp ikkje blir teke omsyn til. Denne måten å rekne ut stråledosar på er altså veldig usikker men er likevel grunnlaget for å sette utsleppsgrenser for ei heil rekke med radioaktive isotopar til luft og vatn. Desse grenseverdiane blir og brukte i rettssaker og har blitt brukte til å bevise at stråledosen er for liten til å kunne vere årsak til den registrerte auke i kreft i området.(7,8)

Utslepp i dag

Den store auken i technetium-99 (Tc-99) som vart målt langs Norskekysten for nokre år sidan kom ikkje frå THORP slik mange trudde, men frå gjenvinning av magnox-brensel i B 205- anlegget. Flytande høgaktivt avfall frå B 205 har sidan tidleg på 80-talet blitt lagra i store tankar medan ein venta på at det nye reinseanlegget Enhanced Actinide Removal Plant (EARP) skulle bli ferdig. Då EARP starta i 1994 tok dette anlegget til å sleppe det flytande

avfallet ut i sjøen etter at restar av plutonium, det meste av cesium og strontium var reinsa bort. Men reinseanlegget var ikkje konstruert slik at dei store mengdene med Tc-99 vart reinsa ut. Dette førde mellom anna til at ein i tidsrommet mellom 1996 og 2001 målte ein auke frå 100 til 600 Becquerel per kg tørrvekt i blæretang på Vestlandet (IFE). Tc-99 løyser seg i vatn og blir teke opp av sjø- og landplanter. Det tek ca. 2,5 år før desse utsleppa når Norskekysten og Tc-99 har ei halveringstid på 213 000 år. Dette førde til store demonstrasjonar og protestar mot Sellafield frå mange land. I Norge oppnådde Bellona i lag med norske politikarar å presse fram ei avtale med BNFL som gjekk ut på at dette avfallet skulle lagrast på land til ein fann ein god måte å handsame det på.(4)

Plutonium

Problema med technetium er godt kjende og har vore i sentrum for aksjonane mot Sellafield-anlegget, men problema med plutonium har det vore lite snakk om. Tc-99 har dominert debatten og trusselen frå plutonium og andre radioaktive isotopar har ikkje blitt fokusert på. Plutonium er eit av dei farlegaste radioaktive stoff ein kjenner. Ein liten partikkel kan føre til kreft dersom den blir inhalert. Det har blitt rekna ut at mellom 1952 og 1995 vart det dumpa 182 kg plutonium gjennom røyr frå Sellafield ut i Irskesjøen. Dette svarer omtrent til halvparten av plutoniumet i nedfallet i heile Nord Atlanterhavet frå 520 atmosfæriske bombetestar i 1960-åra. Dette talet kan vere undervurdert og mange hevdar at 500 kg er eit meir realistisk tal. Ny forskning i Tyskland og Norge har vist at dette plutoniumet ikkje ligg trygt grave ned i sedimenta på botnen av Irskesjøen slik ein har trudd. Dei har påvist at plutonium blir sendt tilbake til kysten gjennom sjøsprøyt og sendt vidare innover land med vinden. Slik forureinar det strender i Cumbria og Sør-vest Skotland og område i landet innanfor. Det er påvist plutonium på strendene og i husstøv og i åkrar med matproduksjon. Vidare har det blitt ført med havstraumar nordover og inn i Nordsjøen.

Norske forskarar har funne spor av dei gamle utsleppa frå Sellafield i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet. Dei britiske forskarane seier at forureininga er mindre skadelege jo meir uttynna plutoniumet blir, mens den medisinske ekspertisen hevdar at sidan plutonium er skadeleg i veldig små konsentrasjonar spreier ein berre risikoen vidare utover ved fortynning. I staden for eit trygt deponi har sedimenta i Irskesjøen blitt kjelde for utslepp av plutonium i dag og i framtida. Det som alt er slept ut kan ikkje samlast inn igjen, men dei nye utsleppa som skjer i dag kan og bør stansast.

Å halde fram med å sleppe ut plutonium slik ein gjer i dag betyr å gjere eit stort problem større. Eit problem i tillegg er at forskarane ikkje kan gjere greie for omkring 40 prosent av det utslepte

plutoniumet. Det må bety at enten ligg det nedgrave i sand djupare enn dei 25 cm prøvane er tekne frå, eller så er den mengda som er ført med straumar ut av Irskesjøen undervurdert.(4,7)

Ulukker

Utanom dei daglege utsleppa av radioaktive stoff til luft og vatn har det vore fire store ulukker i Sellafield som har ført til stenging av anlegg, fleire lekkasjar med utslepp av radioaktive stoff og over 250 uhell sidan oppstartinga. Den siste ulukka skjedde i 2005. Overvakingsanlegget ved THORP hadde lenge vore i ustand og det gjekk ni månader før ein oppdaga at 83 m³ med høgradioaktivt avfall hadde leke ut av ein tank og hadde blitt liggjande på golvet. Det var ikkje utslepp til miljøet slik det ofte har blitt framstilt i media, men ulukka vart likevel gradert til nivå tre på INES-skalaen for atomulukker. Denne skalaen går frå null til sju. THORP-anlegget vart stengt i lang tid etter dette. Dei store miljøorganisasjonane WISE, Greenpeace, Friends of the Earth, Bellona, og regjeringar og NGO-ar i landa kring Nordsjøen protesterer som dei har gjort så mange gonger før og hevdar at THORP må stengast for godt. Men eigaren av Sellafield som no er NDA viser til gamle avtaler med italienske, japanske, og tyske atomreaktor-selskap om gjenvinning. Noko av dette brukte atombrenselet er 30-40 år gammalt. Fleire av kundane har alt betalt og mykje av pengane vart brukte til å bygge THORP i si tid. Planen er å vere ferdig med alle avtalene i 2011, men Bellona trur ikkje at det er mogeleg med den kapasiteten fabrikk har hatt dei siste åra.(9)

Gjenvinning og MOX

Då det sivile atomenergiprogrammet vart lansert i 1953, vart gjenvinningsanlegg og formeiringsreaktorar (breeder) sett på som framtidas produksjon av elektrisitet. Dei trudde at med kommersiell utnytting av atomenergien ville uran i naturen snart bli mangelvare, men at ein om nokre tiår ville kunne bruke plutonium som drivstoff i andre generasjons reaktorar, såkalla formeiringsreaktorar. Men formeiringsreaktoren vart ein stor fiasko, både økonomisk og teknisk. Mange land har prøvd seg, men har måtta gi opp etter årevis med store kostnader. Det gjeld USA, Russland, Frankrike, England og Tyskland. Japan har store problem med sitt program. Det kunne bety at behovet for gjenvinningsanlegg til sivilt bruk var borte. I mangel på eit verkeleg behov for gjenvinning måtte atomindustrien finne ein ny måte å bruke dei titusenvs av kilo med plutonium som hopa seg opp. Og svaret var MOX-brensel. Det er ei blanding av utarma uran og plutonium. Dette kan nyttast i vanlege lettvasreaktorar etter litt ombygging. Fleire land som Tyskland, Belgia, Frankrike og Japan har teke dette i bruk, eller har planar om det.

World Information Service on Energy (WISE) snakkar om MOX-myten, og hevdar at MOX først og fremst er eit alibi for å kunne halde fram med gjenvinning. Det er om lag tretten gonger så dyrt å produsere MOX-brensel som uranbrensel ifølgje WISE-Amsterdam. Atomkraftverk som brukar MOX er usikrare enn dei som brukar uran, har større utslepp i dagleg drift og produserer meir avfall. Men det alvorlegaste er at bruken av MOX fører til auka transport av plutonium og radioaktivt avfall og auka risiko for spreiding av plutonium til våpen. MOX blir lansert som ei førebels løysing til formeiringsreaktoren ein gong i framtida kanskje kan bli teknisk og økonomisk mogeleg. Japanarane seier at dei håpar å få det til ein gong mellom 2030 og 2050.

Gjenvinning er ein dyr og dårleg måte å handsame radioaktivt avfall på. Ved denne prosessen aukar avfallet i volum og sivilt plutonium kan ein i dag berre bruke til MOX, som altså er ei unødvendig, dyr og risikabel løysing. MOX føreset ei kontinuerleg gjenvinning. Gamalt plutonium er vanskelegare og dyrare å bruke sidan det gjennom nedbryting har blitt så radioaktivt at arbeidarane ikkje kan handsame det, og det må nyttast robotar. Til dette trengst det nye anlegg som enno ikkje er bygde. Gjennom årevis med propaganda har atomindustrien gjeve falske førestellingar om seg sjølv. Gjenvinning vart lansert som avfallshandsaming, men det som skjer er ei avfallsformeiring. Av 1000 tonn med brukte brennstavar blir det ni til ti tonn plutonium, omkring 900 tonn utarma uran og 30 000 m³ flytande høg radioaktive fisjonsprodukt. Plutoniumet kan berre brukast til MOX, uranet som er utarma kan sendast til anrikingsanlegg eller brukast i MOX og til ammunisjon (DU). Sidan dette uranet har vore inne i reaktoren er det ureint og kan innehalde spor av plutonium og fisjonsprodukt. Etter NATO-krigen på Balkan vart desse isotopane påvist i område med restar og støv etter bruk av DU-ammunisjon. Det flytande avfallet blir lagra på tankar under avkjøling til det blir handsama for sluttlagring.

Sellafield har to fabrikkar for produksjon av MOX. Sellafield MOX Demonstration Facility (MDF) har vore i drift sidan 1993. Den andre, Sellafield MOX-Plant (SMP) er mykje større og denne fabrikken starta opp produksjon i 2001 etter at han hadde venta på lisens frå 1996. SMP var planlagt for å produsere 120 tonn MOX i året men klarde berre å produsere 5 tonn dei første 5 åra. I 2008 måtte COGEMA i Frankrike overta ordrane deira. SMP vart omtala som forfeila. Irland har hatt problem med å få andre land med seg i protestane mot SMP. Landa kring Nordsjøen protesterer mot radioaktiv forureining frå Sellafield når dei måler den langs sine egne kystar. Det siste nye våren 2011 er at SMP skal stengast og det er planar om å bygge eit nytt MOX-anlegg.(10)

I Noreg har vi hatt store demonstrasjonar og

langvarige aksjonar for å "stoppe Sellafield" spesielt etter at innhaldet av fisjonsproduktet Tc-99 auka i fisk, skaldyr og tang og tare langs Norskekysten på slutten av nittitalet. Men vi har samstundes gjennom forskinga ved Halden-reaktoren, og det samarbeidet med Sellafield som har gått føre seg der, vore med og støtta produksjonen ved THORP og SMP. Den lokale organisasjonen Cumbrians Opposed to a Radioactive Environment (CORE) har problem med å få mange med seg. 70 prosent av innbyggjarane i området arbeider på anlegga i Sellafield som til saman har 12 000 tilsette. Heile området er bygd opp omkring denne industrien, så avvikling er ikkje populært for dei som bur der. På ein internasjonal konferanse om Sellafield arrangert av Naturvernforbundet Hordaland i Bergen i 2002, spurde leiaren av CORE meg kva nordmenn meinte med slagordet "Stopp Sellafield". "Skulle alt som skjer på denne industristaden stoppast over natta så ville det verkeleg bli farleg for oss som bur her", sa ho. Trøysta hennar med det å drive jordbruk så nær slike anlegg var at dersom det skulle hende ei stor ulukke så ville det vere det same kor ein budde i Europa.(4)

Dei 21 tankane med HAL

Det anlegget det er knytt størst risiko til ved eit uhell er B 215. Det er 21 tankar med flytande høgaktivt avfall (Highly Active Liquor, HAL) som er plassert i ein lagerhall. Avfallet stammar frå gjenvinning ved B205 og THORP og inneheld alle fisjonsprodukta frå brennstavane etter at det meste av uran og plutonium er fjerna. Denne væska skal omdannast til fast stoff og glasfiserast for langtidslagring i Waste Vitrification Plant (WVP). Dette anlegget opna først i 1990, mange tiår etter at produksjonen av HAL tok til, og WVP har hatt mykje mindre kapasitet enn planlagt. Innhaldet i dei 21 tankane minkar derfor langsamt. I 2001 skriv Bellona i ein rapport at tankane inneheld 1570 m³ væske medan ein rapport frå Statens Strålevern frå mars 2009 reknar med at det totale volum var 1000 m³. I årsrapporten 2008/2009 til NDA, den noverande eigaren til Sellafield, står det at dei har redusert innhaldet i tankane med HAL til sitt lågaste nivå på 20 år. Dette avfallet utviklar varme og må kjølast kontinuerleg. I ein rapport frå WISE-Paris i 2000 står det at tankane mellom anna inneheld 2100 kg av isotopen Cs-137. Til samanlikning var det 27 kg av denne isotopen i Tsjernobyl-nedfallet som forureina store deler av den nordlege halvkula. Statens Strålevern har i rapporten frå mars 2009 simulert og rekna på kva ei stor ulukke i Sellafield kan føre til i Norge. Dei hevdar at dersom 10 prosent av innhaldet i HAL-tankane i B 215 slepp ut, kan det føre til nedfall i Norge som er 50 gonger nedfallet i dei mest kontaminerte områda i Norge etter Tsjernobyl-ulukka. Dette kan nå oss ni timar etter utsleppet i Sellafield.(11)

Avfallshandsaming. Kva skjer med avfallet frå Sellafield?

Når det høgaktive flytande avfallet frå B 215 blir sendt vidare til WVP blir det blanda med glas og gjort om til eit fast stoff som blir pakka inn i ein konteinar av stål. Konteinarane blir plasserte i ein underjordisk lagerhall med plass til 8000 konteinarar. Til 2001 var det lagra 2280 slike som heile tida må avkjølast. Dette blir rekna som ei sikker lagring for middels til lang tid, men det er ikkje eit endelager. Her skal det ligge til den britiske regjeringa har funne ein stad for eit endelager.

Det mellomaktive avfallet frå aktivitetane i Sellafield blir putta i ståltønner som blir fylte med sement og lagra over jorda i ein hall nær Sellafield. Dette er òg ei førebels ordning til regjeringa har eit endelager på plass.

Det lågaktive avfallet blir frakta til ein avfallsplass i Vest Cumbria, fire mil frå Sellafield. Dette er eit nasjonalt deponi for slikt avfall og berre 50 prosent kjem frå Sellafield.

I ei gruppe for seg kjem dei store mengdene med utarma uran (DU). Dette er eit biprodukt frå anrikingsanlegget og frå dei to gjenvinningsanlegga THORP og B 205. Ved anrikingsanlegget ligg det utarma uranet lagra som UF₆ "hex". Dette er ein dyr og risikofylt måte å lagre det på og det bør omdannast til metall og oksid. I dag ligg det omkring 35.500 tonn med "hex" på lager i Sellafield. Av dette eig Forsvarsdepartementet fem tonn. I tillegg finst det 36.000 tonn utarma uran frå gjenvinning av Magnox-brensel (MDU) og (DU) frå THORP. Av dette eig Forsvarsdepartementet 3.000 tonn og utanlandske kundar eig 2.500 tonn. Der er og mange lager av natururan (NU) og høganrika uran (HEU). NDA hevdar i sin strategi-rapport frå 2006 at uran i alle desse formene er trygt lagra på området utan at det fører til skade på miljøet. Det britiske forsvaret har brukt uran til ammunisjon i krigane i Irak og på Balkan.(5,6)

Halden-reaktoren og IFE sitt samarbeid med Sellafield

Atomreaktoren i Halden er eigd og blir driven av Institutt for Energiteknikk (IFE). Der driv dei mellom anna med eksperiment med ulike typar atombrensel og materiale for å finne ut korleis drifta av atomreaktorar kan bli meir effektiv og økonomisk. Dei fleste prosjekta er fellesprosjekt med dei 18 landa som er med i det internasjonale atomforskningsprosjektet kalla OECD-Halden Reactor Project, men det er og bilaterale prosjekt mellom IFE og ulike oppdragsgjevarar. Forskinga blir presentert som nøytral tryggleiksforsikring og har blitt støtta av alle norske regjeringar sidan starten. Siste løyving til drift i ein ny treårsperiode fekk dei av den rødgroene regjeringa i desember 2008. Men denne typen forskning i Halden har lite med tryggleik å gjere. Det

dreiar seg om å gjere atomkraft meir effektiv og driftsøkonomisk.

Etter Three Miles Island-ulukka i 1979 og Tsjernobylulukka i 1986 stansa bygging av nye atomkraftverk nesten heilt opp i heile verda. Dette gav atomindustrien eit auka behov for å vise at den var økonomisk og konkurransedyktig. Behovet for å forlenge levetida til gamle reaktorar og auke utnyttingsgraden deira i mange land, gjorde Haldenprosjektet interessant for den internasjonale atomindustrien. Materialforskinga gav gamle reaktorar "godkjent-stempel". Dette skreiv Bellona i ein rapport om Halden-reaktoren i 2002. Forskinga på ulike typar reaktorbrensel i Halden har hatt økonomisk betyding for atomindustrien og har ført til forlenga levetid for både austlege og vestlege atomreaktorar.

Ein sentral del av programmet er å teste MOX-brensel. Forsking på MOX medfører at gjenvinning slik som i Sellafield blir halden oppe og kanskje utvida. Resultatet blir at utslepp vi protesterer mot held fram. Sellafield hadde i 2001 planar om årleg produksjon av MOX på 120 tonn for sal til Tyskland og Japan. Ei av dei føreslegne transportrutene til Japan går langs Norskekysten og gjennom Barentshavet som er Europas spiskammer og oppvekstområde for våre viktigaste fiskeslag. BNFL var eit av dei selskapa som dreiv forsøk med testing av MOX i Halden. IFE meinte at BNFL er ein "partner" på linje med andre partnarar. Nuclear Installations Inspectorate (NII) påviste i 1999 at BNFL hadde "alvorlege manglar ved sin tryggleikskultur". Dei hadde systematisk forfalska tryggleiksanalysane av MOX-brenselet sitt sidan 1996. Som følgje av dette innførte ei rekke europeiske og japansk selskap lenge moratorium for bruk av MOX-brensel produsert i Sellafield. Bellona hevdar at IFE i Halden aldri vurderte eit liknande moratorium. IFE-Halden utfører også oppdrag for fleire av Sellafield sine kundar og bidreg til ein internasjonal MOX-database. Produksjon av MOX-brensel fører med seg ei spreining av plutonium som i dag blir lagra i Sellafield og La Hague. Sal av MOX vil føre til kraftig auke i transport av, og spreining av plutonium over landegrensene.

Å bruke våpenplutonium i MOX blir lansert som ein miljøvennleg måte å fjerne dette farlege stoffet på når ein skal demontere gamle atomvåpen. Men dette er ikkje ein måte å fjerne dei store lagera med våpenplutonium på, heller ein måte å spreie det på. Når kjernevåpen blir demonterte bør plutoniumet lagrast saman med høgaktivt avfall som er handsama for langtidslagring, såkalla immobilisering.

Då Norsk Utenrikspolitisk Institutt (NUPI) sin rapport om Haldenreaktoren frå 2002 vart lansert sa NUPI-direktør Sverre Lodgaard: "Vi har gått langt i å argumentere for at virksomheten strider mot de forurensings- og ikkespredningshensyn som Norge lenge har oppebåret". Eit halvt år seinare kom Bellona

med sin rapport der dei enno sterkare hevdar at den del av verksemda i Halden som forskar på MOX, og dermed støttar produksjon, transport og bruk av dette kjernebrenselet, strir mot norsk miljøpolitikk og ikkje-spreiingspolitikk av kjernevåpenmaterial. Dei slår og fast at forskinga i liten grad betyr noko for norsk atomtryggleik.(11,12,13)

Transport av radioaktive stoff

I England blir dei brukte tørre brennstavane frå eigne kraftverk sendt til Sellafield med tog i spesielle transportflasker. Brennstavane som er sterkt radioaktive blir tekne ut av flaskene under vatn og lagra for avkjøling til dei blir hakka opp og blanda med syre før gjenvinning. Det brukte brenselet frå utlandet kjem med spesialbåtar til Barrow i Furness og blir sendt vidare med bil og tog til det blir plassert i dei to åtte meter djupe lagerbrønnane som er felles for både innanlandsk og utanlandsk brukt brensel.

Etter gjenvinninga blir det glasfiserte høgaktive avfallet og plutoniumet i form av oksid eller MOX sendt tilbake til dei landa det kom i frå. Denne transporten går både med båt, tog og bil. Dette er risikotransportar som blir følgde med væpna politi og nokre gonger helikopter.

Den første sendinga med MOX frå Sellafield til Japan gjekk med det spesialbygde skipet "Pacific Pintail" i 1999. Dette vart ein stor skandale. Det synte seg at SMP hadde juksa med kvalitetstryggleiken av MOX-brennstoffet. Japanarane nekta å ta i mot det og skipet måtte returnere den lange sjøvegen tilbake til Sellafield med den farlege lasta. Dette utsette det offisielle løyve til å produsere MOX i SMP-anlegget som først kom i 2001. To nye sendingar med MOX i 1999 og 2001 er lagra i Japan og kjem aldri til å bli brukt. Etter dette har Japan gått over til å kjøpe MOX frå Frankrike. I mars 2009 gjekk det ei last frå Cherbourg til Japan med MOX som inneholdt 1,8 tonn plutonium, nok til 225 atomvåpen. 22. januar 2010 starta ei sending med radioaktivt avfall frå Sellafield til Japan. Det er tørt, glasfisert høgaktivt avfall etter gjenvinning som skal tilbake til landet det kom ifrå. Avfallet er plassert i 28 stålkonteinarar inne i ei stor gul metallflaske. Flaska blei først send med eit spesialtog til Barrow og vidare derifrå med spesialskipet "Pacific Sandpiper". Ruta gjekk gjennom Panamakanalen til Japan. I 2007 utførde selskapet PNTL 12 liknande transportar til Japan på oppdrag frå den franske atomindustrien. Dei reklamerer med at dei har sendt skip meir enn fem millionar miles med slik last utan ulukker med utslepp av radioaktivitet.

Eit eksempel på ein annan risikotransport med plutonium er skipet "Pacific Pintail" som kom til Cherbourg i Frankrike i 2002 med 140 kg våpenplutonium om bord. Velkomstkomiteen bestod av militærbåtar og helikopter. Greenpeace var der òg men vart jaga vekk. Plutoniumet kom frå Los Alamos i USA med bil og vart sendt vidare frå ei amerikansk

hamn med båt til Cherbourg. Derifrå gjekk reisa vidare med bil til Cadarache i Syd Frankrike, ei reise på i alt 6589 km. Dette var eit eksperiment for å lage MOX av våpenplutonium frå demonterte kjernevåpen. Dette er ein av framtidsplanane til atomindustrien. På denne måten kan ein bli kvitt lagera med våpenplutonium og løyse problemet med minkande uranresursar. Planen er å sende det tilbake til USA som MOX der det skal prøvast ut. Risikoen ved slike transportar er at plutonium kan bli spreidd over store område ved trafikkulukker, brann, terrorisme eller sabotasje. Det er ikkje noko teknisk problem å utvinne plutonium frå nytt MOX-brensel. Derfor fryktar ein at terrorgrupper kan få tak i det. Det er lettare å utvinne plutonium frå nytt MOX-brensel enn frå vanleg brukt uranbrensel, som er farlegare og vanskelegare å handtere enn nytt MOX. Det er arrogant av USA å handsame ei last med plutonium på denne måten og samstundes krevje av andre land at dei skal avstå frå spreiding av kjernevåpenmateriale. Desse transportane har opna augo på mange slik at dei har oppdaga tryggleiks- og spreingsproblema med fissilt materiale forårsaka av gjenvinning og plutoniumtransport.(10)

Nedbygging

At NDA (Nuclear Decommissioning Authority) overtok leiinga av Sellafield i 2004 signaliserte eit tidsskifte. NDA har ansvar og tilsyn med nedbygging av atomanlegg i Storbritannia. Det betyr at Sellafield har gått inn i ein fase av nedbygging. På heimesida si hevdar NDA at Sellafield i dag er verdas mest komplekse og kompakte atomanlegg. Utfordringa i dag er ei akselererande opprydding, oppreinsking og nedbygging kombinert med vedvarande kommersiell gjenvinning av brukt atombrensel og handsaming av radioaktivt avfall for langtidslagring. Dei tilstår at behovet for å generere inntekter samstundes med aukande nedbygging og opprydding er ei stor utfordring. Ein rapport som kom i 2006 legg opp planane for dette arbeidet i eit langt perspektiv. Returnering av det glasfiserte, utanlandske avfallet skal vere avslutta i 2025. Handsaming av alt HAL skal vere ferdig i 2095. Nedbygging av alle anlegg og reinsing av jord og grunnvatn skal vere ferdig i 2120. Men når ein les historia til Sellafield er det ikkje mykje som har gått etter planane. Om 110 år blir dette oldebarna våre sitt ansvar. Det er litt av ein arv dei har fått å forvalte.

Men nedbygginga av Sellafield er i gang. Ein arbeidsgjeng på 2240 mann arbeider berre med dette. 25 bygningar er trygt rivne ned så langt, og det er planlagt at det same skal skje med 150 til. Nedbygging betyr at bygningane blir tekne ut av aktiv bruk. Så blir alt som er radioaktivt fjerna, enten manuelt eller ved bruk av robotar. Dette avfallet blir undersøkt og sortert etter om det er låg-, mellom- eller høgaktivt. Noko av det lågaktive blir blanda med

reint stoff til ein kjem under grenseverdien for når eit stoff er definert som radioaktivt. Det kan så brukast om att, eller blandast i bygningsmateriale eller vanleg søppel. Resten av dei radioaktive stoffa må lagrast eller deponerast etter reglane som gjeld for radioaktive stoff. Når dette er gjort kan bygningane rivast på vanleg måte.

Den største utfordringa er å rive ned eit atomkraftverk. Det er dei og i gang med i Sellafield no. Det gjeld Windscale Advanced Gas-Cooled Reactor (WAGR) som opererte i 17 år og vart slått av i 1981. Som ein av dei første fullskala reaktorane i verda er den under nedrivning. Men medan alt dette går føre seg held gjenvinning og MOX produksjon fram, berre stansa av ulukker og uhell.(14)

Helsekonsekvensane av utsleppa i Sellafield

Den 10. oktober 1957 oppstod det ein brann etter eit rutinearbeid i reaktor nr.1 i Windscale. Det var ein luftkjøla, grafittmoderert reaktor brukt til plutoniumproduksjon. Reaktoren brann i to døger og dette frigjorde fisjonsprodukt, plutonium, polonium og uran til atmosfæren. Dei radioaktive skyene vart spreidd over England, Wales, Skottland og Irland og vidare austover til mange land i Europa. Uluikka har mellom anna blitt handsame i to regjerings-rapportar. Det er stor semje om kva som skjedde i reaktoren, men usemje om kvar dei strålande partiklane vart av. Vindretninga vart veldig sentral i den diskusjonen. Chris Busby fortel om dette i boka: *Wolves of Water*. Det vart oppdaga at dei registrerte meteorologiske data frå tida omkring og etter denne ulukka var blitt endra og delvis fjerna. Det nasjonale strålevernet, National Radiological Protection Board (NRPB), påstod at: "Det er ikkje sett fri store mengder med radioaktivitet. Utsleppet er ikkje skadeleg og vindretninga førde dei radioaktive skyene trygt rett til havs." Ingen ting av dette var sant. Likevel gjentok både ekspertane som målte høge verdier av radioaktivitet på bakken, det nasjonale strålevernet og alle journalistane som strøymde til, heile tida same budskap om at her var det ingenting å frykte. I ettertid har det kome fram at mange av desse ekspertane var lynsnare med å sende sine eigne familiar langt vekk frå området.

Men det var ein strålingsrisiko dei ikkje kunne sjå bort i frå, risikoen for at folk skulle få i seg isotopen I-131 gjennom kumjolk frå forureina gras. I-131 har ei halveringstid på åtte dagar og er farleg i tre månader etter utsleppet. Omkring to millionar liter mjolk vart samla inn og tømt i sjøen først etter at dei lokale bøndene hadde brukt og sendt den forgifta mjølka omkring til folk i området i fleire dagar. Utdeling av jodtablettar, noko som i dag er pålagt ved alle atomulukker vart ikkje utført. Dette fekk sjølvsgatt stor innverknad på helsa til folk. Først i 1982 publiserte NRPB ei fullstendig oversikt over dei radiologiske konsekvensane av Windscale

brannen. Dei hevda at den utslepte radioaktiviteten kunne "i teorien" ha vore årsak til 260 tilfelle av kreft i skjoldbrusk-kjertelen, 13 av dei med dødeleg utfall. Uavhengige forskarar påpeikte store feil og manglar ved denne rapporten.

Ein annan isotop som også representerte ein stor helserisiko var polonium Po-210, ein sterk alfa-utsendar med halveringstid 140 dagar og ein høg opptaksrate i kroppen. Det var store utslepp av denne isotopen men det vart ikkje snakka om. Ein grunn var kanskje at denne isotopen var ein svært viktig komponent i atomvåpen-produksjonen og derfor litt hemmeleg. Ein uavhengig forskar hevda i ettertid at kanskje så mange som 1000 menneske kan ha døydd på grunn av berre denne isotopen. Folk opplevde sjukdom og for tidleg død som dei relaterte til denne ulukka, men det er veldig få eksempel på at nokon vann fram med erstatningssaker.

I 1983 vart det for første gong påvist opphoping av barneleukemi ved Seascale i nærleiken av Sellafield. Ti år seinare vart dette prøvd i ei rettssak. Den dåverande eigaren av Sellafield, BNFL, vann saka sidan det vart "påvist" at stråledosane til folk i området var for små til å kunne vere årsaka til den påviste auken i leukemi. Retten bygde sjølvsgatt på ICRP sin risikomodell. Synet på dette tek til å endre seg sidan det dei siste åra er påvist auke i leukemi i nærleiken av atomanlegg i mange andre land, som Frankrike, Tyskland og Japan. Dessutan vinn kritikken av ICRP sin måte å rekne ut dosar på stadig større terreng. Forklaringa om at denne sjukdommen kjem frå eit virus eller frå folkeblanding blir ikkje hevda lenger.

I følgje deira eigne rapportar har anlegga i Sellafield i perioden 1952-95 slept ut 135 PBq av α -stråling og 115 PBq av β -stråling frå menneskeskapte radioisotopar rett ut i Irskesjøen. (P er eit veldig stort tal: P = eit eittal følgt av 15 nullar, eller tusen tusen tusen millionar. (Til samanlikning minner eg om at dersom ein sau inneheld 600 Bq/kg må han fôrast ned før han kan slaktast og brukast til menneskemat). Ser vi berre på plutonium så utgjer plutoniumutslepp frå all våpentesting til heile planeten 11 PBq. Sellafield har slept ut 1/8 av dette rett ut i den vesle Irskesjøen. Dei viktigaste isotopane sendt ut i sjøen er: H-3, C-14, Co-60, Sr-90, Zr-95, Tc-99, Ru-106, I-129, Cs-134, Cs-137, Ce-144, Np-237, Pu-239, Pu-241, Am-241 og til luft: H-3, C-14, S-35, Ar-41, Co-60, Kr-85. I tillegg til dette kjem store mengder uran, U-238, som sjeldan blir rapportert sidan det blir sett på som eit naturleg element. Det er det og, men ikkje i den form og konsentrasjon som det førekjem i her.

Desse radioaktive isotopane kan målast i svært små konsentrasjonar og gjennom analyse av isotopsamansetninga kan ein finne ut kvar dei kjem i frå. Nedfall frå bombetesting, Tsjernobylnedfall og utslepp frå Sellafield kan skiljast frå kvarandre. Derfor

kan ein følgje desse utsleppa og finne ut kvar dei har hamna. Og dei ligg ikkje trygt lagra på sjøbotnen og uttynna i havet slik meininga var. Det syner seg at store mengder med langleva, menneskeskapte radioisotopar gjennom sjøsprøyt, bølgeaktivitet og vind har blitt førde frå sjøen og tilbake til land. No forureinar dei strender, elvemunningar, innsjøar, luft og vatn over store deler av Storbritannia. Ein finn små område på kysten av Irland, Wales og Cumbria som er sterkt radioaktive og som kan samanliknast med Tsjernobylsonene. I Irskesjøen er det målt radioaktivitet i fisk og skaldyr. Frå midten av 1990 talet vart det påvist plutonium som stammar frå Sellafield i tennene til barn over heile Storbritannia. Det er påvist plutonium i sauer i område som ligg opp til ti kilometer frå kysten. Dersom desse partiklane kan forureine sauer må dei også vere ein risiko for menneske. Målingar gjorde på døde menneske synte at slik er det. Største mengder av plutonium fann dei i døde frå Cumbria.

Plutonium kan altså i dag påvisast i sediment, sjøvatn, luft, jord og i kroppen på menneske og dyr over store deler av Storbritannia. Plutonium er bunde til partiklar som førekjem i størrelsar frå under μm til store "hot" partiklar. Dei minste partiklane oppfører seg som ein gass og er mobile over store område. "Hot" partiklane er påviste i sediment på strendene.

Korleis kan dei styrande ha tillate at alt dette har fått lov til å halde fram, med daglege giftutslepp til Irskesjøen, til folk som lever like ved og til heile planeten vår?

Det nasjonale strålevernet held fast på at all denne påviste radioaktive forureininga ikkje er skadeleg. Dosane folk får i seg er for små. Ein kjem ingen veg med å konfrontere dei med den eksplosive auken av kreft og opphopping av barneleukemi i nærleiken av mange atomanlegg. Det blir bortforklara ved bruk av statistikk og argument om aldrande befolkning. Mykje ny forskning hevdar at det er sjølve modellen for å rekne ut stråledosen som er feil. Når eit menneske får i seg plutonium i form av ein "hot" partikkel vil α -partiklane frå han berre nå nabocellene omkring partikkelen. Det vanlege er å fordele energien på massen til heile organet han ligg i. Det vil gi ein liten dose, ettersom dose er definert som motteken energi delt på den råka massen. Men den råka massen er i dette tilfelle mikroskopisk liten. Brukt i same formel ville det gi ein svært stor dose. Dette er eit eksempel på at helseskaden frå indre lågdose stråling ikkje blir rett tolka og handsama av styresmaktene. Det internasjonale strålevernet ICRP og avtalen mellom WHO og IAEA hindrar at den nye kunnskapen om dette blir teken i bruk.

Stopp Sellafield!

Kva betyr det? Dei norske aksjonane mot utsleppa i Sellafield har vore prega av stor mangel på kunnskap om kva som går føre seg i Sellafield.

Samanhengen mellom MOX-forsking i Norge og produksjon av MOX i Sellafield har ikkje vore eit tema. Kva kan Norge gjere for å påverke utviklinga i Sellafield? Korleis kan det sivile samfunn og NGO-ane vere med på dette?

Kva kan skje i Norge etter ei større ulukke i Sellafield? Har vi kriseberedskap til å takle det?

Her er fleire spørsmål enn svar.

I ei pressemelding trykt i *Stavanger Aftenblad* i 1999 står det mellom anna: "Det er et viktig press vi (Miljøverndepartementet) legger på britiske myndigheter for å få stengt anlegget der nede (Sellafield), eller i det minste få redusert utsleppa av radioaktivitet. Anlegget står for 90 prosent av utsleppa av det radioaktive stoffet technetium som når Norskekysten."

Kva meiner dei med dette? Er det THORP som bør stengast? Men dei store Tc-99 utsleppa kjem ikkje frå THORP, men frå B 205. Og B-205 bør vel ikkje stengast før det brukte Magnox-brenselet er ferdig gjenvunne. Det ser ut som dei har det same problemet med det brukte magnox-brenselet som Norge har med omkring 10 tonn av det brukte brenselet frå Halden-reaktoren. Det er i ein slik ustabil tilstand at det ikkje kan handsamast for langtidslagring før det har blitt gjenvunne. Det som bør stansast er alle Magnox-reaktorane som produserer dette problematiske avfallet, som i si tid vart bygde for å lage atomvåpen. Dei to Magnox-reaktorane som fekk forlenga levetid i 2010 må stengast. Og kva med alle dei andre radioaktive stoffa? Er det berre Tc-99 som er farleg for Norge? Kva med MOX produksjonen og Norge som støttar den produksjonen gjennom forskinga i Halden? Kan dei tru på oss når vi protesterer mot noko vi støttar? Og kva med det farlegaste av alle anlegga i Sellafield, tankane med HAL, skal dei og stengast?

Og kva med avfallshandsaminga og lagringa?

"Stopp Sellafield" er eit dårleg slagord. Å stoppe Sellafield er korkje mogeleg eller ønskeleg på kort sikt, men vi må stå fast på kravet om at det må bli slutt på gjenvinning og produksjon av plutonium og MOX. Det betyr også at Norge må legge ned MOX-forskinga ved Halden-reaktoren. Denne forskinga støttar produksjonen av plutonium. Deretter vil nedbygging og demontering, avfallshandsaming, lagring og overvaking måtte overta. Mykje av avfallet som er i Sellafield-området må lagrast trygt i hundre tusenvis av år.

Shaune Burnie frå Greenpeace sa det slik på konferansen vår i Bergen i 2002 då han fekk spørsmål om kva Norge kan gjere for å få slutt på dei radioaktive utsleppa i Sellafield:

- "Det er gjenvinning av brukt brensel som er problemet, ikkje Tc-99, slik mange i Norge ser ut til å tru. Det er gjenvinninga som må stoppast, og det er det nordmenn og norske politikarar må halde fram å protestere mot.—Meir enn eit dusin radioaktive

nuklidar frå Sellafield kjem i dykkar retning i ulike mengder og tidsskalaer.—Norge skulle presse på slik at dei farlege tankane med HAL blir tømde så fort som mogeleg, før ei ulukke sender radioaktive skyer mot Skandinavia.

- Norge må fortelje den svenske regjeringa at det er totalt uakseptabelt for eit nordisk land som har protestert mot Sellafield at dei sjølve planlegg å importere MOX-brensel derifrå slik Sverige no gjer. Norge er medeigar i OKG, som ønskjer MOX produsert i UK. Norge investerer også i Nikkei i Japan som eig dei største japanske atomanlegga. Gjennom oljefondet støttar dei norske skattebetalarane spreiding av plutonium og forureining av land, inkludert sitt eige.

- Haldenprosjektet spelar ei viktig rolle i å assistere plutoniumindustrien, spesielt ved å teste MOX-brennstoff. Denne forskinga fører til farleg bruk av dette brenselet i reaktorar i Frankrike, Belgia, Tyskland, Sveits, Japan og kanskje Sverige. Dette prosjektet i Halden må stansast.

- Norge må påverke Japan og Tyskland som er BNFL sine viktigaste kundar

- Norge må protestere mot dei farlege transportane med plutonium og høgaktivt atomavfall."

Dette vart sagt i mars 2002. Ikkje så mykje har endra seg, bortsett frå at anlegga i Sellafield ikkje er eigd av BNFL lenger, men av NDA.

Gjenvinning av brukt brensel i Sellafield og La Hague fører til dei største menneskeskapte utslepp av radionuklidar til miljøet i heile verda. Utsleppa svarar til ei stor atomulukke kvart år. Plutoniumisotopen (Pu-239) har ei halveringstid på 24 000 år og nokre av dei andre isotopane har ei halveringstid på millionvis av år. Skulle det skje ei større ulukke i eit av desse anlegga kunne det komme til å bety at det vart eit mykje større utslepp av radioaktive stoff enn ved Tsjernobyl ulukka.(2,4)

Friends of the Earth har i mange år kjempa og argumentert for at gjenvinning i Sellafield må stansast. Gjenvinning kan ikkje rettferdiggjeraast korkje økonomisk eller med omsyn til reglane for strålevern og handsaming av radioaktivt avfall. Ingen tenar på dette og alle tar skade. Likevel har dei noverande eigarane, NDA, lov til å halde fram med å sleppe plutonium og andre radioaktive stoff rett ut i sjøen. Det må bli slutt på gjenvinning og MOX produksjon i Sellafield og planane om å bygge ein ny MOX-fabrikk på stansast.

NDA har nok med å ta fatt på det viktige og langsiktige og allsidige arbeidet med nedbygging og avfallshandsaming. Det burde dei få lov til å konsentrere seg om utan samstundes måtte halde fram å produsere plutonium og MOX i anlegg med store tekniske problem.

Litteratur:

1. Strålevern Rapport 2009/6: Konsekvenser for Norge ved en mulig ulykke ved Sellafield-anlegget, Statens Strålevern, Østerås 2009
2. Naturvernforbundet Hordaland: Sellafield. Rapport fra en konferanse om de radioaktive utslippene fra Sellafield, Bergen 2002
3. Cassidy, Nick and Green, Patrick: Sellafield The Contaminated Legacy, Friends of the Earth, London 1993
4. Martiniussen, Erik: Sellafield, Bellona, Oslo 2001
5. Schneider, M.: Possible toxic effects from the nuclear reprocessing plants at Sellafield (UK) and Cap de la Hague (France), Wise, European Parliament 2001
6. WISE News Communiqué 469/470
7. Martiniussen, Erik og Bøhmer, Nils: Haldenreaktoren, Bellona, Oslo 2002
8. Mærli, Morten Bremer: Vurdering av utenrikspolitiske sider ved fortsatt drift av OECD Halden Reactor Procect, NUPI-notat 627, 2002
9. International Panel on Fissile Materials (IPFM): Global Fissile Material Report 2009
10. www.NDA.gov.uk
11. NDA: Annual Report & Accounts 2008/2009
12. NDA: Strategy, 2006
13. Busby,Chris: Wolves of Water, Green Audit, Wales UK, 2006
14. Cutter, James and Edwards, Rob: Britain´s Nuclear Nightmare, Sphere books, London 1988
15. www.greenpeace.org
16. www.bellona.no

Euratomdirektiv 96/29 av 13. mai 1996

Euratom blei stifta av Det Europeiske Fellesmarkedet (EF) i 1957 som den gongen besto av dei seks landa Frankrike, Tyskland, Belgia, Nederland, Luxemburg og Italia. I dag er Euratom ein del av EU-traktaten, men ikkje av EØS.(1)

I Traktat om opprettinga av det europeiske atomenergifellesskapet står det at alle medlemsland i EU er forplikta av målsettinga til Euratom.(3) EU består etter den siste utvidinga av 27 land der berre ti har atomkraft. Av desse ti har Sverige, Tyskland, Nederland og Belgia sagt at dei vil fase ut atomkrafta. Ein skulle derfor tru at Euratom var uaktuell for dagens energipolitikk i Europa, men i "Traktat om en forfatning for Europa" står det: --- De høje kontraherende parter, som erindrer om betydningen af, at bestemmelserne i traktaten om oprettelse af Det Europeiske Atomenergi-fællesskap fortsatt har fuld retsvirkning."(2)

La oss først sjå litt på innhaldet i Euratom-traktaten, slik at vi kan forstå litt av dei pliktene medlemslanda har teke på seg:

Artikkel 1: "[F]ellesskapet skal ha til oppgave å bidra til å heve levestandarden i medlemsstatene og til å utvikle forbindelsene med andre stater ved å skape de nødvendige vilkår for en hurtig etablering og vekst av atomenergiindustrien".

Artikkel 2: "[u]tvikle forskning og sikre spredning av tekniske kunnskaper – fastsette og overvåke anvendelsen av ensartede sikkerhetsregler for å beskytte befolkningens og arbeidstakernes helse – sikre oppbyggingen av de grunnleggende anlegg som er nødvendige for utviklingen av atomenergien innen Fellesskapet – sikre store avsetningsmuligheter og adgang til de beste

tekniske hjelpemiddel ved å skape et felles marked for spesielt materiell og utstyr, ved fri bevegelighet for kapital og investering i atomenergisektoren og ved fri adgang for spesialister til å ta arbeid innen Fellesskapet – få i stand enhver form for forbindelse med andre stater og internasjonale organisasjoner, egnet til å fremme utviklingen av den fredelige bruk av atomenergien."

Artikkel 4: "[K]ommisjonen skal ha til oppgave å fremme og lette atomenergiforskningen i medlemsstatene og å utfylle denne forskning ved å gjennomføre Fellesskapets forsknings- og undervisningsprogram."

Artikkel 10: "[K]ommisjonen kan gjennom kontrakter overlate til medlemsstater, enkeltpersoner eller foretak og til tredjestater, internasjonale organisasjoner eller borgere av tredjestater å gjennomføre enkelte deler av Fellesskapets forskningsprogrammer."

Artikkel 24: "[N]år det kan skade en eller flere medlemsstaters forsvarsinteresse å gi adgang til opplysninger som Fellesskapet har oppnådd under gjennomføringen av sitt forskningsprogram, skal slike opplysninger holdes hemmelig etter følgende regler-----"(1)

På slutten av 70-talet brukte EU omkring 80 prosent av løyvingene til energiforskning på atomenergi, og bare omkring 20 prosent på alle andre energiformer. Gjennom program som PHARE og TACIS har EU hjulpet austblokklanda med dei gamle og dårlege atomkraftverka deira. Dermed har dei forsterka, ikkje redusert, atomtrusselen frå aust ved å låne ut pengar til å ruste opp gamle verk som skulle vore stansa.

I debatten omkring folkerøystinga hausten 1994 då vi skulle stemme ja eller nei til norsk medlemskap i EU var Euratom eit ikkje-tema. Slik var det ikkje i Austerrike som hadde folkerøysting omtrent samstundes. Austerrike har som Norge sagt nei til atomkraft. Likevel var dei redde for å bli ein del av det europeiske atomprogrammet ved å bli medlem i EU. Dei var redde for å tape kontroll med transport av radioaktivt materiale gjennom landet, kontroll med fastsetting av grenseverdier for radioaktivitet i mat og dyrefôr og redde for å bli tvinga til forskningssamarbeid. At senteret for atomteknologi i Europa ligg i Brussel gjer det omtrent umogeleg for lokale og regionale folkegrupper å påverke utviklinga.

Euratomdirektiv

Euratom har i alle år sendt ut direktiv gjennom EU-kommisjonen til alle medlemsland. Direktiva kan handle om alt frå tryggleik ved atomkraftverk, handsaming av radioaktivt avfall, til medisinsk bruk av radioaktive stoff og strålevern. Det er meininga at desse direktiva skal innarbeidast i medlemslanda sine lover. Dette er fullmaktslover og dei nasjonale myndigheitene står i prinsippet fritt, men reglane som blir innarbeidde i lovene skal basere seg på prinsippa i Euratomdirektiva. Dette har ikkje betydd noko for Norge sidan EURATOM ikkje er med i EØS-avtalen. Likevel har Norge plukka ut regler frå Euratomdirektiv når vi har hatt bruk for det. Frå Euratomdirektiv 97/43 som handlar om "Strålingsbeskyttelse og sikkerhet ved medisinsk bruk av ioniserende stråling" har Statens Strålevern tatt regler som har blitt norsk lov på dette området.

Euratomdirektiv 96/29 av 13. mai 1996 blei sendt ut til alle EU-land og landa blei bedne om å implementere det som lov før 13. mai 2000. Det blei ikkje sendt til Norge, men 12. mai 2000 vedtok Stortinget ei ny Lov om Strålevern der deler av dette direktivet er teke med. Særleg paragraf 20 i den nye Strålevernlova er vanskelig å forstå utan at ein kjenner innhaldet i Direktiv 96/29. Paragraf 20 lyder slik: "[S]tatens strålevern kan nekte import eller omsetning av ethvert produkt eller stoff og enhver vare som kan medføre en helse- eller miljørisiko på grunn av stråling, forutsatt at dette ikke strider mot internasjonale avtaler som Norge er tilsluttet."(3) Direktiv 96/29 blei diskutert i mange europeiske land og det oppstod protestaksjonar der Europa Parlamentet deltok aktivt. Det førde til at direktivet berre blei delvis implementert innan fristen i mange land for eksempel England og Frankrike. I Norge blei "Lov om strålevern og bruk av stråling" vedteken samrøystes og utan debatt.

Euratomdirektiv 96/29 handlar om to ting: 1) Auka vern av helsa til arbeidarane i atomindustrien og vanlege borgarar frå skadane ved ioniserende stråling. 2) Få til ein felles internasjonal standard

som skal harmonisere grensene for radioaktiv stråling i alle EU-land. Men i eit tillegg til direktivet blir grensene for når eit stoff/ting skal handsamast som radioaktivt avfall endra. Det er sett opp ei liste over 300 radioaktive isotopar (naturlege og menneskeskapte) med nye grenseverdier for tillaten aktivitet (målt i Bq og Bq/g). I artikkel 3.2 står det at det er ikkje lenger krav om rapportering av utslepp og bruk av radioaktive stoff dersom mengda eller konsentrasjonen av dei radioaktive isotopane ligg under det som er oppgjeve i lista. Dette opnar for at atomindustrien kan spreie nokre typar radioaktivt avfall i miljøet, uttynne radioaktivt avfall med vanlig avfall, deponere det som søppel eller blande radioaktivt materiale i forbruksvarer og bygningsmaterieil.

Atomindustrien er på desperat jakt etter stadar og metodar for å kvitte seg med dei store mengdene radioaktiv avfall som har samla seg dei siste femti åra, og som for det meste ligg uforsvarleg lagra. Og atomkraftverka produserer heile tida nytt avfall og har ingen stad å lagre det trygt. Dumping i sjøen blei forbode i 1996, og ingen vil ha dette i sin bakgard. I Sverige har dei i mange tiår diskutert kvar det høgradioaktive avfallet skal plasserast. I Norge ligg vårt avfall mellombels lagra ved reaktorane i Halden og på Kjeller. Dette høgradioaktive avfallet bør lagrast slik at det ikkje kjem i kontakt med luft og vatn minst i 200 000 år!!

Mykje av det lågradioaktive avfallet kan ein no på grunn av Direktiv 96/29 bli kvitt ved å tynne det ut til radioaktiviteten ligg under verdiane frå isotoplista i direktivet. OECD har rekna ut at nedbygginga av hundrevis av gamle atomanlegg i Europa dei neste tiåra vil frigi 30 millionar tonn med radioaktivt metall i tillegg til større mengder andre typar bygningsmaterieil. Det blir mykje lettare å bli kvitt dette når det er lov å gjenbruke det og spreie det tilbake til miljøet. Grenseverdiane for tillaten aktivitet frå dei 300 isotopane har auka mykje frå tidlegare nivå, og auken er størst for dei isotopane atomindustrien har mest problem med. Tritium har fått ei grense på 1000 000 000Bq/kg, Krypton-85 har 100 000, Strontium-90 har 10 000, Cesium-137 har 10 000. Nå er det ikkje fritt fram å blande radioaktive stoff i kva som helst. I artikkel 6.5 står det at det er ikkje lov å tilsette "deliberate" radioaktive stoff i produksjon av mat, leiketøy, smykke og kosmetikk. (4)

Det har gått nokre år sidan dette direktivet kom. Det som er viktig no er å finne ut kor mange land i Europa som har implementert direktivet i nasjonal lov, og korleis lova blir brukt. Vidare er det viktig å finne ut om det i dag blir produsert varer og material som er blanda med radioaktivt avfall. Om så er tilfelle: kvar blir det produsert, kor mykje, kven kjøper og brukar det?

Litteratur:

1. *Traktat om opprettelsen av det europeiske atomenergifellesskap, særskilt vedlegg nr. 2 til St. meld. Nr.40, 1993-94*
2. *Traktat om en forfatning for Europa, protokoll nr. 36, dansk omsetting, 2005*
3. Lov 2000-05-12 nr.36: *Lov om strålevern og bruk av stråling*
4. EURATOM Campaign: *Nuclear Polluters Charter, Briefing for Activists, Low Level Radiation Campaign*, www.llrc.org, October 1997

Tsjernobyl

Den 26. april 1986 kl. 01.24 skjedde det ein eksplosjon i reaktor nummer fire ved kjernekraftverket Tsjernobyl i Ukraina. I april 2011 kan vi markere at det har gått 25 år sidan denne ulukka hende. Eksplosjonen i reaktoren og brannen etterpå førde til at mange tonn med radioaktivt støv vart slynga ut i lufta. Det vart ført med vinden og kom med regn og som tørt nedfall både på den nordlege og sørlege halvkule. Emisjonen av radioaktive stoff varde i ti dagar og i følgje ulike uavhengige kjelder slapp det ut mellom 3,5 og 2 milliardar Curie radioaktivitet. International Atomic Energy Agency (IAEA) har estimert dette til berre 200 millionar Curie. (Ein Curie (Ci) = 37 milliardar Becquerel (Bq), og 1 Bq= 1desintegrasjon per sekund.) Alt 29. april vart det målt høge verdiar av radioaktivitet i Polen, Tyskland, Austerrike, Romania, Finland og Sverige og innan 6. mai vart det målt nedfall frå Tsjernobyl i Norge, Storbritannia, Hellas, Israel, Kuwait, Tyrkia, Japan, Kina, India, USA og Canada. På mindre enn to veker hadde Tsjernobyl blitt eit globalt problem. Meir enn 40 prosent av Europa vart forureina med over 4000 Bq/m². Dette førde til høge verdiar av radionuklidar i sopp, bær, mjølk, kjøt, fisk, husdyr og ville dyr i mange land i Europa, også i Norge. Dette førde igjen til radioaktiv eksponering av folk, først og fremst i dei tidlegare Sovjetrepublikkane Russland, Kviterussland og Ukraina, men også i Skandinavia, Bulgaria, Polen, Tyskland og andre europeiske land.

Men Tsjernobylulukka gjekk verst ut over Kviterussland der omkring 70 prosent av det radioaktive nedfallet landa. 23 prosent av landoverflate vart forureina med over 1 Ci/km² berre frå den eine isotopen cesium Cs-137. For det vesle landet med ti millionar innbyggjarar vart det til ei nasjonal ulukke. Under andre verdskrigen øydela tyskarane 619 kviterussiske landsbyar ved å brenne både hus, dyr og folk. Etter Tsjernobyl vart 485 landsbyar og tettstadar så sterkt forureina at

dei måtte fråflyttast. 70 av desse er for alltid gravne ned. Husdyra vart skotne og saman med husa med blomar i vindauga og mat på bordet, hagar med grønsaker, frukttre, bærbuskar og klesnorer med tøy til tørk, vart alt kasta ned i eit stort hol i jorda av store traktorar. Traktorane ligg i dag i haugar med radioaktivt avfall innanfor tremilsgrensa omkring reaktoren. Der landsbyane låg er det store grøne sletter. Mange hundre landsbyar søv ein Tornerosesøvn der tre og buskar og gras veks vilt omkring folketomme hus. Byen Pripjat med 50.000 innbyggjarar før katastrofen er i dag ein spøkelsesby der ingen får lov å bu. I alt 400.000 menneske måtte flykte. Det er ikkje rart at folk i desse områda opplever dette som ein krig. Og fienden er det fredelege atomet. Hos dei eldre blir trauma frå den andre verdskrigen vekke til live. I dag bur det ni millionar menneske i dei radioaktivt forureina områda i Kviterussland, Russland og Ukraina. Dei får dagleg i seg radioaktiv forureina mat og vatn og 80 prosent av menneska lir av ulike sjukdomar. 12.000 personar, dei fleste barn, har blitt operert for skjoldbruskkjertel-kreft og mange hundretusen har andre skadar i denne kjertelen. Leukemi og andre former av kreft er det 50 gonger så mykje av i dag samanlikna med åra før katastrofen. Av dei 900.000 "likvidatorane" som var ryddemannskap omkring den øydelagde reaktoren og som bygde sarkofagen er omtrent alle dei overlevande i dag alvorleg sjuke. I følgje røffe overslag frå ulike uavhengige kjelder har Tsjernobyl så langt vore årsak til meir enn ein million dødsfall. (1)

Det som er skissert ovanfor er ikkje det offisielle synet på konsekvensane av Tsjernobyl-katastrofen. Denne hendinga for 25 år sidan som skaka opp heile verda er i dag nesten gløymd og nye kriser og katastrofar dominerer i media. Men dei som opplevde Tsjernobyl på nært hald gløymer det aldri. For dei er liver delt i to, tida før og etter katastrofen.

For folk utanfor desse områda er det i dag vanleg å tru at denne ulukka ikkje var så ille. "Sjølvsagt er det synd i dei som blei råka direkte, men konsekvensane vart ikkje så alvorlege som ein hadde frykta". Dette vart sagt i norsk TV og radio på Tsjernobyldagen i 2006 ved tjuetårs markeringa.

Alt nokre månader etter ulukka i 1986 uttalte International Atomic Energy Agency (IAEA) at "dei radiologiske konsekvensane vil i framtida bli så små at dei ikkje kan registrerast", og med små endringar har IAEA halde fast på dette til i dag.

Ved starten av atomalderen blei konflikten mellom dei som ønskte å utvikle den nye atomteknologien for både sivil og militær bruk, og dei ansvarlege for folkehelsa løyst gjennom avtalen (res WHA 12-40, 28 May 1959) som slo fast at IAEA og WHO skulle dele ansvar og arbeidsområde når det galt atomenergi. Dette har ført til at IAEA har den absolutte autoriteten innanfor "radioaktivitet og helse", utan å ha nokon som helst kompetanse innan offentleg helseproblematikk, og WHO som har nettopp det, er sett på sidelinja. WHO kan ikkje uttale seg eller offentliggjere rapportar om "stråling og helse" utan at det er godkjent av IAEA.

I 1995 klarde IAEA med basis i denne lova å hindre publisering av rapporten frå ein konferanse om Tsjernobyl. WHO hadde fått høyre mykje kritikk frå atomaktivistar i alle land på grunn av den passive haldninga dei heile tida hadde hatt til Tsjernobyl. Den dåverande generaldirektøren i WHO, Dr. Hiroshi Nakajima frå Japan, ville prøve å rette på dette. Han arrangerte ein internasjonal konferanse i Genève med 700 vitskaplege ekspertar og legar, mange frå Russland, Ukraina og Kviterussland. Det vart lagt fram mange nye vitskaplege arbeid om helse- og miljø-situasjonen i dei radioaktive sonene av forskarane frå Aust. Mykje av dette vart presentert på engelsk for første gong. Det vart lova at alt skulle komme med i rapporten frå konferansen. Og det var mange som venta i spenning på denne rapporten. Endeleg skulle sanninga om Tsjernobyl bli gjort kjend for heile verda. Strålevernet i Norge ga ut ein rapport frå konferansen i Genève året etter. Der står det at dette

er ei førebels kort utgåve, og at den fulle endelege rapporten skal komme seinare. Det skjedde aldri.

Organisasjonen "Tsjernobyls legar" som hadde delteke i Genève i 1995, organiserte ein ny konferanse i Kiev i Ukraina i 2001 med same tema som Dr. Nakajima hadde prøvt å belyse seks år tidlegare. Han var no ikkje lenger generaldirektør i WHO og vart invitert til å vere ærespresident for konferansen. Heile denne konferansen vart filma av TSI (Télévision Suisse) og er tilgjengeleg på video og DVD. Filmen opnar med at ei gruppe leverer ein pakke til generaldirektør Gro Harlem Brundtlands representantar utanfor WHO sin hovudbygning i Genève. Det blir lova at ho skal få brevet med alle underskriftene. I brevet blir det bedt om at avtalen mellom WHO og IAEA må endrast slik at WHO blir sett fri til å arbeide sjølvstendig med helseproblema knytte til eksponering for radioaktiv stråling. Deretter kjem det ein samtale mellom Professor Michel Fernex frå Frankrike og Dr. Nakajima. Fernex spør om kvifor ikkje rapporten frå Genève vart publisert slik som det blei lova, og Nakajima svarar at IAEA som har større autoritet enn dei andre atomorganisasjonane i FN, hadde stansa denne rapporten. Aldri før har nokon på så høgt nivå sagt dette rett ut. Forsøket Nakajima gjorde for å få fram sanninga om Tsjernobyl vart mislukka. Det vart blokkert av IAEA fordi sanninga om dette ville blitt ein katastrofe for atomindustrien.

Også i Kiev la kjende forskarar frå aust som Alexey Yablokov frå Russland, Vasili Nesterenko og Yury Bandazhevsky frå Kviterussland fram sine siste forskingsresultat om miljø- og helsetilstanden i dei radioaktive sonene. Bandazhevsky sitt arbeid om samanhengen mellom lagring i kroppen av radioaktivt cesium (Cs-137) og hjartesvikt hos de



Foto: Brian Woychuk

berørte i sonene, vart lagt fram av ein kollega. Sjølv sat han i retten klaga for korrupsjon. Feilen han hadde gjort var at han hadde klaga myndigheitene i Kviterussland for ikkje å gjere nok for å førebyggje desse helseproblema ved å skaffe folk rein mat. Han vart dømd til åtte års fengsel men slapp ut etter fire år etter press frå ei internasjonal støttegruppe. Heller ikkje etter Kiev kom det nokon konferanserapport, men filmen "Atomic lies" dokumenterer mange av foredraga og diskusjonane.

The Chernobyl Forum

I høve 20-års markeringa for Tsjernobyl-katastrofen kom Tsjernobyl Forum med ein rapport alt i september 2005 som enno ein gong avdramatiserte helse- og miljøkonsekvensane av katastrofen. Tsjernobyl Forum vart oppretta i 2003 etter initiativ frå IAEA i samarbeid med seks andre FN-organisasjonar, verdsbanken og regjeringane i Ukraina, Kviterussland og Russland. IAEA er den sentrale organisasjonen i denne gruppa saman med United Nations Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) og WHO. IAEA og WHO er alt omtala, UNSCEAR vart oppretta for å vurdere og rapportere om helseeffekten av ioniserande stråling etter at USA hadde testa den første hydrogenbomba. Uheldigvis vart UNSCEAR primært ein organisasjon som var prega av dei same fysikarane som jobba i atomindustrien og som målte og rapporterte og la til grunn at små dosar av radioaktivitet ikkje var skadeleg. Desse to organisasjonane har begge sterke band til atomindustrien, og WHO er bunden gjennom avtalen med IAEA. Dei andre fem er: United Nations Development Programme (UNDP), Food and Agriculture Organization (FAO), United Nations Environment Programme (UNEP), United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (UNOCHA) og the World Bank (WB). Alle organisasjonane får råd og rettleiing om stråledosar og strålevern frå International Commission on Radiological Protection (ICRP). Dette er ein ikkje-statleg organisasjon oppretta av fysikarane innan Manhattan-prosjektet for å lage dei første atombombene. På grunn av atomløyndomar og nasjonal tryggleik vart ICRP danna slik at medlemmane sjølve skulle både velje og supplere kvarandre. Ingen profesjonelle organisasjonar, ikkje ein gong WHO, kan få ein person inn i hovudkomiteen til ICRP, som i dag er retningsgjevande for alt internasjonalt strålevern. Dei set strålegrenser for arbeidadarar i atomindustrien og for den vanlege befolkninga. Anbefalingane er bygde på avveging mellom risiko og nytte og ønskjer å verne om menneska si helse så lenge det ikkje går ut over atomindustrien. Dei har endra grenseverdiane for stråledosar mange gonger, sist i 1990 då presset frå meir enn 700 forskarar og legar førde til ny reduksjon. Uavhengige forskarar hevdar i dag at desse grenseverdiane stemmer

bra for eksponering av ytre ioniserande stråling, men ikkje for kronisk indre lågdosestråling. Derfor blir det heilt feil å bruke dette på folk som lever i Tsjernobylsonene og dagleg får i seg radioaktiv mat.

Rapporten heiter: *Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine*. Rapporten blir presentert som den mest omfattande evalueringa av Tsjernobyl-konsekvensane hittil. Rapporten som har FN i ryggen og uttalar seg med stor autoritet, blir av det offisielle internasjonale, politiske systemet oppfatta som eit solid dokumentert vitskapleg arbeid. Det blir vist til og lagt til grunn for vedtak innan miljø- og energipolitikk over heile verda.

Kva er så innhaldet i denne rapporten? Det blir slått fast at atomulukka i Tsjernobyl i dei 20 åra som har gått har vore direkte årsak til 50 dødsfall mellom brannmannskapet og operatørane på kraftverket, 200 krefttilfelle frå akutt stråling og 4000 tilfelle av skjoldbruskkjertel-kreft der berre ni har hatt dødeleg utgang. Det er rekna ut at opp til 4000 menneske kan komme til å dø av kreft på grunn av radioaktiv eksponering frå Tsjernobylutsleppa, men det kan bli vanskeleg å påvise, sidan det utgjør ein liten prosent av alle krefttilfelle som har andre årsaker. Rapporten nektar at det eksisterer samanheng mellom somatiske sjukdomar og radioaktiv stråling. Der auke av slike sjukdomar er påvist blir det forklart med psykologisk stress, radiofobi, dårleg helsestell og ernæring. Med omsyn til miljøet så hevdar rapporten at strålingsnivået i dei radioaktive sonene har gått tilbake til normalt nivå, bortsett frå i spesielle soner omkring atomreaktoren. Det betyr at folk kan bu der og dyrke jorda igjen. Den siste "vitskaplege" konklusjonen i dette arbeidet, sidan Tsjernobyl-problema ikkje eksisterer lenger, er at regjeringane i Kviterussland, Ukraina og Russland kan redusere budsjetta med løyvingar til offera i sonene og til alle tiltak for å redusere konsekvensane av ulukka.

Dr. Rosalie Bertell seier det slik: "Vanlegvis blir vitskaplege teoriar testa mot røyndomen og forkasta dersom dei ikkje stemmer. Prosessen som blir brukt av ICRP og UNSCEAR tillet at helseprognosar knytte til radioaktiv stråling blir testa mot realiteten til offera, og dersom realiteten ikkje stemmer med teorien blir realiteten forkasta." Det blir fortalt om Leonardo da Vinci at då han fann ut at ein hest har to tenner meir enn det som var samtida si lære i biologi, fekk han dei lærde mot seg. Dei kunne sin Aristoteles. Det kunne Leonardo òg, men han hadde vore ute og telt tennene til hesten. Måtte ikkje då aristotelisk kunnskap gi tapt for røyndomen? Nei, dei lærde stod på sitt for Aristoteles tok aldri feil.

Mange dyktige forskarar i dei tidlegare Sovjetrepublikkane har i årevis drive med nettopp dette, å telle "tenner". Det er snakk om kjende forskarar i Aust, mange av dei er medlemmer i

Vitskapsakademia i sine respektive heimland. Dei har over lang tid utført store epidemiologiske granskingar der dei har undersøkt folk i område med ulik grad av forureining, men med like livstilhøve elles. Dette har dei samanlikna med folkegrupper i reine område. Dyr og planter er og undersøkte over tid, og det er utført mange dyreforsøk i laboratorium. Dei har hatt store problem med å få desse vitskaplege arbeida publiserte i Vest, og forsøk på å komme til orde på internasjonale konferansar har hittil ikkje lukkast. Heller ikkje i Aust er negativ informasjon om Tsjernobyl-katastrofen velkommen. Uavhengige forskarar både frå Aust og Vest har opplevd at dette arbeidet har kosta dei både stilling og karriere, og det har til og med ført til forfølging, fengsel og mordforsøk.

Ved 20-års markeringa av Tsjernobyl er ikkje lenger IAEA-rapporten åleine om å fortelje oss om tsjernobyloffera. Arbeida til over 50 av forskarane frå Aust har for første gong blitt utgitt i Vest. Mange av desse artiklane er omsett til engelsk for første gong i to rapportar utgjevne av Greenpeace og ECRR (Recommendations of the European Committee on Radiation Risk). Denne forskinga påviser forverring av helsa til folk som lever i Tsjernobylsonene, som er utanfor vitskapleg tvil. Dusiavis av sjukdomar kan ikkje forklarast verken som effekt av metode eller sosiale og økonomiske faktorar. Dei har påvist nye effektar av radioaktiv stråling som: "minisatellite instability", "genomic instability" og "the bystander effect". Effekten av indre lågdosestråling fører til subtile endringar i genomet, som igjen fører til auke i den generelle mutasjonsraten. Dette viser seg i alle arter, planter, dyr og menneske. Og hos plantene og dyra kan ikkje forklaringa vere radiofobi. Auke av mange typar sjukdom er påvist hos barn og vaksne som lever i dei radioaktive sonene og som dagleg får i seg små dosar av den radioaktive cesiumisotopen Cs-137. Mellom likvidatorane er 100 prosent av dei gjenlevande som bur i Moskva sjuke, og av dei som bur i St. Petersburg er 85 prosent sjuke. Dei lir av mange alvorlege sjukdomar på ein gong, såkalla poly-morbiditet.

I Tsjernobylsonene finn vi i dag millionvis av eksponerte menneske i rurale område som har levd på forureina mat i over 20 år. I byane lever fleire hundretusen flyktingar som ikkje har blitt følgde opp medisinsk. Mange av desse vart utsette for store dosar med stråling i den første tida etter ulukka. Dei omkring 900 000 likvidatorane (opprykkingsmannskapa) vart sende tilbake til stadane dei kom ifrå i heile Sovjetunionen, og sjukdom og død mellom dei vart ikkje knytte til den radioaktive strålinga dei hadde vore eksponerte for. Verdsamfunnet har berre fått sett små glimt av lidningane til Tsjernobyloffera så langt. Tsjernobyloffera har forsvunne frå vestlege media der plassen er fylt med nye ulukker og krigar.

Er det så viktig å få vite sanninga om denne ulukka når det heile tida skjer så mykje anna som verdssamfunnet må ta stilling til og bruke store ressursar på, som naturkatastrofar og militære operasjonar på mange kontinent? Ja meiner eg, og vil liste opp nokre av desse grunnane. At Tsjernobyl-forskinga er så sensurert som ho er i dag har stor innverknad på mange ulike område.

1. Talsmenn og kvinner for offera i dei radioaktive sonene har i alle år bedt om internasjonal hjelp i form av rein mat, medisin og opplæring i korleis problema i hushald og jordbruk kan handterast. Og hjelp har dei fått, mest av internasjonale NGO-ar, men ikkje i stor nok målestokk. Mykje sjukdom og død kunne vore hindra. Reaktorfyisikaren professor Vasily Nesterenko frå Minsk har i alle år etter ulukka målt radioaktiviteten i næringsmiddel, jord og menneske og sendt lister med opplysning om dette til myndigheitene. Ved bruk av mobile spesialstolar har han reist omkring i sonene og målt innhaldet av Cs-137 i kroppen til over 200.000 born. I mange landsbyar låg nivået på 200-400 Bq/kg med toppar på 2000 Bq/kg og heilt opp til 7000 Bq/kg i nokre tilfelle. Professor i medisin Bandazhewsky samarbeidde med Nesterenko og han slo fast at born som hadde over 50 Bq/kg av Cs-137 i kroppen over lang tid hadde skade på livsviktige indre organ. Dei eksperimenterte også med stoff, til dømes pektin, som skulle få radioaktiviteten ut av kroppen.

2. Dette er kunnskap mange andre land kunne hatt nytte av. I Noreg målar vi aktiviteten i sauer og reinsdyr. Men kva med menneska? I Noreg har vi område som er forureina av radioisotopar frå nedfall etter bombetesting på Novaja Semja på 60-talet, frå Sellafieldutslepp og frå Tsjernobyl. Det er også klart at erfaring og ny kunnskap på dette området er viktig i land som har satsa på kjernekraft, både med tanke på daglege lovlege utslepp av radioaktive isotopar til luft og vatn, og frå små og store ulukker.

3. Dei organisasjonane som regulerer det internasjonale strålevernet hadde og hatt stor nytte av all denne nye informasjonen frå Tsjernobylsonene. Den britiske regjeringa oppretta i 2001 ein komité (CERRIE) som skulle granske dei noverande risikomodellane for "stråling og helse". Rapporten som kom i 2003 konkluderer med at i nokre tilfelle er effekten av ioniserande strålinga i det minste ti gonger større enn vi før har rekna med. Komiteen tilrår meir forskning på eksponering frå radioaktive isotopar som er opptekne i kroppen. Noko liknande seier det franske strålevernet, IRSN, og ICRP sjølv tilstår at det er noko i kritikken av den modellen som ligg til grunn for strålevernet deira. I ein slik situasjon skulle det ikkje vere grunn til å vente med å ta all den nye forskinga om helse- og miljøkonsekvensane frå indre lågdosestråling frå Tsjernobylsonene, med i dei offisielle vurderingane.

4. Tsjernobyl-kunnskapen er og viktig i

dagens klima- og energipolitikk. I Kviterussland viser dei til IAEA-rapporten frå 2005 og hevdar at Tsjernobylproblema er over. Folk kan flytte tilbake til sonene og ta til å dyrke jorda igjen, og utanfor Minsk tek bygginga av eit nytt atomkraftverk snart til. Eit eksempel frå Norge er ein komité nedsett av Olje og energidepartementet i 2007. Rapporten "Thorium as an Energy Source - Opportunities for Norway" som kom i 2008 viser også til Chernobyl Forum og

IAEA, og siterar om Tsjernobylulukka "----så langt er helse og miljøkonsekvensane direkte knytte til eksponering av stråling mykje mindre alvorleg enn mange organisasjonar påstår".

5. Hemmeleggholding og undertrykking av mengder med Tsjernobyl-forskning bryt med idealet om fri forskning og fri publisering av vitskaplege arbeid over alle landegrenser. Det er og eit brot på internasjonal etikk og menneskerettar.

Denne artikkelen er eit samandrag av heftet: Eva Fidjestøl: *Tsjernobyl + 22, Evaluering av Tsjernobylulykken gjennom 22 år. Ny kunnskap om skadene fra kronisk indre lavdosestråling*, IKFF Oslo 2008, www.ikff.no

Referanser:

1. Yablokov, Alexey V. et.al: *Chernobyl. Consequences of the Catastrophy for People and the Environment*. The New York Academy of Sciences, 2009.

Radioaktivt avfall

Professor Samseth som er spesialist på reaktor-fysikk sa det slik i eit foredrag på Universitetet på Blindern i november 2008: "Avfallsproblemet er nå løst - bare ikke mentalt." Denne artikkelen skal handle om radioaktivt avfall og om lagring og deponering av slikt avfall. Frå alle atomkraftverk i verda blir det kvart år produsert 10.000 tonn brukt atombrensel som i 2020 vil utgjere eit lager på 445.000 tonn.(1)

Den første tida etter at brukt brensel er teke ut av kjernen i ein atomreaktor, blir brenselet sett til avkjøling i lagerbasseng ved reaktoren, såkalla AR-lager (At Reactor). Etter kvart som varmeutvikling, gasstrykk og stråling i brenselet minkar kan det overførast til eit mellomlager kalla AFR-lager (Away From Reactor). Brukt brensel kan lagrast i vatn, våtlagring eller i gass, tørrlagring. Land som gjenvinn brukt brensel plasserer fisjonsprodukta som er støypte inn i glas (glasifiserte) i mellomlager og prøver å bruke om igjen uran og plutonium til nytt reaktorbrensel MOX, som er ei blanding av uranoksid og plutoniumoksid. Dette programmet har gått mykje seinare enn planlagt og sivil plutonium og utarma uran hopar seg opp i alle land som har gjenvinningsanlegg. Planen er at det som ligg i mellomlager ein gong skal vidare til eit sluttlager, deponi, men enno finst det ingen slike. Finland og Sverige er dei to første land i verda som har planar om å ha deponi ferdige til bruk i 2020. (2)

Ulike typar av radioaktivt avfall

IAEA definerte i 1994 tre typar radioaktivt avfall:

1. Lågaktivt avfall: Dette er avfall frå industri, medisin, forskning og drifta av kjernekraftverk. Avfallet består av klede, glas, hanskar, filter osv. som er lett forureina med radioaktive stoff. Dette avfallet skal lagrast i underjordiske deponi eller i fjell.

2. Mellomaktivt avfall: Dette er væsker og

metall som inneheld små mengder med radioaktive stoff og skal deponerast som det lågaktive avfallet.

3. Høgaktivt avfall: Dette er avfall som inneheld transuran, grunnstoff som har høgare atomnummer enn uran, anrika uran og fisjonsprodukt. Desse stoffa kjem frå brukt kjernebrensel og frå produksjon av brensel og gjenvinning. Alle fisjonsprodukt høyrer til i denne gruppa (strontium Sr-90, cesium Cs-137 osv). Desse stoffa er høgradioaktive, har lang halveringstid og utviklar mykje varme. Dette avfallet skal deponerast permanent i djupe stabile geologiske formasjonar.

I 2009 kom IAEA med ein ny standard for klassifisering av avfall (IAEA, 2009a). Her blir avfallet delt inn i seks grupper: unntaksavfall, svært kortliva avfall, svært lågaktivt avfall, lågaktivt avfall, mellomaktivt avfall og høgaktivt avfall. Lågaktivt avfall er avfall som ikkje krev isolering ut over ein periode på nokre få hundre år og som kan deponerast like under bakken. Mellomaktivt avfall må deponerast på eit djup frå nokre titals til nokre hundre meter. Høgaktivt avfall må deponerast i djupe geologiske formasjonar med konstruksjonsmessige barrierar. Det må også takast omsyn til varmeutvikling. (3)

Mengda og plassering av radioaktivt avfall

I 2007 var det i USA 50.000 tonn med brukt kjernebrensel, 350 millionar liter med høgaktivt avfall frå plutoniumproduksjonen, tonnevis med plutonium, 500.000 tonn utarma uran, millionvis kubikkmeter med radioaktivt forureina utstyr og 25 millionar tonn med avfall frå uranproduksjon. I 2002 bestemte USA seg for å bygge eit endelager for dette avfallet i Mount Yucca. Undersøkingane av terrenget har så langt kosta sju milliardar dollar og bygginga av deponiet er berekna til å koste minst 58 milliardar dollar. Avfallet finst på 131 stader i 39 statar. Transporten vil trenge 4600 tog og lastebilar

eskortert av politi og soldatar. Intensjonen er å isolere avfallet i fleire hundretusen år. Problemet er at nikkel-containerane som er laga til avfallet, ved sida av å vere svært dyre, ikkje vil vare meir enn i 500 år. Det finst heller ikkje vitskaplege data som kan garantere at fjellet dei har peika ut vil vere stabilt i så lange tidsrom. I 2010 vart arbeidet med prosjektet i Mount Yucca nedlagt og USA har i dag ingen nye planar for endelagring av atomavfall. (4)

Avfallet i historisk perspektiv

Så godt som alle kjernetekniske prosessar ein kjenner og brukar i dag vart til i den første tida då oppgåva var å lage kjernevåpen. Koplinga mellom våpen og kraftproduksjon er der i dag og, tydeleg i land som India, Pakistan og Israel og kanskje Iran, men meir skjult i vestlege land. Ironisk nok var det i starten avfallet som var det ettertrakta produktet frå atomteknologien. I det brukte atombrenselet finst nylaga plutonium som er det beste stoffet å lage atomvåpen av. Den andre måten å lage atomvåpen på er å bruke anrika uran, men det er vanskelegare og treng større tekniske og økonomiske ressursar. Det første store atomkraftverket i USA produserte berre avfall (plutonium) i over seks år. Varmeutviklinga vart kjølt bort som avfall. Avfallsproblemet vart halde hemmeleg, det var eit ikkje-eksisterande problem. Gjenvinning var i alle land på denne tida sjølvstykkt for å ta vare på ubrukt uran og det nylaga plutoniumet. Uran rekna ein med ville bli

mangelvare om kort tid. Men det viste seg å vere feil. Dei kunstige høge prisane kom av at USA hadde kjøpt opp alle lager av uran. Då USA gav opp dette monopolet og det vart starta mange nye urangruver, sank prisane samstundes som tilgangen på uran på verdsmarknaden auka. Avfallet var lenge ettertrakta som hemmelegstempla militærmateriale og vart liksom borte i gjenvinninga og bombefabrikane. Sjølvstykkt visste teknikarane og ingeniørane, som arbeidde med dette, om avfallsproblemet, men utanfor eksisterte det ikkje. Det er mykje som tyder på at politikarane i mange land var feilinformerte. Dei trudde at det vesle avfallet ein fekk hadde ein bruk for innan medisin, forskning og industri. Då problemet med avfallet vart erkjent var sivil og militær kjerneindustri så godt etablert at ingen tenkte tanken at avfallsproblemet skulle stoppe heile industrien. Dette kan samanliknast med utskyting av ein romrakett med bemanning utan at det er planlagt korleis landinga etter romferda skal skje. Først på midten av 70-talet tok ein til å diskutere dette på alvor. Dei langliva radioisotopane i brukt kjernebrensel gjer at avfallet må haldast heilt skilt frå livsprosessane på jorda i hundretusentals år. Store mengder både militært og sivilt kjerneavfall blir i dag verda over lagra i meir eller mindre provisoriske tankar, ofte i nærleiken av atomanlegga. Lekkasjar har ført til at mange av desse områda er sterkt forureina. Godt kjende slike område er Savanna River ved Hanford i USA, Kysjty i Russland og Sellafield i England. I dag

arbeider 13 land over heile verda aktivt med planar for å utvikle langtidslagring av høgradioaktivt avfall frå elektrisitetsproduksjon i atomkraftverk. Så langt har ingen land fullført eit geologisk deponi for slikt avfall. (5)

Arven etter 50 år med kjernekraft

Miljø- og helseskadane etter 50 år med kjernekraft er enorme. Det finst enno ikkje eit einaste land i verda med eit permanent lager for brukt kjernebrensel. Mykje ligg tilfeldig og uforsvarleg lagra i nærleiken av reaktorane. Det gjeld også Norge. Radioaktivt avfall har blitt og blir enno sendt til utviklingsland der det ofte blir grave ned eller kasta på sjøen. Der ikkje det er mogleg blir det lagra mellombels på bakken. USA har seks mellombels hovudlager for atomavfall. Hanford har i fleire tiår dumpa radioaktivt materiale og har forureina eit område på i det minste 1450 km². Ein har rekna ut at sidan 1944 har dette anlegget



Foto: seven resist

sleppt ut til atmosfæren ein million Curie berre av den eine isotopen I-131. I dag saksøkjer 2.300 kreftoffer Hanfordanlegget med krav om erstatning. I Europa har dei engelske anlegga i Sellafield, Winfrith og Dounreay sleppt ut millionvis av liter med radioaktivt avfall i sjøen sidan 1950. I Frankrike har gjenvinningsanlegget i La Hague sleppt ut hundrevis av liter i året med radioaktivt avfall rett ut i den engelske kanalen. I Russland finn ein tre av dei mest radioaktivt forureina område i verda: Seversk (Tomsk-7), Mayak (Chelyabinsk-40) og Xheleznogorsk (Krasnoyarsk-26). I desse områda har flytande, medium og høgradioaktivt avfall i enorme mengder systematisk blitt sleppt ut i elvar og terreng. Tusenvis av kvadratkilometer er sterkt forureina. Det meste av helse- og miljøkonsekvensane av desse utsleppa har russarane klart å halde hemmeleg. (4)

Radioaktivt avfall som blir sleppt ut til luft og vatn under dagleg drift, og med konsesjon, frå alle typar kjerneanlegg fører òg til stor skade. Her er det ikkje snakk om ulukker, men dagleg normal drift. Mange europeiske og japanske vitskaplege arbeid har dei siste tiåra påvist auke av leukemi og kreft hos barn som bur i nærleiken av anlegga. Dette er påvist i England, Frankrike, Tyskland, Spania og Japan.

Situasjonen i Sverige

I Sverige fekk ein den første planen for handsaming av høgaktivt atomavfall i 1976. Den går ut på at avfallet skal kapslast inn og plasserast i berggrunnen cirka 500 meter under jorda i ein fjelltype som er utan sprekkar. Prøveboring etter slik berggrunn har gått føre seg sidan, men har støtt på store problem sidan folk i nærområda protesterer. Dei finn heller ikkje berggrunn utan sprekkar. Kravet har difor endra seg frå heilt til nesten sprekkefri og til "normal" berggrunn. Dette blir godteke sidan metoden elles er "oversikker". Det viktigaste lokalitetskriteriet i dag er at lokale folk og politikarane godtek det. Det var frå starten av meininga at dei brukte brennstavane skulle gjenvinnast, og plutonium var ikkje tenkt på som avfall. Men etter som tida gjekk, og gjenvinning blei kjent for å vere både miljøskadeleg, uøkonomisk og knytt til våpenindustrien, fekk svenskane ein ny versjon av handsaminga av atomavfall. Planen var no å sluttlagre dei brukte brenselstavane direkte. Då fekk dei eit mykje farlegare avfall å ta hand om, sidan det i tillegg til fisjonsprodukta også inneheld plutonium. I 1983 vart denne planen igjen endra til det som gjeld i dag. Dei brukte brenselstavane frå reaktoren skal plasserast i kapslar i berggrunnen på 500 meters djup. Kapslane er laga av jern med eit ytre lag av kopar. Kvar kapsel er 4,8 meter lang og 1,05 meter i diameter med ei vekt på 25 tonn. Kapslane skal dekkast med leire nede i berggrunnen. Svensk Kjernebrensel Forsörjning (SKB) hevdar at denne metoden gir ekstra tryggleik ettersom det er

fleire ulike barrierar mot spreiding av radioaktive stoff. Men motekspertisen innan miljø-organisasjonane hevdar at kapslane med leire omkring ikkje er nokon garanti mot at radioaktive stoff kan lekke ut. På det planlagde djupet finst det sprekker og grunnvatn i rørsle som kan transportere stoffa vekk. Berggrunnen på dette djup kan og i framtida påverkast av istider og endringar i jordskorpa. Dei konkluderer med at denne metoden ikkje kan garantere tryggleik og miljø i dei hundretusentals år dette avfallet er farleg. Likevel er dette den einaste planen SKB har i dag. (5)

Medan ein ventar på ei langsiktig løysing på problema blir det brukte kjernebrenselet oppbevart i vassbasseng i ein fjellhall ved atomkraftverket Oskarshamn. Dette anlegget har namnet Centralt mellanlager för använt kärnbränsle (CLAB). Det vart teke i bruk i 1985. Det blir hevda at under nøye tilsyn kan dette lageret fungere utan risiko i 100 til 200 år, men innan den tid bør ei langtidsløysing vere på plass. For låg- og mellomradioaktivt avfall har Sverige bygd eit sluttlager SFR i Forsmark. I 1977 vedtok riksdagen i Sverige ei såkalla vilkårslov for kjernekraftindustrien. Lova stiller to krav til dei som driv kjernekraftverka som føresetnad for å starte nye reaktorar. 1. Dei må kunne vise til ein avtale for gjenvinning av brukt atombrensel, og til stad og metode for heilt sikker sluttlagring av det høgaktive avfallet som er resultat av gjenvinninga. 2. Dei må kunne vise korleis og kvar ei heilt sikker sluttlagring av brukt, men ikkje-gjenvunne kjernebrensel kan skje. Miljøorganisasjonane støtta denne lova. Dersom lova hadde blitt etterlevd hadde ikkje nokon ny reaktor blitt teken i bruk etter 1977. Det er nemleg teknisk umogeleg å få til heilt sikker lagring utifrå dagens kunnskap.

Etter folkerøystinga i Sverige i 1980 for eller mot kjernekraft, vart denne vilkårslova endra. No er kravet for å få lov å halde fram å produsere kjerneavfall at det blir forska seriøst på avfallshandsaming av høgradioaktivt avfall. Prøveboring går føre seg i dag på fleire stader, som er plukka ut etter kvar det er mogeleg å få dette til utan demonstrasjonar og protestar. (5)

Situasjonen i Finland

Finland er det einaste land i verda som er i gang med å bygge sluttlager for brukt kjernebrensel. Vedtaket vart fatta i det finske parlamentet i mai 2001 med 159 stemmer for og tre i mot av i alt 200 til stades. For tida går det føre seg ein prosess for å utvide anlegget sidan Finland er i gang med å bygge sin femte reaktor og planlegg opptil tre nye. Finland har den same modellen som Sverige og skal plassere det brukte brenselet i koparkapslar på 500 meters djupn ved Olkiluoto på kysten av Østersjøen. Forskarar hevdar at desse kapslane kan kollapse etter 1000 år. Ein lekkasje til sjøen vil ha ein katastrofal effekt på heile Østersjøen. I 2009 vil tunnelen dei

grev vere 400 meter djup og i 2011 er planen å nå 500 meter. Dei reknar med å starte plasseringa av avfallet i 2020. Kostnaden er rekna med å bli 60 millionar euro. I Finland forgår det lite debatt om bygginga av dette lageret. I Sverige derimot har SKB møte med lokale politikarar og NGO-ar. Endelageret ved Olkiluoto vil bli det første i heile verda når det blir teke i bruk. IAEA og EU har mange gonger sagt at den beste løysinga for det høgradioaktive avfallet vil vere å ha berre nokre få felles slike avfallslager i verda. Dersom Finland blir det første land til å opne eit slikt anlegg er det svært sannsynleg at dette lageret må opne opp for brukt brensel frå andre land. Det vil føre til auke av risikotransportar mellom landa i Europa. Motstandarane av dette endelageret reknar med at EU i staden for å bruke makt og direktiv vil vise til felles ansvar og samarbeid.(2)

Situasjonen i Tyskland

Tyskland har 17 kjernereaktorar som dei har planlagt å stenge innan 2021. Dei har ingen konkret plan for endelager av det høgaktive avfallet, men har mellomlagring i omkring 15 nedlagde saltgruver i Nord-Tyskland. I saltgruva Asse II utanfor byen Remlingen har det lekt ut radioaktiv saltlake sidan 1988. Det vart først gjort kjent i 2008 etter 20 år med hemmelegghalden lekkasje. Det viser seg at sjølve gruvesjakta er ustabil og at tønnene som inneheld det radioaktive avfallet har rusta. Lekkasje til miljøet omkring har auka og grunnvatnet er trua av forureining. Det er usikkert om desse tønnene kan transporterast ut. Frå 1967 til 1978 vart tønner med låg- og mellomaktivt avfall lagra i denne nedlagde saltgruva og var heile Tysklands avfallslager i elleve år. Kjerneavfall frå alle vest-tyske reaktorar hamna i denne tidsperioden i Asse II. Rapportar om kva som vart lagra her den første tida er mangelfulle og det viser seg at ein finn både små mengder plutonium og brukte brennstavar i lag med det mellomaktive avfallet. Dette skjer i eit demokratisk land som Tyskland som er kjend for å ha god orden og kontroll i industri og arbeidsliv. Det mest kjende lager for radioaktivt avfall ligg ved byen Gorleben i nærleiken av Hamburg. I ei gamal saltgruve ligg eit endelager for mellom- og lågradioaktivt avfall frå tyske atomreaktorar, industri og forskning. Her blir det levert avfall frå heile Tyskland fleire gonger i månaden. Over jorda ligg ein stor lagerhall som er eit mellomlager for høgaktivt avfall. Her ligg brukte brennstavar frå tyske atomkraftverk og høgaktivt avfall etter gjenvinning. Hit har det komme transportar med høgaktivt avfall frå gjenvinningsanlegga i Sellafield og La Hague i mange år. Tysk atomindustri har avtale med gjenvinningsanlegga om å sende litt av sitt brukte atombrensel til desse anlegga og ta tilbake avfallet som blir igjen når plutonium og uran er vunne ut. Avfallet er glasifisert og plassert i spesielle transportkonteinrar med namnet Castor.

Mellomlagerte har plass til 420 Castorkonteinrar og 11. november 2008, etter den siste transporten det året, var det 91 slike konteinrar der. Den siste transporten så langt, transport nummer 12 kom til Gorleben 9. november 2010 nesten to døger for seint etter store demonstrasjonar langs ruta både i Frankrike og Tyskland. Castor-transportane går føre seg med bil og tog, og kvar gong er det store demonstrasjonar langs heile reiseruta. Planen er at desse konteinrane skal stå i mellomlageret nokre tiår til Tyskland har fått ferdig eit endelager. Lagerhallen er ikkje sikker mot flystyrt. I 1977 vedtok politikarane å bygge også endelageret i ei av saltgruveve ved Gorleben. Sidan då har grunnen blitt undersøkt, og mange av ekspertane hevdar at berggrunnen ikkje eignar seg til dette. Likevel går dei noverande politikarane inn for at dette prosjektet skal vidareutviklast og gjennomførast og bli eit nasjonalt og kanskje internasjonalt endelager for høgradioaktivt avfall. (6,7)

Situasjonen i Norge

Norge har to gamle forskingsreaktorar i Halden og på Kjeller som begge blir drivne av Institutt for energiteknikk (IFE). Halden-reaktoren frå 1958 er den eldste forskingsreaktor i verda som enno er i drift. Den er med i eit internasjonalt prosjekt under OECDs Nuclear Energy Agency. Dei testar brennstavar for den internasjonale atomindustrien der 16 land er kundar. Reaktoren på Kjeller produserer isotopar til bruk i medisin og forskning. Ved reaktoren er det og eit mellombels lager som inneheld seks tonn høgradioaktivt avfall. Dei første åra Kjeller-reaktoren var i bruk vart til dels store mengder flytande radioaktivt avfall sleppt ut i den lokale Nitelva. Lenge låg 1000 tønner med radioaktivt avfall på Kjeller, men dette er no grave opp og sendt til det kombinerte lageret og deponiet for låg og mellomaktivt avfall i Himdalen. Bellona har lenge hevda at det er behov for ei helseundersøking av dei som budde på Kjeller i denne tida. Totalt har anlegg til IFE på Kjeller og i Halden produsert omtrent 16 tonn brukt atombrensel. Ved Halden blir det lagra dels i eit tørrlager i ein gamal lagerbygning og dels i eit våtlager i fjellhallen i nærleiken av reaktoren. Drifta av Halden-reaktoren skapar kvart år radioaktivt avfall i fast og flytande form som kjem i tillegg til det brukte brenselet. Dette har blitt sendt til det sentrale mottaksanlegget for låg- og mellomaktivt avfall ved Kjeller. Herifrå blir det i dag sendt til Himdalen. Dette deponiet for låg- og mellomaktivt avfall tek imot alt avfall av denne typen frå IFE, norsk industri, forskning og sjukehus. Her finn ein og ei førebels lagring av det plutoniuminfiserte avfallet som vart grave opp i hagen på Kjeller medan ein ventar på ein endeleg lagringsplass for slikt høgaktivt avfall.(8)

I 1999 sette den første Bondevik-regjeringa ned eit offentleg utval, Bergen utvalet, for å

utarbeide ein strategi for lagring og slutthandsaming av norsk høgaktivt kjerneavfall. Med i utvalet var tunge faglege aktørar som Det Norske Veritas, Norges Forskningsråd, LO, Norges geologiske undersøkelse, Institutt for Energiteknikk og Bellona. To år etter konkluderte dei med at det måtte byggast eit mellomlager for dette avfallet som er sikkert i omtrent 50 år. Det burde byggast i fjell og skulle stå ferdig ved inngangen til 2009. Samstundes påla dei politikarane å starte planlegginga av eit sluttdeponi som burde vere ferdig omkring 2060. Bergan utvalet tok utgangspunkt i ein klar uttrykt norsk politikk på den tida om å arbeide internasjonalt for at brukt brensel skal lagrast direkte i staden for at det skal bli gjenvunne (St. meld. Nr. 24, 2000-2001), og foreslo deponering av det brukte norske reaktorbrenselet. (9)

Fase 1-utvalet blei nedsett for å foreslå konkrete tiltak i prosessen vidare, og i innstillinga som dei leverte i juni 2004 sa dei mellom anna at 13 tonn av det norske avfallet med metallisk brukt brensel og aluminiumskapsling er så kjemisk ustabil at det treng gjenvinning før lagring og deponering. I desember 2008 fekk Haldenreaktoren konsesjon av regjeringa for vidare drift og produksjon av høgaktivt avfall. Vi er no i 2011 og ingenting har skjedd bortsett frå at eit nytt utval, Stranden utvalet oppnemnd i januar 2009, kom med ein ny rapport i februar 2011. Til grunn for arbeidet deira ligg rapporten frå Fase 1-utvalet og anbefalingar frå Teknisk utval. (10,11)

Teknisk utval vart oppnemnd i januar 2009 av Nærings- og handelsdepartementet, og er samansett av representantar frå IFE, IAEA og Sudsvik Nuclear AB. Alle desse representerer og arbeider innanfor atomindustrien. For 13 tonn av det brukte norske atomreaktorbrenselet har dei to forslag:

1. Dei anbefaler at den norske regjeringa tek kontakt med Rosatom i Russland for å vurdere om det er mogeleg å importere brukt brensel frå Norge for gjenvinning. Dei viser til IAEA sin rapport "Contact Expert Group on management of spent nuclear fuel and radioactive wastes", og til det faktum at den norske regjeringa gir økonomiske midlar som bidreg til gjenvinning av russisk brensel i Mayak.

2. Dei anbefalar at den norske regjeringa tek kontakt for å få AREVA NC i Frankrike til å utarbeide ein rapport som viser om det er mogeleg å handsame det norske brukte brenselet i Cap de La Hague.

Det siste alternativet betyr at det gjenvunne høgaktive avfallet og utskilt plutonium og uran blir sendt tilbake til Norge for deponering, sidan Frankrike i motsetnad til Russland har forbod mot å lagre utanlandsk atomavfall.

Strandenutvalet følgjer råd i frå Teknisk utval og tilrår at 13 tonn av det norske brenselet blir sendt til gjenvinning i Frankrike. Dei anbefaler transportable lagringsbeholdningar når det høgaktive avfallet skal sendast tilbake til Norge. Desse kan seinare plasserast

direkte i mellomlager og sluttdeponi når slike anlegg ein gong i framtida er bygde.

Strandenutvalet går inn for alternativ to men utan sjølvstendig vurdering. IKFF meiner at dette avfallet ikkje må gjenvinnast no. Vi må først få eit nytt uavhengig teknisk utval til å vurdere dette. IFE, IAEA og Studsvik representerer atomindustrien og kan ikkje kallast uavhengige. Dei er tilhengarar av gjenvinning og MOX-produksjon. Sjølv om brenselet blir omtala som "ustabil" må det vere mogeleg å tørrlagre det i mange år enno. Det som hastar er å bygge eit nytt, sentralt mellomlager i fjell slik som Bergan utvalet foreslo alt i 2001. Når vi veit kor forureinande og helsefarleg gjenvinnings-industrien er og korleis Norge i årevis har protestert mot gjenvinning i Sellafield, bør vi holde oss for gode til å sende brukt brensel til La Hague. Vel Norge den løysinga blir det vanskelegare å protestere mot gjenvinning i THORP og B 205 i Sellafield, som kan hevde at dei delvis har same problem som vi. Ein del av deira lager av brukt brensel er også ustabil og treng gjenvinning. Med eit nytt mellomlager i fjell kan det norske avfallet lagrast trygt til ein har undersøkt alternativa grundigare. Dette betyr ikkje at vi skyv problema over på generasjonane etter oss, men vi er ute etter den løysinga som er best for våre etterkommarar.

Etter 50 års kjerneforskning i Norge er det ikkje sett av pengar til å dekke kostnadane med lagring og sluttdeponering av radioaktivt avfall. I Sverige har dei eit fond til dette på fleire titals millionar kroner ved at dei har belasta ei lita avgift per kWh produsert av atomindustrien.

Konklusjon

Framhaldet med å utnytte kjernekraft i verda byggjer mellom anna på trua på at avfallsproblemet går an å løyse. Men det finst inga naturlov som seier at eit kvart teknisk-naturvitskapleg problem har ei løysing. Avfallsproblemet er ikkje løyst og det har kanskje inga brukbar løysing. Både sunn fornuft og moderne vitskap tilseier at den planlagde løysinga for høgaktivt avfall i Sverige og Finland er umogeleg. Menneska som lever i dag kan ikkje garantere sikker lagring i 100.000 år. Fjellet dei vil lagre avfallet i er stabil i dag, men var det ikkje for 10.000 år sidan, då landet heva seg ein millimeter per dag etter siste istid. Det er og påvist spor etter jordskjelv, tsunami, oppsprekking og folding i dette grunnfjellet. Likevel konkluderte EU sitt vitskapsseier i 2009 med at teknologien for geologiske deponi har utvikla seg godt nok til at vi kan halde fram med skrittvisе tiltak. Dei byggjer på rapportar frå atomindustrien om prosjekt som er i gang og ikkje på vitskaplege arbeid. Senteret hevdar og at det er manglande støtte frå publikum som er årsak til at arbeidet med deponi har stansa opp, ikkje manglande tryggleik. Nuclear Energy Agency (NEA) innan OECD seier at

"geologiske deponi er teknisk mogeleg og tilbyr godt vern for høgradioaktivt, langleva avfall". Men i Greenpeace-rapporten frå 2009 blir det påpeikt at ei heil rekke med store problem må løysast før ein kan vere sikker på at dei planane som eksistere i dag for geologiske deponi, ikkje vil føre til store utslepp av radioaktivitet i framtida.

Og då kjem ein ikkje unna følgjande spørsmål: Kva gjer vi med det avfallet som alt finst? Med kva rett held vi fram å produsere endå meir avfall?

Avfallet som finst har blitt til i strid med fornuft, vitskapleg kunnskap og moral, men kan ikkje tenkjast bort. Alle må ta ansvar for det og gå saman om å finne den beste løysinga. Det som ikkje er produsert enno, bør ikkje produserast. Kunnskapen om den radioaktive forureininga sin skadeverknad har auka sidan kjernekraft vart teken i bruk. Dette gjer arbeid med avfallet vanskelegare og dyrare. Skulle kjerneindustrien i tillegg bli tvinga til å betale helse- og miljøødeleggingane som dette avfallet er årsak til, ville atomstraumen ikkje kunne konkurrere i marknaden. Teknisk sett er atomkrafta eit biprodukt av atomvåpenindustrien. Kvar reaktor produserer plutonium, og reaktorplutonium kan brukast til bomber. Atomavfall gjennom kopling til våpen via plutonium er den alvorlegaste eksisterande miljøtrussel i vår tid. Difor må det bli slutt på all gjenvinning. Det må settast ned eit uavhengig utval i staden for atomindustrien sjølv for å styre og

overvake prosessen med å handsame atomavfall.

Miljøorganisasjonane må som representantar for folket få rimelege vilkår til å delta i denne prosessen. Ei mogleg løysing som miljøorganisasjonar som Greenpeace og World Information Service on Energy (WISE) peikar på er tørr langtidslagring av brukt brensel i fjellhallar. Der må det plasserast slik at det er tilgjengeleg for kontroll og ettersyn. Det er utvikla kapslar som kan oppbevare dette avfallet i 100 år. Går noko gale kan det reparerast, og dersom vitskapen i framtida forbetrar deponeringsteknologien kan avfallet flyttast. Nokon håpar at forskinga på transmutasjon, som går ut på å omdanne radioisotopar med lang halveringstid til isotopar med kort halveringstid, kan føre til at mengda av høgradioaktivt avfall kan reduserast. Men det er vel grunn til å tru at det er stor skilnad på å få dette til i eit laboratorium og på å gjennomføre det i stor industriell målestokk. Det er ein metode som krev store mengder energi, er teknisk komplisert og dyr.

Det er ikkje sikkert at metoden med tørr langtidslagring under tilsyn er den endelege løysinga, men det er ein mogleg veg framover. Store deler av atomindustrien støttar ikkje dette på grunn av at dei ønskjer å halde fram med gjenvinning. Men med den kunnskapen vi har i dag betyr denne metoden å gjere det best moglege i ein situasjon som er tvinga på oss.

Litteratur:

1. Wallace, Helen: *Rock Solid? A scientific review of geological disposal of high-level radioactive waste*, Gene Watch, UK 2010
2. Kløtzer, Ulla: "Final disposal of spent fuel in Olkiluoto", *Miljømagasinet*, Sept. 2008
3. www.iaea.org
4. Mittica, Pierpaolo: *Chernobyl, The Hidden Legacy*, Troey Ltd, UK 2007
5. Holmstrand, Olav: *Kärnkraftavfall*, Lerum 2001
6. Fischer, Bernhard et al: *Der Atommüll Report*, Öko-Institut, 1991
7. www.oeko.de
8. www.-bellona.no
9. NOU 2001:30 *Vurdering av strategier for sluttlagring av høyaktivt reaktorbrensel*, Norges offentlige utredninger
10. NOU 2011:2 *Mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall*, Norges offentlige utredninger
11. *Fase 1-utvalget 2004: Utredning på vegne av Nærings- og handelsdepartementet*, Kjeller 30. juni 2004

Atomkraft løser hverken klima- eller energiproblemene

Atomkraft er verken fornybar eller bærekraftig og er derfor ingen løsning på energi- eller klima-problemene. Den krever store mengder vann og produksjonsprosessen er svært forurensende. Avfallsproblemet er ikke løst og sikkerhetsrisikoen lokalt og globalt er enorm, både når det gjelder ulykker og muligheten til produksjon av atomvåpen. Trusselen mot folkehelse og miljøet er derfor stor. Atomkraft er dessuten dyr og avhengig av massive offentlige subsidier.

Atomkraft er en feilinvestering

Da kappløpet om atomvåpen var i gang i 1950-årene, hadde flere land en felles interesse av å framstille atomenergi som en velsignelse. President Eisenhowers program "Atoms for Peace" var et genialt markedsføringsopplegg for atomreaktorer til sivile formål. Men samtidig ble det satset på reaktorer til militære formål eller på kombinerte sivile- og militære anlegg. Militære formål ble imidlertid ikke betegnet som "Atoms for War", da folk flest var imot atomvåpen. Begrepet "fredelig atomkraft" ble derfor flittig brukt for å uskadeliggjøre den folkelige motstanden.

I tiden 1948-1998 brukte den amerikanske regjeringen 111,5 milliarder dollar bare på energi-forskning og -utvikling. Atomindustrien fikk 60-70 milliarder dollar i subsidier, mye mer enn andre energiformer: Olje, gass og kull fikk 26 milliarder,

vind, sol, vann og jordvarme fikk 12 milliarder. Energieffektivisering fikk 8 milliarder.

I EU har atomkraft fått 61 prosent av forsknings- og utviklingsstøtten til energi, selv om bare 13 prosent av regionens energiforbruk er basert på atomkraft. Omkostningene bare ved å bygge selve reaktoren er så store at investorene er uinteresserte, med mindre det bevilges store subsidier og andre ytelser fra samfunnet. Forbrukerne tar dermed en stor del av den økonomiske byrden for både den sivile og den militære siden av atomindustrien. At atomkraftverkene mottar betydelig støtte også over militære budsjetter, fikk jeg bekreftet i 1982 av en kontaktperson i det amerikanske energidepartementet (DOE). Departementet har ansvar både for atomenergi og atomvåpen.

Price-Anderson Act av 1957 begrenser forsikringstakerens ansvar til 100 millioner dollar og industriens ansvar til 9,1 milliarder dollar. Resten – en uvissum – skal dekkes av skattebetalerne.

Dette er bare en del av et større subsidie-program som antas å være på 6,6 milliarder dollar årlig. I februar 2011 utga Union of Concerned Scientists en rapport med oversikt over alle subsidiene atomkraft har fått gjennom 50 år og hvilke subsidier som er ventet framover.

Subsidiene går til alle aspekter av prosessen: arbeidsplasser, landarealer, støtte til kapital, urangruvedrift, viderebehandling, anrikingsanlegg,

kjølevann som brukes av atomreaktorene, forsikring ved ulykker, reaktorsikkerhet, atomvåpenspredning fra sivil sektor, reaktoravvikling, avfallsdeponering, eksisterende atomreaktorer og planlagte reaktorer.

Industrien har aldri vært økonomisk ansvarlig for uforutsette kostnader og risiko. Ved ulykker er det befolkningen som må ta alle omkostninger, mens industrien skummer fløten dersom driften av selve elektrisitetsproduksjonen fra reaktoren går godt. Når Atomindustrien markedsfører seg som billige energileverandører, blir vi ikke gjort oppmerksom på de store offentlige subsidiene og avskrivninger industrien mottar. FNs utviklingsprogram (UNDP) har kalt subsidiene en forvrengning av markedet. Nye aktører slipper ikke til på markedet, det blir mindre konkurranse og prisene holdes dermed på et nøytt nivå.

De økonomiske konsekvensene av et reaktorhavari er så enorme at det ikke er mulig å forsikre seg mot dem. Tsjernobylnkatastrofen kunne vært mye, mye verre enn den ble. Likevel viser den noe om hva befolkninger kan bli utsatt for, som død og helseskader, evakuering, flytting, forurensing av mat og vann, sosial oppløsning og miljøødeleggelser. Bare de økonomiske konsekvensene av Fukushima katastrofen i Japan i 2011 vil bli enorme. Planene om å bygge ut mange nye atomkraftverk globalt vil bli revurdert. Tyskland har bestemt seg for å avvikle sine atomkraftverk i årene som kommer. Også avvikling er dyrt. Kostnadene ved avviklingen av kraftverkene ventes å dreie seg om vel over 50 milliarder dollar.

Helse- og miljøskader fra de atomreaktorene som er i drift i Tyskland anslås til ca. 2,7 milliarder dollar om året og da er risikoen for atomvåpensprengning ikke tatt med.

Atomindustrien er en enorm byrde for land som trenger kvalifisert arbeidskraft på mange områder i samfunnet. Mange land, især i Sør, har et stort behov for realfagutdannede folk til andre samfunnsområder. Å velge atomkraft vil da føre til at de gjør seg avhengige av utenlandske fagfolk som fremmer atomindustriens interesser.

Atomkraftverk løser ikke klimaproblemene

De senere år har atomindustrien bygget opp en myte om at atomkraft ikke gir drivhusgassutslipp og derfor er en ren og klimavennlig energikilde. Det slippes ikke ut karbondioksid gass CO₂ fra reaktorpipen under normal drift, men det slippes imidlertid ut CO₂ og andre klimagasser på alle stadier i produksjonsprosessen; fra gruvedriften og anrikningen, brenselproduksjonen, konstruksjonen av anlegg og reaktorer og fra lagringen og transport.

Økoinstituttet i Tyskland bruker en modell kalt GEMIS for å sammenligne utslipp og kostnader for forskjellige energikilder. Energien som brukes i produksjonsprosessen for uranbrenselet kommer hovedsakelig fra fossile energikilder, og det

slippes ut CO₂ flere steder i prosessen. I sin rapport "Greenhouse-Gas Emissions and Abatement Cost of Nuclear and Alternative Energy Options from a Life-Cycle perspective 2006" (2), har Økoinstituttet funnet et gjennomsnitt på 31 gram CO₂-utslipp pr. kWh elektrisitet hos tyske atomkraftverk. Dersom andre drivhusgasser tas med i regnestykket blir det 33 gram CO₂ pr. kWh. Økoinstituttet viser også til undersøkelser i andre land som har resultater på 30-60 gram pr. kWh og hele 120 gram dersom uraninnholdet i malmen er fra 0,1-1 prosent. Et tysk atomkraftverk av vanlig størrelse (1250MW) slipper indirekte ut 250.000 tonn CO₂ pr. år som tilsvarer utslippene til et moderne gasskraftverk.

Dersom atomindustriens ønske om en storstilt satsing på atomenergi skulle innfris måtte det bygges mange flere atomkraftverk, noe som ville medføre store CO₂-utslipp i den mangeårige bygge- og etableringsfasen.

Økoinstituttets utredning konkluderer med at det er lite å vinne når det gjelder klimagassutslipp ved å satse på atomkraftverk til elektrisitetsproduksjon. Energieffektivisering og fornybare bærekraftige energikilder kommer mye bedre ut.

I klimadebatten har oppmerksomheten stort sett vært konsentrert om karbonholdige klimagasser, først og fremst CO₂. Men det er mange forskjellige typer klimagasser og en del av gassene er samtidig ozonskadelige. Freongassen KFK-114 tilhører klimagassene og ødelegger også ozonlaget. 93 prosent av de årlige utslippene av KFK-114-gass i USA kommer fra Pacudah-anrikingsanlegget i Kentucky, et anlegg som behandler uran fra flere land, deriblant Australia.

Atomindustriens enorme vannbehov.

Det kreves store mengder vann for å drive et atomkraftverk. Prinsippet for et vanlig atomkraftverk er å koke vann for å få vanddamp til drift av turbiner som via generatorer produserer elektrisitet. Vann er helt nødvendig i hele produksjonsprosessen og i selve reaktoren. I reaktoren er det også behov for flere kjølekretser med vann og i den ytterste kjølingen går vann inn og ut i direkte kontakt med naturen. Atomavfallet fra driften må også ha store mengder vann for å kjøle det ned over mange år.

Atomreaktorer med kjøletårn forbruker 80.000 liter vann pr. minutt fra elver, innsjøer eller havvann. Reaktorer uten kjøletårn bruker opp mot 2.000.000 liter pr. minutt før det sendes ut igjen. Da er vannet fem grader varmere enn da det ble tatt inn. Vannet inneholder dessuten ofte kjemikalier som blir brukt for å uskadeliggjøre organismer i kjølesystemet

Rent vann er en mangelvare globalt. Klimaendringene og vannets syklus påvirker hverandre. Atomkraftverk er dermed en lite egnet energikilde i land i Sør som har mangel på ferskvann, som har et varmt og tørt klima og lite vann til disposisjon til andre viktige formål. Selv i Frankrike, som har satset

voldsomt på atomkraftverk gjennom årene, førte en varmebølge i 2003 til at driften av atomreaktorene måtte reduseres og delvis stenges helt på grunn av vannmangel. Vann har dessuten mindre kjøleevne når det blir varmt i været. Staten Arizona i USA har også satset sterkt på atomkraftverk, men har store problemer med å skaffe vann. Atomkraftsatseingen bidrar i stor grad til uttapping og forurensning av grunnvannressursene der.

I en artikkel i Washington Post i 2008 skrev Mitch Weiss at atomkraftverk over hele det sørøstlige USA kunne bli tvunget til å bremse eller til midlertidig å stanse driften senere samme år, fordi elver og innsjøer som forsyner atomkraftverkene med store mengder vann til kjøling, tørker bort. USA hadde i 2008 104 atomkraftverk, 24 av disse var i områder som er utsatt for langvarig ekstrem tørke. (3)

Atomkraftverk er plassert ved innsjøer og elver og har inntaksrør som tar inn store mengder vann. Vannet fryktes å synke under rørenes inntaksnivå. Kommer de for lavt vil de få med seg slam fra bunnen, fisk og annet som kan tette igjen rørsystemene. Det er også et problem at vannet er for varmt på grunn av klimaforandringene som foregår.

Kjølevannet som brukes i reaktorens indre krets blir forurensset av tritium, som er en radioaktiv isotop av grunnstoffet hydrogen. Vannmolekyler med tritium blir radioaktive. Noen atomreaktorer, blant annet i Frankrike og England, bruker CO₂ gass til kjøling, og utslipp herfra fører med seg den radioaktive isotopen av karbon kalt karbon-14.

Grunnstoffene hydrogen og karbon er bestanddeler av de viktigste stoffene og prosessene i cellene hos planter, dyr og mennesker. Virkningene radioaktive isotoper av sentrale grunnstoff har i levende organismer blir sjelden tatt med i debatten om de helse- og miljømessige konsekvensene av atomenergi og atomvåpen.

Det radioaktive livet til tritium er ca. 200 år. Det vil være svært viktig å forhindre at radioaktive utgaver av hydrogen og karbonatomene bygger seg inn i blant annet molekylerne til fett, karbohydrater og proteiner, som er sentrale næringsstoffer for alle levende organismer.

En "atomvinter" kan gi en uopprettelig klimakatastrofe!

En massiv sprengning av atomvåpen kan påvirke klimaet slik at menneskeheten ikke kan overleve.

Atomvåpen og atomenergi produksjonen baserer seg på samme produksjonsprosess, slik at drift av atomkraftverk gir råstoff til atomvåpen.

To atombomber har allerede blitt brukt av USA mot befolkningen i Japan i 1945, atominstallasjoner har blitt bombet slik som Israels bombing av kjernefysiske anlegg i Irak og det foreligger trusler om å bombe Irans atomanlegg. Flere land har

atomvåpen, USA, Russland, Storbritannia, Frankrike, Kina, Nord-Korea, India, Pakistan og Israel. Enkelte land mistenkes for å ville skaffe seg atomvåpen. Flere land har atomvåpen på sin jord, bl.a. er det amerikanske baser med atomvåpen i Italia, Tyrkia, Tyskland, Belgia og Nederland i samarbeid med vertslandet. Terrorister kan også skaffe seg atomvåpen på ulike måter. En atomvåpen katastrofe kan altså utløses med vilje, ved menneskelig og teknisk feil og en terroristgruppe kan bruke dem til utpresning.

"Vår felles framtid" kommenterte situasjonen for menneskeheten nå og i framtiden og viste at det finnes kunnskap om at den militære sektor påvirker jordas miljø og klima, direkte og indirekte.

En atomvåpen eksplosjon vil være katastrofal, men skulle flere atomvåpen sprenges vil dette få enorme konsekvenser for klimaet på jorden. En "atomvinter" vil kunne oppstå. 300 forskere fra USA, Sovjetunionen og mer enn 30 andre land har pekt på denne muligheten i 1980-årene.

Teorien hevder at røyken og støvet som vil bli spydd ut i atmosfæren kan holde seg svevende en god stund og dermed hindre sollyset fra å nå ned til jordens overflate og forårsake en utstrakt og langvarig nedkjøling av landområder. Dette vil få alvorlige følger for plantelivet, for jordbruket og ødelegge matproduksjonen for de som har overlevd.

Våpenkappløp i verdensrommet og målrettede manipuleringer med klimaet for å skade motparten, kan gjøre ubotelig skade på menneskehetens overlevelse muligheter.

Det er derfor helt nødvendig at også den militære sektor og deres aktiviteter, som opprustning og krigføring og dettes virkning på helse og miljø blir en del av dagsorden og diskusjonene på FN's miljø konferanser og andre viktige møter om klima, vann, mat og energiforhold.

Litteratur

1. Doug Koplow, *Nuclear power: Still Not Viable without Subsidies*, Union of Concerned Scientists, February 2011.
2. Uwe R. Fritsche: *Comparison of Greenhouse-Gas Emissions and Abatement Cost of Nuclear and Alternative Energy Options from a Life-Cycle perspective 2006* . Økoinstitut Darmstadt, www.oeko.de
3. Mitch Weiss, *Tørke kan tvinge atomkraftverk til driftsstans*. Washington Post, 24.8.2008.
4. *Vår felles framtid*. Verdenskommisjonen for miljø og utvikling. Tiden Norsk Forlag 1987.

Annen relevant litteratur

Nuclear power, only problems, no solutions: Fact and figures about nuclear power. European Petition Campaign against Nuclear Power, mars 2007

Helen Caldicott, *Nuclear power is not the answer*. The New York Press, New York 2006

Ole Mathismoen, *Atomavfall ute når frosten tiner*, Aftenposten 10.4.2007

NOU 1978: 35 A Kjernekraft og sikkerhet

CSD-14 møte i New York. Notater fra et møte WILPF, Grace, ForUM ,Nuclear Age Peace arrangerte 5.5.2006 om "Why environmentalists still oppose nuclear power. Nuclear Power is Not Sustainable for our health, our communities or our future."

Ingrid Brekke:"*Ren kraft blir dyrt for Tyskland*

Et norsk militærindustrielt atomenergikompleks

Arbeidet for å skape et norsk militærindustrielt atomenergiprojekt ble støttet av utvalgte forskere, av noen få sterke og innflytelsesrike politikere og aktører innen industri og energiforsyning, og militære. Disse aktørene ville at Norge skulle satse på atomenergi både sivilt og militært rett etter 2. verdenskrig. (1).

Sentrale aktører i dette spillet var bl.a. Arbeiderpartistatsrådene Oscar Torp (forsvarsminister 1945, statsminister 1951-55) og Jens Chr. Hauge (forsvarsminister 1945-52), samt Finn Lied som også var en sentral industripolitisk aktør for Arbeiderpartiet. Einar Gerhardsen var statsminister det meste av tiden 1945-1962 og støttet dem. Utenfor Regjeringen var atomfysiker Gunnar Randers den helt sentrale aktøren. (2)

Aftenposten engasjerte seg kraftig for å markedsføre atomreaktorer. Fra industrien hadde Johan B. Holthe i Norsk Hydro og Vidkun Hveding, generaldirektør i Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen (NVE), nøkkelroller. Deler av det akademiske miljøet var imot planene og advarte mot en sammenblanding av militære interesser og forskning, bl.a. professorene Harald Wergeland, Roald Tangen, Otto Bastiansen og Ivan Rosenquist.

Forsvarets forskningsinstitutt

I Norge ble det utviklet en sammenkobling av militære og industrielle interesser der Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) stod sentralt. FFI har vært et viktig element i utformingen av både Arbeiderpartiets atomkraftpolitikk og dets industripolitikk etter 2. verdenskrig.

Forsvarets forskningsinstitutt ble opprettet i 1946 og er en statlig forskningsinstitusjon underlagt

Forsvarsdepartementet med ansvar for forskning og utvikling for Forsvarets behov. Da FFI var under planlegging etter krigens slutt i 1945, var 20-30 erfarne krigstekniske forskere ledige for oppdrag. Blant disse var Gunnar Randers og fysikeren Helmer Dahl (1908-99). (3)

Et slikt institutt hadde muligheten for å bli av en viss størrelse. Randers sa det slik: "Det eneste sted man er vant til å regne med millioner, ikke tusener, er i Forsvarsdepartementet. Men det måtte smies mens jernet var varmt. Det måtte foreligge planer om et atomenergiprojekt allerede i de første månedene etter FFIs opprettelse - hvis det ble opprettet." (4) Randers utarbeidet det første utkast til atomenergiprogram for Norge under planleggingen av FFI.

FFIs forløper, Forsvarets overkommandos tekniske utvalg (FOTU), ble opprettet i London i 1942 for å verve norske vitenskapsfolk til alliert krigsforskning. Leif Tronstad (1903-45), professor ved NTH, var leder for FOTU. Sammen med ingeniør Jomar Brun (1904-93), som var rådgiver for det britiske atomprosjektet, hadde han tatt initiativ til tungtvannsproduksjon hos Norsk Hydro allerede i 1934. Tronstad ledet sabotasjeaksjonene mot tungtvannsproduksjonsanleggene på Rjukan under krigen, og ble skutt i en trefning i den sammenheng.

Gunnar Randers kjente både Tronstad og Brun, og fikk et grundig innsyn i bruk av tungtvann i atomenergisammenheng. Gjennom Brun fikk Randers kontakt med den franske Nobelprisvinneren Frederic Joliot-Curie og hans patent på en tungtvanns-atomreaktor fra 1939.

I 1945 ble det nedsatt et utvalg som skulle utrede konsekvensene av kjernekraften for krigføring

i fremtiden og i 1946 fikk forsvarsminister Jens Chr Hauge gjennom en bevilgning til kartlegging av norske uran- og thoriumforekomster, og norsk lov ble forandret slik at Staten fikk rett til å utnytte disse forekomstene.

I følge journalist Halvor Hegtun, var FFI en nøkkelaktør i den langsiktige forsvarsplanleggingen og viktig i Norges samarbeid med NATO. (5) De tre første årene etter krigen dekket USA i gjennomsnitt drøyt 20 prosent av FFIs budsjett, og enkelte år var andelen på over 50 prosent.

Gjennom NATO-samarbeidet og studieopphold i USA kom amerikanske vurderinger av atomenergiens muligheter til å få en særlig tyngde i FFI og i sosialdemokratiske elitemiljøer.

Et strengt hemmelig notat fra 1955, forfattet av forskningssjef Brynjulf Ottar i FFIs kjemiavdeling, anbefalte at FFI i samarbeid med Institutt for atomenergi (IFA), skulle iverksette et forskningsprogram som bl.a. omfattet utførelse av økonomiske og tekniske vurderinger av ulike reaktormodeller med sikte på en eventuell senere produksjon av høyanriket plutonium til militære formål. Men Forskningsrådet og Forskningsnemnda gikk i mot forslaget, og dermed ble det aldri satt i gang noen produksjon av atomvåpen i Norge. (3)

Institutt for atomenergi

I 1946 tok Gunnar Randers, som da var blitt forskningssjef i FFI, initiativ til opprettelse av Institutt for Atomenergi (IFA) med støtte av Forsvarsdepartementet. IFA ble opprettet i årsskiftet 1947/48, med Randers som direktør.

Norge var det første landet utenom de fem atommaktene som fikk en atomreaktor i drift i 1951. IFA skulle være sentral i industrialiseringen etter den 2 verdenskrig og var også den største satsingen for norsk teknisk-naturvitenskapelig forskning.

I følge årsmeldinger fra Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd (NTNF) fikk atomforskningen en dominerende plass på det teknisk-vitenskapelige forskningsbudsjettet. I slutten av 50-årene fikk IFA 60 % av tildelingene. Men IFA forble en outsider i forhold til universitets- og høgskolemiljøene.

Gunnar Randers var Regjeringens rådgiver i alle sakene som gjaldt atomenergi og atomvåpen. Han var den helt sentrale personen på IFA og i Norge på dette feltet, tok initiativer, gjennomførte prosjekter og hadde dessuten nære kontakter til det internasjonale atomforskningsmiljøet. Randers fikk Norsk Hydro til å skaffe tungtvannet og Forsvarsdepartementet til å bevilge 5 millioner kroner i 1977 til en atomreaktor, som ekstrabevilgning over Forsvarsbudsjettet.

I tillegg til alle sine oppgaver i Norge i 1950- og 60-årene hadde Gunnar Randers også svært

mange internasjonale roller, bl.a. personlig rådgiver for FNs generalsekretær Dag Hammarskjöld, stifter og leder av Det europeiske atomenergiskap, rådgiver ved IAEA og assisterende generalsekretær i NATO. Randers kjente mange atomforskere fra et forskningsopphold i Chicago under krigen, og var gjennom FOTU fra 1942 deltaker i forskning i London om radarforsvar mot tyske flyangrep. (6)

På denne tiden var det mangel på uran. Randers henviste til at det var drivverdige uranforekomster i Norge. (7) I 1948 ble det forgjeves forsøkt å utvinne uran fra Evje i Setesdal, og derfor ble det istedenfor bestemt at en skulle satse på uran fra utenlandske kilder. Først undersøkte en i USA, men fikk avslag der i 1950. Deretter forespurtes Frankrike, Sverige og til slutt endte man opp med Nederland.

Det felles norsk/nederlandske prosjektet som utviklet seg fra dette behovet ble kalt JENER (Joint Establishment for Nuclear Research). Avtalen med Nederland innebar senere at Storbritannia leverte uranmetall til Norge som til gjengjeld fikk uranoksid fra Nederland. Uranmetallet ble brukt i den første atomreaktoren på Kjeller (JEEP I). Det var tilgangen på tungtvann fra Norge som betydde noe i forhandlingene om uranleveranser og nødvendig utstyr de første årene.

JEEP I ble startet i 1951 og var i drift til 1966. I 1960 var det 450 ansatte i IFA, og det ble skapt store forventninger om bruk av atomenergi til industrien i Norge. Gunnar Randers beskrev situasjonen i 1960-årene slik: "Over 500 mennesker arbeidet med liv og lyst i Halden og på Kjeller i sikker overbevisning om å bidra til den framtidige verdens velsignelser". (6)

Forsøksreaktoren JEEP I på Kjeller skulle først og fremst være en viktig nøytronkilde for forskere til vitenskapelige forsøk, den skulle produsere forskjellige isotoper til bruk i biologi og medisin, brukes til forstudier for å kunne bygge atomkraftverk, og bidra til Forsvarets kunnskap om atomtekniske spørsmål.

Interessant nok ble det inngått en avtale med den amerikanske atomenergikommisjonen (USAEC) og det internasjonale atomenergibyrået (IAEA) om et treårig internasjonalt prosjekt rundt den andre atomreaktoren NORA (1961-1968) på Kjeller. Den tredje atomreaktoren på Kjeller, JEEP II, ble startet i 1967 og er den eneste som fremdeles (2012) er i bruk der.

Det var også et forsøksanlegg på Kjeller for rensing av uranstaver som inneholdt plutonium. Dette siste var i virkeligheten et lite gjenvinningsanlegg for råstoffet plutonium som kan brukes til atombomber. Norge var tidlig ute med dette, allerede i 1950-årene.

I 1955 foreslo IFA å bygge en atomreaktor i

Halden. Da Stortinget godkjente dette i 1956 var sprengningen av et svært hull i Halden allerede gjort, og FFI bidro med 100 000 kroner til dette. Til tross for at det ble store økonomiske overskridelser og politiske reaksjoner på prosjektet, ble Haldenreaktoren startet opp i 1959. Den er fremdeles i bruk i 2012.

Fra 1954/55 var hovedmålet for IFA å knytte til seg industri- og andre interesser som f.eks. skipsfart for råstoff og oppdrag og kjøpere av produkter.

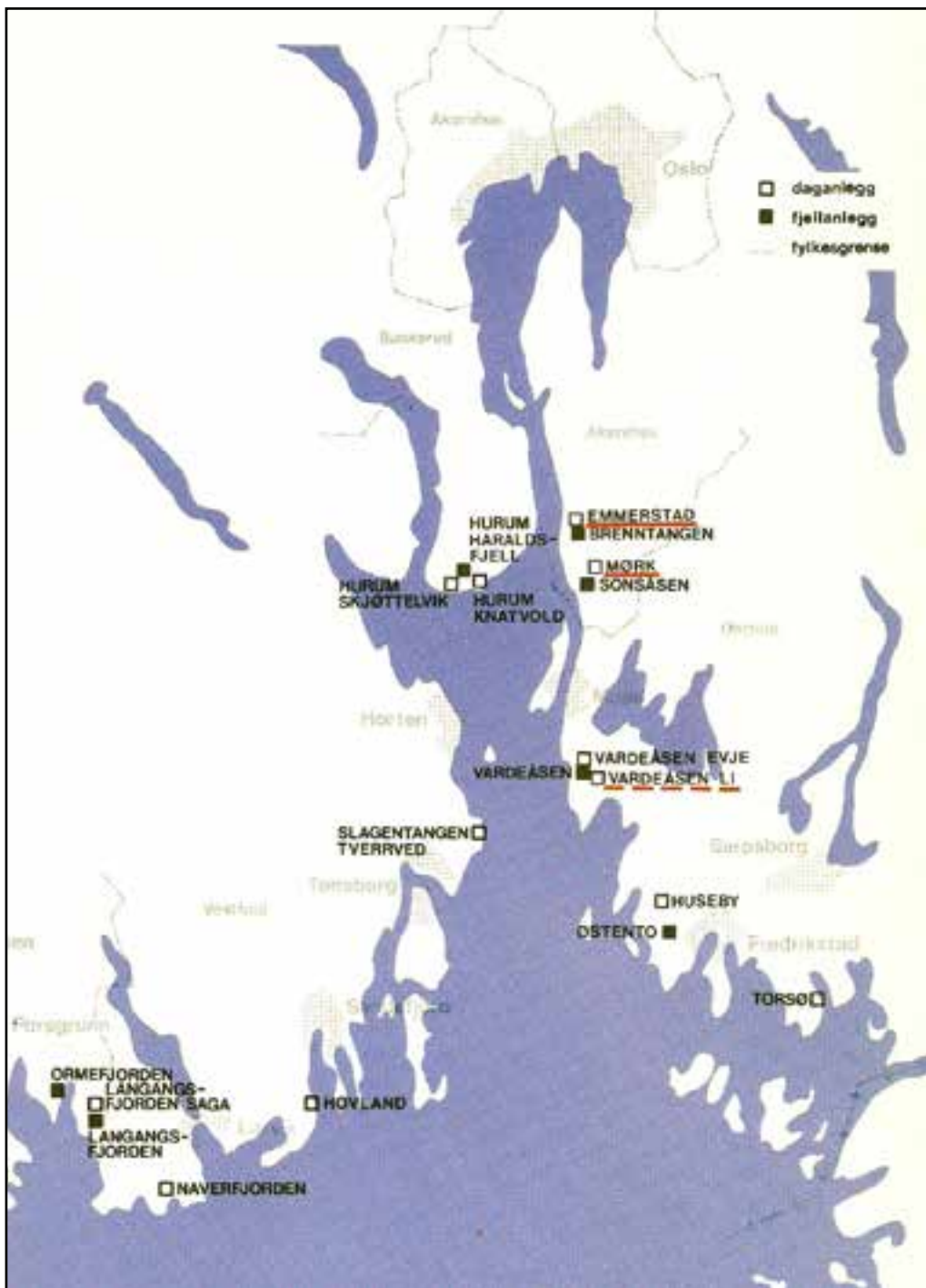
IFA fikk kontrakter med ledende atomreaktorselskaper i USA og fikk delta i den den gang storstilte utbyggingen av amerikanske atomkraftverk som startet for alvor i 1965.

Det viste seg etter hvert at Norges Rederiforbund ønsket å videreføre konvensjonelle driftsformer i skipsfartsnæringen og ikke lenger var interessert i atomreaktorer. Norges Industriforbund hadde heller ikke tro på en egen norsk atomreaktoreksport. Vannkraftsituasjonen i Norge var dessuten god og det var ikke behov for atomkraft i Norge. Industriforbundet hevdet at norsk atomforskning fikk for stor del av forskningsmidlene.

Dette var første gang IFA-entusiastene møtte skikkelig motbør. Men nøkkelpersonene satt i mange viktige stillinger og arbeidet videre med å få til atomkraftverk i Norge. I 1965 begynte Johan B. Holte, som både var styremedlem i IFA og generaldirektør i Norsk Hydro, å uttrykke bekymring for Norsk Hydros framtid hvis man ikke fikk i gang byggingen av atomkraftverk. Hydro og IFA startet en utredning om mulighetene for et atomkraftverk nær fabrikkene utenfor Porsgrunn.

I 1967 kom Norges Vassdrags- og elektrisitetsvesen (NVE) med i dette prosjektet. I 1969 var Norsk Hydro kommet til at prosjektet var ulønnsomt, mens NVE fortsatte samarbeidet med IFA. NVE skrev i et av informasjonsheftene sine i 1973 at de tok sikte på å få det første atomkraftverket i drift omkring 1982.

Etter hvert vokste det fram en sterk motstand i befolkningen mot atomkraftverk, også fordi både atomvåpen og atomkraftverk var knyttet til den samme produksjonsprosessen som startet med gruvedrift av uran (og thorium). Opposisjonen tok opp avfalls- og ulykkes-problemene, helserisikoen fra stråling, råstoffkilde til atomvåpen, mangel



NVE hadde ca. 30 forslag til plasseringer av atomkraftverk i Oslofjorderområdet, først på listen stod Emmerstad og Mørk i Vestby kommune i Akershus.(8)

på satsing på andre energikilder, og mange stilte spørsmål ved selve industrivekstsamfunnet. En ledende kraft i starten var atomkraftgruppa til Samarbeidsgruppa for natur og miljøvern (snm). Våren 1974 samlet atomkraftmotstanderne seg i en felles aksjon, "Aksjon mot atomkraft."



Det ble tvingende nødvendig for IFA å satse mer på andre fagområder som materialkunnskap, modellsimulering, strømningsanalyse i industrien forøvrig. Men de ønsket også å holde døra oppe for atomkraft på sikt. IFA ble omdøpt til Institutt for energiteknikk (IFE) i 1980 og fikk flere nye oppgaver innen energisektoren.

Kjernekraftutvalget

I 1976 ble det såkalte Granli-utvalget (kjernekraftutvalget) nedsatt for å vurdere sikkerhets-spørsmålene ved atomkraft. Mandatet var "å foreta en bred analyse av sikkerhetsforholdene i forbindelse med drift av landbaserte kjernekraftverk og ved transport, lagring og eventuell prosessering av radioaktive materialer. Hensikten ... er å få et betryggende grunnlag for å kunne bedømme sikkerheten ved kjernekraftverk slik at en kan avgjøre om det er fullt forsvarlig å sette i drift slike anlegg her i landet i 1980-årene."

Fylkesmann Leif Granli var utvalgets formann. IFAs direktør Viking Olver Eriksen hadde plass i utvalget, sekretæren var en NVE-ansatt og IFA skulle skaffe faglig bakgrunnsmateriale. Utvalget leverte sin utredning *Kjernekraft og sikkerhet* (5) i 1978. Et flertall på 18 av utvalgets 21 medlemmer

konkluderte med at " ... det vil være forsvarlig å ta i bruk kjernekraft i Norge dersom forutsetninger og krav til sikkerhet blir oppfylt." Tre utvalgsmedlemmer, Tove Bye, Paul Hofseth og Bergljot Børresen dissenterte på hovedkonklusjonen og på mange av delkonklusjonene. I sin begrunnelse skrev Tove Bye bl.a.: "(dette) medlemmet frykter for at de beregninger som har ligget til grunn for utvalgets innstilling er preget av en for optimistisk tro på teknologiens muligheter og på samfunnets evne til å beherske konsekvensene av den teknologiske utvikling." (9)

Men ingen kommuner ville ha en atomreaktor. Prognosene til NVE om behovet for elkraft var meget overdrevne og urealistiske, og olje/gassproduksjonen var i gang. Stortinget skrinla derfor planene om atomkraft i Norge i 1987.

Internasjonalt samarbeid

Instituttet på Kjeller var fra starten av et aktivt og ledende redskap for spredning av atomreaktor-teknologi og tungtvann internasjonalt, og Gunnar Randers var en pådriver i dette arbeidet. Han sier selv i 1953/54: "Vi har nettopp gjennomført den første internasjonale konferansen (11-13 august 1953) om atomreaktorer på Kjeller... på dette tidspunkt da utenlandske medarbeidere, betalt av sine hjemland, drysser ned over oss på Kjeller, og da vi begynner å produsere forskningsresultater fra kjøringen av reaktoren, er en internasjonal åpen konferanse midt i stormaktenes superhjemmelige felt, både teknisk nyttig og politisk effektiv for IFA til å bryte stormaktsmonopolet." (6)

IFA etablerte gjennom JENER sammen med nederlandske interesser en internasjonal skole for atomenergiforskere og reaktorphersonell. Da USA endret sin atompolitikk i 1950-årene, gikk Nederland inn i et samarbeid med USA om å utvikle en atomreaktormodell, ikke sammen med Norge som planlagt. IFA ble dermed stående alene.

Følgende land sendte folk til Kjeller og Halden: Argentina, Belgia, Canada, Danmark, England, Frankrike, Vest-Tyskland, India, Israel, Italia, Mexico, Nederland, Spania, Sverige, Sveits, Jugoslavia og USA. Sovjetunionen var også representert. Resultatet var at Norge direkte (tungtvann og noe plutonium) og indirekte (opplæring og teknisk hjelp) også ble en viktig aktør i utviklingen av atomvåpen i andre land.

Viking Olver Eriksen tar i sin bok *Med atomvåpen som pressmiddel* (4) opp hvordan de nye kjernevåpenstatene trer fram. Frankrike fikk tungtvann fra Norge til sine tre første forskningsreaktorer i 1940-årene. De første grammene med plutonium til atomvåpen ble separert fra brensel i tungtvannsreaktoren ZOE i Chatillon utenfor Paris i 1949 med norsk tungtvann. Pakistan fikk ikke tungtvann, men 800 kg zirkoniumrør til brenselet i atomreaktorer fra Raufoss fabrikker. I denne



sammenheng har jeg begrenset meg til noen glimt fra samarbeidet med Jugoslavia, India, Israel og Sverige og bruker endel stoff fra NRK's Brennpunkt-programmer i januar 2001 og 2005. (10) og (11)

JUGOSLAVIA

Det daværende Jugoslavia skaffet seg atomvåpenprogram i hemmelighet fram til 1987. De brukte den norske åpenheten om atomteknologi til å skaffe seg kunnskap om dette. Jugoslavia var blant de landene som hadde tettest samarbeid med det norske atommiljøet. Allerede i 1953 ble det inngått et samarbeid mellom Jugoslavia og Norge om fremstilling av plutonium. Det norske firmaet Noratom leverte i 1962 en plan for en større plutoniumfabrikk i Jugoslavia. Anlegget var planlagt bygget på Vincha-instituttet utenfor Beograd. Dette instituttet drev omfattende atomvåpenforskning.

I 1953 bestilte Jugoslavia 10 tonn tungtvann av Norsk Hydro og norske myndigheter godkjente salget. Men tungtvannskjøpet ble imidlertid stanset av jugoslavene selv, fordi de fikk tak i billigere tungtvann fra Sovjetunionen. Norge eksporterte 10 gram rent plutonium av våpenkvalitet til Jugoslavia i 1966. I en lengre periode hadde Jugoslavia en formell samarbeidsavtale med Institutt for Atomenergi på Kjeller. Et stort antall jugoslaviske atomforskere har hatt lange studieopphold i Norge. Mange av disse fikk senere sentrale posisjoner i Jugoslavias atommiljøer. Flere har også hatt nøkkelstillinger i det hemmelige jugoslaviske atomvåpenprogrammet.

Et offisielt samarbeidsprogram mellom Norge og Jugoslavia på Kjeller gjaldt spesielt utvinning av plutonium. I et brev til Gunnar Randers i desember 1953 skrev Stevan Dedijer, en av Jugoslavias mest sentrale atomforskere: "Det vil være nyttig for begge lands institusjoner om vi kunne rette vår forskning inn på arbeid rundt bestrålt brensel; spesielt produksjon av plutonium og andre fisjonsprodukter." Randers' svar var positivt. Da den formelle samarbeidsavtalen mellom Institutt for Atomenergi på Kjeller og Jugoslavia ble undertegnet i 1962, var plutoniumkjemi et av de viktigste punktene i avtalen.

Høsten 1962 var arbeidet med forprosjektet ferdig – og jugoslavene fikk overlevert tegninger og spesifikasjoner for en plutoniumfabrikk. Den norske rapporten skulle inneholde hovedspesifikasjoner for fabrikk, det nødvendige utstyret og bygningene. I tillegg skulle Noratom evaluere ulike plasseringer av plutoniumfabrikken. Den jugoslaviske atomenergi-kommisjonen betalte ca. en halv million kroner - ca fem millioner kroner etter pengeverdien i 2011 - for det norske konsulentoppdraget.

INDIA

India startet sin atomforskning allerede i 1944, tre år før landet ble selvstendig, og bestemte seg for å produsere atomvåpen omkring 1950. Primus motor var dr. Homi Bhabha, som Gunnar Randers kjente fra USA-oppholdene sine. Homi Bhabha var også en god venn av landets første statsminister Javaharlal Nehru.

Handel med tungtvann.

Norge spilte en viktig rolle i Indias atomvåpenproduksjon. Dette gjaldt både Indias tungtvannstilgang og teknikk, og virksomhet for å gjøre dem kjent med hvordan plutonium kunne utvinnes fra brukte brenselstaver til bruk i atomvåpen.

Norge og India var allerede i 1952 i seriøse forhandlinger om salg av mellom seks og ti tonn tungtvann – nok til å drive en atomreaktor. Norske myndigheter var da svært velvillig innstilt til å selge det sensitive atommaterialet til inderne.

25. september hadde Bhabha og den indiske industriministeren dr. Bhatnagar et møte med handelsminister Erik Brofoss og direktør Bjarne Eriksen i Norsk Hydro. Brofoss forsikret de prominente indiske gjestene om at den norske regjeringen var velvillig innstilt til å selge tungtvann til India. Det samme var Norsk Hydro – men leveransene kunne ikke starte før i 1958. Årsaken var at Hydro hadde solgt alt tungtvann de kunne produsere de nærmeste tre-fire årene til Storbritannia, Frankrike og Nederland.

Hydro-direktøren hadde imidlertid et oppsiktsvekkende forslag til Bhabha og Bhatnagar: Hvis India kunne betale for å bygge ut tungtvannsfabrikken på Rjukan, ville kapasitetsproblemene bli løst, og India

kunne få tungtvannet de trengte flere år raskere. Dette forslaget var inderne mer enn positive til. Ca fem millioner kroner ville utbyggingen koste – over 50 millioner kroner i 2001 pengeverdi. Informasjonsdirektør i Hydro Norge, Tor Steinum, avviser at dette skal ha skjedd. Men gang på gang utover på 1950-tallet kom Hydro tilbake til saken.

I juni 1953 laget Hydro et kontraktforslag for salget av 5,5 tonn tungtvann til India. Inderne ble gjort oppmerksom på at Hydro forutsatte at India dekket utgifter til utbygging av Rjukan-fabrikken ved et eventuelt salg. Kontraktutkastet inneholder ingen klausul om at tungtvannet bare måtte brukes til fredelige formål.

Norsk Hydro og den norske regjeringen ble allerede i 1955 enige med India om salg av minst 6 tonn tungtvann til landet. Dette tungtvannet ville blitt brukt i Indias første plutoniumproduserende atomreaktor. Det er tidligere ikke kjent at slike forhandlinger med India har funnet sted

Hydro kunne selge India ett tonn tungtvann i 1956 og de siste fem tonnene i 1958/59 – en løsning som inderne kunne akseptere. I et internt notat om leveringsterminer for tungtvann fra Norsk Hydro, datert 12. oktober 1954, står India oppført med en leveranse på ett tonn i mai/juni 1956. India fikk omsider kjøpt mesteparten av det tungtvannet de behøvde fra USA – uten betingelser om fredelig bruk. Dermed kansellerte inderne selv resten av bestillingen fra Norsk Hydro.

VG skrev i 1988 om mulig tungtvannseksport fra Norge til India, (12) Hydro solgte 15 tonn tungtvann i 1983. Betingelsene for myndighetenes godkjenning for denne strategiske varen var at det skulle til daværende Vest-Tyskland. Tungtvannet skulle etter papirene til Frankfurt. Dit kom det aldri, men derimot til Basel i Sveits. Dokumenter viser senere at tyskerne har lagt fram brev og en telex til Norsk Hydro fra firmaet Rohstoff Einfur som var Hydros kunde. Det tyske firmaet skriver at avtalen om import til Vest-Tyskland kanselleres, men at det er funnet en ny kunde i Sveits. Denne kunden var etter all sannsynlighet India. Den indiske statsminister Rajiv Gandhi benektet dette og sa at de hadde nok tungtvann selv.

Indikasjonene på at det norske tungtvannet allikevel havnet i India bygger på to forhold:

1) Alfred Hempel, eks-nazist og storselger av kjernefysiske produkter, solgte i 1985 7 tonn sovjetisk tungtvann til India. Også dette gikk via Basel og Dubai på et fly fra West African Airline

2) Professor Gary Mulhollin, som brukes av det amerikanske forsvarsdepartementet angående atomspredning, påviste i 1986 at India i 1983 hadde et skrikende behov for tungtvann. Mulhollin påviste også at landet verken kunne skaffe seg nok tungtvann gjennom egen produksjon eller offentlig kjent import.

Indisk tungtvannsfabrikk med norsk hjelp

India ønsket også å skaffe sin egen tungtvannsfabrikk. Jomar Brun var i 1953 professor på NTH i Trondheim og var også spesialkonsulent for Norsk Hydro der han hadde vært ansatt tidligere. Fire indiske forskere som han kjente fra Kjeller kontaktet ham i 1953 om bistand til å lage en tungtvannsfabrikk. Norsk Hydro var skeptiske til at Brun skulle innvie inderne i produksjonsteknikk for tungtvann, de var engstelige for at industrihemmeligheter ville bli kjent. Utenriksdepartementet skal visstnok ha overbevist dem at de burde bidra. Brun skriver i sin dagbok: "Jeg hadde inntrykk av at det lå utenrikspolitiske hensyn bak."

Jomar Brun arbeidet i to måneder i India, han så på aktuelle plasseringer for tungtvann-fabrikken og utarbeidet kostnadskalkyler og omfattende planverk. Rapporten ble stemplet hemmelig og overlevert de indiske atommyndigheter sommeren 1954. Brun hadde konkludert med at India burde bygge en tungtvannsfabrikk ved Bhakra Nangaldemningen i Punjab-provinsen - og at fabrikken burde bruke den samme elektrolyseprosessen for tungtvannsprroduksjon som Norsk Hydro brukte på Rjukan. Fabrikken ble bygget etter Bruns anvisninger og ble åpnet i 1962 med en kapasitet på 14,5 tonn tungtvann pr. år. Tungtvann fra Nangal ble brukt i reaktorer som produserer plutonium til Indias atomvåpen.

Norsk Hydro fikk ikke det lukrative oppdraget å levere elektrolyseutstyret til fabrikken (over en halv milliard kroner i 1962 års pengeverdi). Oppdraget gikk til et tysk konsern. I følge leder for den indiske atomenergikommisjonen, dr. Raja Ramanna, var Jomar Brun en viktig konsulent for inderne, og det var et stort skritt fremover da India kunne produsere tungtvann selv. Dette var kanskje det viktigste resultat av Indias forbindelse med Norge. (8)

Mens India og Pakistan var en hårsbredd fra full krig om Kashmir-provinsen, økte begge landene sine atomvåpenarsenaler år for år.

Norsk hjelp til plutoniumproduksjon for atomvåpen i India

I 1953 hadde norske atomforskere for første gang fremstilt rent plutonium. Kunnskapen om dette ble delt med de som var interessert, også inderne. IFA sendte detaljerte tegninger av selve hjerteteknologien i en plutoniumfabrikk, det såkalte "solvent extraction apparatus" til India i 1953. Dette apparatet satte inderne i stand til å fremstille plutonium på et svært tidlig tidspunkt. Metoden gjelder en kjemisk væskebasert utskilling av plutonium.

I 1950-årene var denne teknologien dypt hemmelig i de få andre landene som kjente den, men i Norge fikk indiske atomforskere fullt innsyn i teknikken for produksjon av plutonium.

Sammen med tegningene av "solvent extraction"-apparatet, fikk inderne tegninger av den norske atomreaktorbygningen på Kjeller, av kontrollrommet og kontrollutstyret til reaktoren, samt detaljer fra reaktorens kjølesystem. Den norske åpenheten gjorde inntrykk på inderne. Gunnar Randers tilbød dessuten i et brev av 18.8.1953 inderne å få en norsk glassblåser til å produsere de svære glasskolbene til apparatet for plutoniumekstraksjonen.

India fikk sin første plutoniumfabrikk i 1965 med teknologi fra USA. Men i følge Raja Ramanna fantes det flere laboratorier for produksjon av plutonium i liten skala før 1965.

I 1990 avdekket forøvrig Dagbladet at firmaet Norsk Data hadde solgt seks meget kraftige datamaskiner til senteret for produksjon av indiske atomvåpen, Bhabha Atomic Research Centre (BARC).

India sprengte sin første atomladning i 1974. I 1998 detonerte India og erkefienden Pakistan en lang rekke kjernefysiske våpen. Begge landene har fulgt den samme strategien for å skaffe seg disse våpnene: En langsom og skrittvis innsamling av informasjon og teknologi fra de som var villige til å bidra. For Indias del har Norge vært av de villigste og viktigste bidragsyterne.

ISRAEL

Brennpunkt-programmene "Norsk utstyr til Israels atomvåpenprogram" i 2001 (10) og "Atomkremmerne" i 2005 (11) omtalte også det tette samarbeidet mellom Israel og Norge om atomteknologi og råstoff. Norge eksporterte i alt 20 tonn tungtvann til Israel og ble derved medskyldig i at Israel i dag har et stort og meget avansert arsenal med atomvåpen. Jens Christian Hauge og Gunnar Randers, samt byråsjef Olaf Solli i Utenriksdepartementet var involvert i tungtvannsaken. Utenriksdepartementet forsto at muligheten for bruk av tungvannet til produksjon av atomvåpen var til stede. Departementet ønsket en sterk klausul om kontroll, men dette ønsket ikke Randers.

I Olav Njølstads biografi om Jens Chr. Hauge (13) kommer Hagues avgjørende bidrag til tungtvanneksporten til Israel tydelig fram. Randers var den faglige pådriveren, mens Hauge tok seg av de politiske og økonomiske spørsmålene fra norsk side. Lederen for den israelske atomenergikommisjonen Ernst Bergmann og (fredsprisvinner og senere president) Shimon Perez var krumtappen i det hemmelige israelske atomvåpenprogrammet.

Noratom

Noratom var et norsk industrielt aksjeselskap som skulle skaffe et marked for norske tungtvannreaktorer både til energiproduksjon og atomdrevne skip. Bjarne Eriksen (Norsk Hydro). Odd Dahl, (Chr. Michelsens institutt (CMI)), Gunnar

Randers (IFA), Sigvald Bergesen (skipsreder) og Jens Chr. Hauge (rådgiver for IFA) var aktive her. Det var mye å vinne økonomisk for Noratom i avtaler med Israel, og det var Noratom og den israelske atomenergikommisjonen som inngikk avtalen om tungtvann.

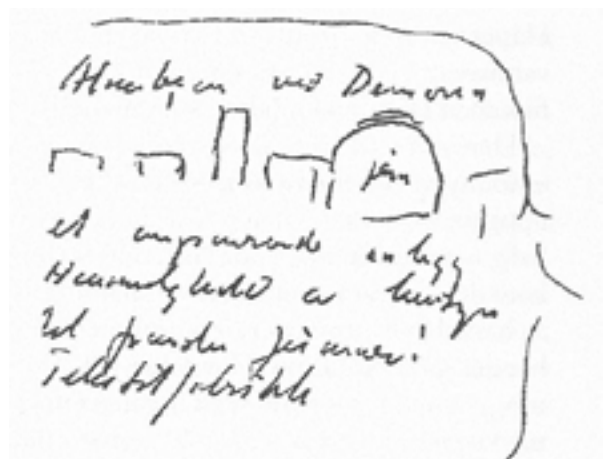
Hauge var sentral i utformingen av en kontrollordning i avtalen som var i samsvar med den politikk Norge førte i Det internasjonale atomenergibyrået (IAEA). I praksis betydde dette at norske kontrollører måtte ha adgang til anlegget når det ble tatt i bruk. Ifølge avtalen garanterte den israelske regjering at tungtvann som selges fra Norge til Israel ville bli anvendt utelukkende for å fremme og utvikle fredelig bruk av atomenergi. Den norske regjering skulle i følge avtalen gis anledning til å forsikre seg om at bruken av tungtvannet var i samsvar med disse garantier. Avtalen ble inngått før IAEA hadde etablert et kontrollapparat, men den foreskrev at partene senere skulle konsultere hverandre for å avgjøre i hvilken grad det var nødvendig å modifisere avtalen med sikte på å overføre sikkerhetsfunksjonene til IAEA.

Utenriksdepartementet ble mer og mer betenkt over avtalen, især daværende statssekretær Hans Engen, som visste at Israel i 1957 hadde kommet med hemmelige følere overfor Sverige og Canada om et mulig felles atomvåpenprogram med Frankrike. Han advarte utenriksministeren flere ganger.

Også byråsjef Olaf Solli var urolig. Han spurte den israelske ambassadør Yahil under en middag hvorfor Israel hadde ønsket å ta inn i avtalen en passus om at de sto fritt til å endre retningen for sitt atomenergiprogram. Yahil svarte da at man i Tel Aviv hadde ønsket "å skaffe Israel fri adgang til å delta i (...) produksjon av kjernefysiske våpen". Dette fikk daværende utenriksminister Halvard Lange vite. Likevel anbefalte han at avtalen ble godkjent og foreslo at saken skulle holdes hemmelig. Han mente også at fordi avtalen ikke påla Norge noen "direkte forpliktelser", behøvde ikke Regjeringen å legge den frem for Stortinget til godkjenning. Saken vakte ingen debatt i Regjeringen, og to dager senere, 20. februar 1959, ble tungtvannsalget godkjent ved kongelig resolusjon.

Jens Chr. Hauge besøkte Israel våren 1961, og hadde samtaler med Bergmann, Shimon Perez og ledende forsvarsfolk. Han hadde også med utstyr til å teste tungtvann som befant seg i Rehovoth i det israelske atomenergiinstituttet, og fikk tatt noen prøver som ble analysert i Norge.

Hauge besøkte også "tekstilfabrikken", den nyreiste atombyen ved Dimona i Negevørkenen. I følge Njølstad (13) skrev Hauge i rapporten til Utenriksdepartementet at han ikke besøkte anlegget, men han løy: I dagboken har han laget en skisse av anlegget og en medfølgende tekst.



Atomkraftverket Dimona i Negevørkenen, Israel. Skissen og notater i Jens Chr Hauge sin dagbok viser at han besøkte anlegget, våren 1961

I 1979 avslørte Sverre Lodgaard at Norge hadde solgt 20 tonn tungtvann til Israels atomprogram. I boka *Les Deux Bombes* (16) skrev Pierre Pean at den første israelske atombomben ble montert allerede i 1966. Den israelske atomteknikeren Mordechai Vanunu avslørte virksomheten i Dimona i *Sunday Times* høsten 1986 og ble hardt straffet for dette.

I 1987 hadde en delegasjon fra Utenriksdepartementet, eksperter fra Statens atomtilsyn og Institutt for energiteknikk samtaler i Israel om overføring av kontrollen med driften av Dimona-reaktoren fra Norge til IAEA. Den israelske regjeringen ga et kontant svar: nei! Det ble særlig henvist til de politiske holdningene mot Israel i IAEA. Israel har forøvrig fremdeles ikke undertegnet ikkespredningsavtalen NPT.

Det ble en slags praktisk politisk løsning på manglende kontrollsamarbeid med Israel. Den norske stat kjøpte tilbake 9 tonn tungtvann (11 av de opprinnelige 20 tonn hadde angivelig gått bort i svinn.)

Ole Walberg (12) skrev om dette: "2. desember 1991 ble halvparten av tungtvannet fra Israel losset i Kristiansand og sendt til Kjeller. Daværende leder for Institutt for fredsforskning Sverre Lodgaard sa: "En hel verden vet at Israel har benyttet det norske tungtvannet til å produsere kjernevåpen - hva ellers skulle de ha brukt tungtvannet til?" Daværende leder for Statens Atomtilsyn Knut Gussgard sa: "Israelske myndigheter har aldri innrømmet noe som helst, men selv er jeg ikke i tvil: Tungtvannet ble brukt til produksjon av atomvåpen." ... "Allerede for 12 år siden, da Lodgaard ble kjent med den hemmelige avtalen med Israel, hevdet han at tungtvannet ble brukt til militære formål. Men til tross for at Norge hadde rett til å innsisere bruken av tungtvannet, ble det aldri rettet noen henvendelse fra Utenriksdepartementet til Israel med spørsmål om hva vannet ble brukt til." Tilbakekjøpet kostet 13,5 millioner kroner.

Plutoniumekstraksjons-kunnskaper til Israel

Israel og Frankrike hadde en avtale om samarbeid som Frankrikes president Charles de

Gaulle stoppet. Israelerne henvendte seg da til Norge, ikke bare for tungtvann, men også for nøkkelutstyr til anleggene sine. Ernst Bergmann som var leder for atomprogrammene i Israel fikk et tilbud av sin venn Randers om å kjøpe eller låne den første brensel-ladningen fra Haldenreaktoren. Også annet viktig utstyr ble sendt fra Norge til Israel, en forretning som gikk direkte mellom Noratom og Israel i 1960.

Minst én israelsk atomforsker arbeidet i lengre tid i det norske plutoniumlaboratoriet der han fikk full innsikt i alle deler av prosessen. Norge var dermed en viktig medhjelper for Israels atomvåpenprogram, ikke bare når det gjaldt tungtvann, men også det praktiske ved å fremstille plutonium til atomvåpen. Det siste hører man vanligvis lite om.

Norges støtte til Israels atomprogram har indirekte ført til andre uønskede resultater. Israel og apartheidregimet i Sør-Afrika samarbeidet etter alt å dømme med å prøvesprengte en atombombe i nærheten av Prince Edward Island utenfor Antarktis 22. september 1979. Bomben ble av en amerikansk spionsatelitt bestemt til en styrke på 1-2 kilotonn (på overflaten i lav høyde).

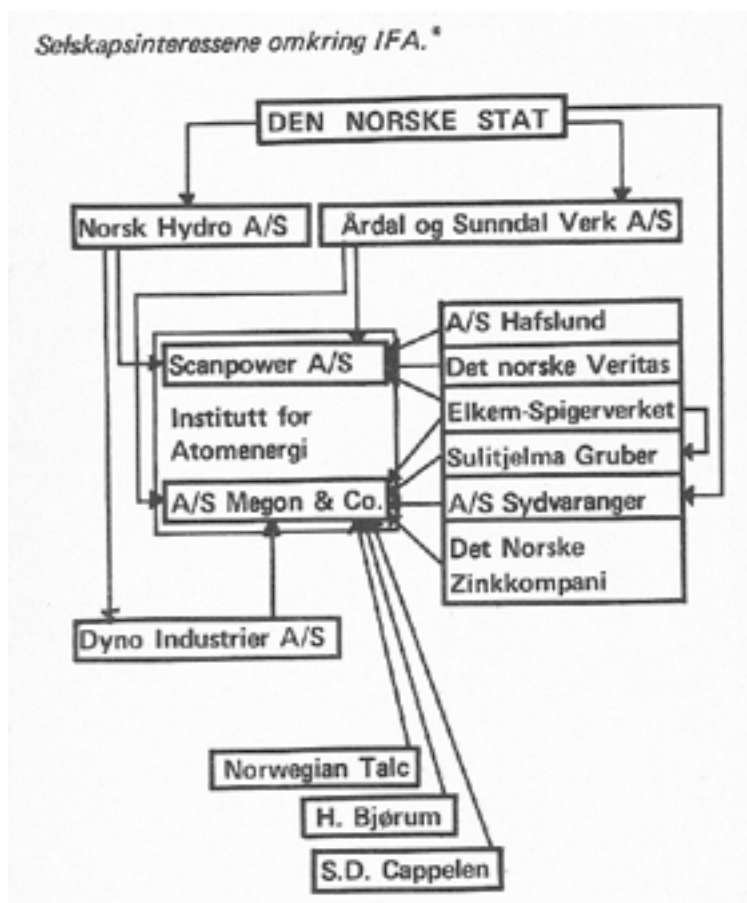
Dessuten foreligger det nå frigitte hemmelige sørafrikanske dokumenter fra 1975 om et hemmelig møte mellom Shimon Perez (daværende forsvarsminister i Israel) og P.W. Botha (daværende forsvarsminister i Sør-Afrika). Israel tilbød Sør-Afrika å kjøpe atomstridshoder i tre forskjellige størrelser. Møtet endte med en omfattende avtale som fastla de militære forbindelsene mellom de to landene. (15)

Sentrale industrielle aktører

I Norge som i mange andre land er og var det Regjeringen, de politiske partiene, statlige oppnevnte utvalg, styrer og råd, offentlige organer, institutter, privat og statlig industri, andre næringsinteresser og interessegrupper som arbeidet for atomenergi. Den kraftkrevende industrien sto bak og trakk i trådene. De sentrale industrielle aktørene var Norsk Hydro og Årdal og Sunndal Verk. Akkurat som i daværende Vest-Tyskland var det storindustriens, byråkratiet og forskerelitens interesser som presset på.

FFI har siden starten vært et viktig element i utformingen både av Arbeiderpartiets atomkraftpolitikk og av den samlede industripolitikken. Scandpower, et privat sentralt know-howfirma med kjernekraft som spesialitet, ble dannet for å utrede spørsmål omkring energikrevende industri. Scandpower var eid av ÅSV, Hafslund, Veritas, Elkem-Spigerverket og Norsk Hydro som hver har 20 % av aksjene. Det ble ikke noe atomkraftverk i Norge, men det er et tankekors at vårt land har spilt en så sterk rolle i spredningen av atomvåpen i verden.

Denne rollen som spredder av teknologi, kunnskap og råstoff skulle tilsi at våre myndigheter burde engasjere seg sterkere for å få alle atomstater til å starte avvikling av atomvåpen. Da er det også nødvendig med et helt annet aktivt engasjement internasjonalt mot ytterligere satsing på atomkraftverk. Dette krever en internasjonal avvikling av uran- og thoriumgruvene, anrikingsanlegg, atomreaktorene og gjenvinningsanleggene som er selve grunnlaget for utvikling av atomvåpen og av uranvåpen.



*Eierinteressene for selskapene på figuren er som følger:

Staten eier 51,33% av Hydro, 75% av ÅSV og 51% av Sydvaranger.

Partene i Scandpower eier 20% hver

Elkem-Spigerverket eier 92,4% av Sulitjelma Gruber, og Dyno eies med 13,67% av Hydro.

Megon eies med 25,3% av ES, 9,1% av Sulitjelma, 18,2% av Sydvaranger, 9,1% av Norzink og 9,1% av Dyno. Norwegian Talc, Bjørum og Cappelen eier de resterende ca 2%.

Fra *Spillet om atomkraften*, 1977 (1)

Referanser:

1. Håkon Gundersen, Dag Poleszynski og Per Olav Reinton: *Spillet om atomkraften*, Pax forlag 1977.
2. Svein S. Andersen: "Person-nettverk og elite-innflytelse i et lite politisk system: Spillet omkring Institutt for atomenergi 1949-1979" *Norsk statsvitenskapelig tidsskrift*, november 1987.
3. Astrid Forland: "Atomer for krig eller fred" *Forsvarstudier* 2/1988.
4. Viking Olver Eriksen: *Med atomvåpen som pressmiddel* Universitetsforlaget 1987.
5. Halvor Hegtun, *Aftenposten* 27.10.1997.
6. Gunnar Randers (1914-75) har skrevet flere bøker om atomkraft men særlig selvbiografien *Lysår* fra 1975 beskriver den store aktiviteten hans på området
7. Astrid Forland: "På leting etter uran" *Forsvarsstudier* 3/1987
8. NVE –brosjyrene: *NVE informerer om kjernekraftverk 1973*, *Lokalisering av kjernekraftverk i Oslofjordområdet 1973* og *NVE informerer om kjølevann fra varmekraftverk 1975*.
9. *Kjernekraft og sikkerhet*. NOU 1978: 35A og 35 B .
10. "Norsk utstyr til Israels atomvåpenprogram" NRK Brennpunkt januar 2001
11. "Atomkremmerne" NRK Brennpunkt desember 2005.
12. Ole Walberg: *Tungtvannet som fordampet* 1991.
13. Olav Njølstad: *Jens Chr. Hauge, fullt og helt* Aschehoug 2008
14. Pierre Pean: *Les Deux Bombes*, 1991.
15. *The Guardian* 24.5.2010

Annen litteratur:

Harald Eraker og Tarjei Leer-Salvesen, "Norsk tungtvann på ville veier?" *Ny Tid* 26.-31. august 2006.

Gunnar Randers, *Atomkraften*, 1946

Gunnar Randers, *Atomkraft og sunn fornuft*, 1950

Hannes Alfven: *Kjernekraft og atombomber*. Aschehoug 1977

Verdenskommisjonen for miljø og utvikling: *Vår felles framtid*. Tiden Norsk Forlag 1987. (Brundtland-rapporten)

(snm): *Nei til atomkraft. Risiko for liv og miljø - et energipolitisk blindspor*. Pax Forlag 1974.

"The Madness of Nuclear Energy" *The Ecologist* volume 29, no 7, November 1999

"Atomkraft Nei Takk", *Miljømagasinet* nr. 7 og 8 1978: Stort spesialnummer.

Aksjon mot atomkraft: *Studiehåndbok Atomkraft og energi* 1975

Sammenhengen mellom atomenergi og atomvåpen

Uran

Uran er et av grunnstoffene i naturen. Det er et tungmetall som er sølvhvitt av utseende. Det har kjemisk tegn U og har atomnummer 92. Uran finnes overalt i naturen i små mengder og er svakt radioaktivt. Uranmalm finnes først og fremst i USA, Canada, Sør-Afrika, Australia, Niger, Namibia og Frankrike.

Grunnstoffet uran foreligger i forskjellige utgaver, isotoper. I naturen har uranmalmen 99,27 prosent uran-238 atomer, 0,72 prosent uran-235 atomer og 0,0055 prosent uran-234 atomer. Det er uran-235 som kan brukes som råstoff til fisjonen, spaltingen av atomene i atomreaktoren som gir energien der.

Gruvedrift av uran

Gruvedrift av uran er første ledd i produksjonsprosessen for å skaffe råstoff både til atomenergi og til atomvåpen. Produksjonsprosessen kalles ofte litt upresist for "uran-syklusen". Siden det er så små mengder uran-235 i malmen, må det brytes store mengder uranmalm.

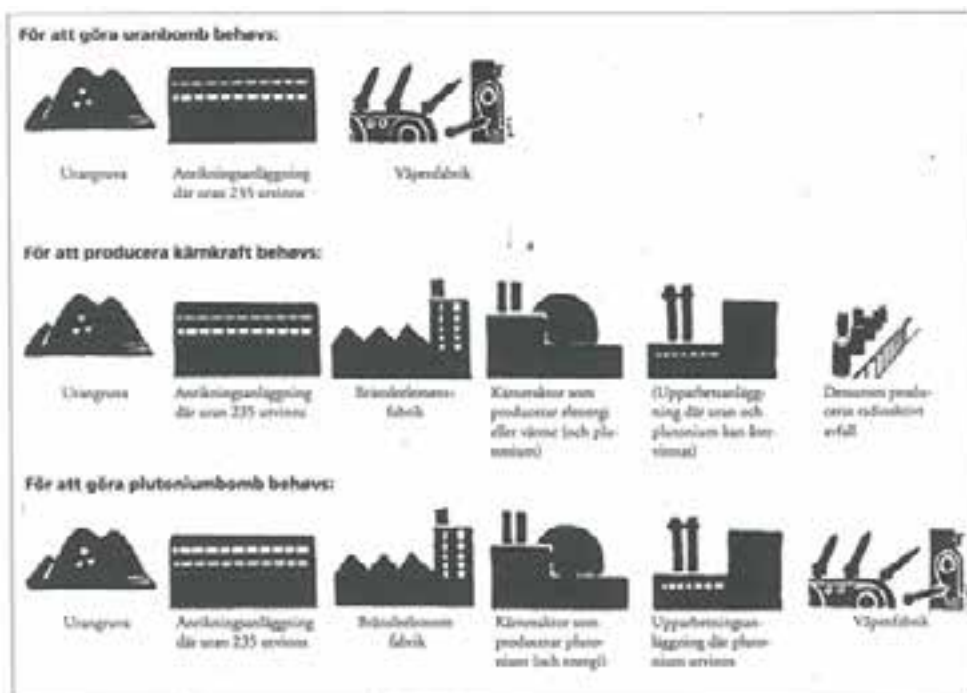
Uraninnholdet i malmen kan variere. 1 tonn malm

"Det er ikke mulig å sette noen grense mellom atomkraft og atomvåpen, de er som siamesiske tvillinger. De har samme type anlegg, gruver, anrikingsanlegg, bearbeidingsanlegg. Reaktorene har samme historiske bakgrunn og samme framtid". (1)

Professor Hannes Alfvén,
Nobelprisvinner i fysikk i 1970.

med et uraninnhold på 0,1 prosent vil kunne gi 1 kg uran. Av dette vil bare 7 gram være spaltbart uran-235, og hele 993 gram ikke spaltbart uran-238.

M a l m e n m å knuses i et uranverk. Her tilsettes svovelsyre og andre kjemikalier i store bassenger. Det er nødvendig med store mengder vann til gruvedriften og bearbeiding av malmen. I Rössing-uranguven i Namibia som ligger ca. 70 km fra kysten, brukes store mengder av det dyrebare grunnvannet ved kysten som fraktes i



Källa: Salenius nr. 2, Folkkampanjen Mot Kärnkraft, Stockholm, 1986

store rør innover i landet til gruveområdet. Gruven bruker 40 000 m³ vann pr. døgn. I Namibia er det stor mangel på vann, så i praksis eksporterer landet også vannet sitt ved å eksportere uran. Grunnvannsnivået ved kysten er i dag blitt faretruende lavt.

Det brukes store mengder konsentrert svovelsyre til å bearbeide uranmalm. Dette medfører omfattende forurensning bl.a av mange tungmetaller. Yellowcake kalles det gule pulveret av uranoksid som dannes og brukes videre i produksjonsprosessen. Det meste av den opprinnelige malmen, avfallet, blir liggende i store slagghauger. Det finnes også store avfallsdammer ved urangruvene. Noen stoffer felles ut, gasser slippes ut i luften, mens andre løses i vann og flyter videre i naturen. Dammene er aldri helt tette. Tidligere ble avfallet sluppet rett ut i vassdragene med de alvorlige konsekvenser dette hadde. Når vannet i tørre strøk fordampes, føres avfallet i fast form videre med vinden og spres til store områder. For å gå videre i produksjonsprosessen gjøres uranoksidet (yellowcake) om til gassen uranheksafluorid (HEX). Den har kjemisk formel UF₆.

Forurensning og helseproblemer

Gruvedrift og bearbeiding av uran gir mange forurensnings- og helseproblemer. Uranet i selve malmen finnes sammen med andre radioaktive stoff i selve fjellet og er bundet der. Men når man begynner å bryte malmen og luft og vann kommer til, kommer mange giftige stoffer ut i miljøet. Et av disse er den radioaktive gassen radon (Rn) som er et av stoffene i nedbrytningskjeden til uran (se vedlegg). Mange urangruvearbeidere får lungekreft, og lokalsamfunnene ved gruvene blir helsemessig hardt berørt av alle typer forurensninger. I mange tilfeller er det urfolk eller folk i tidligere kolonier som må slite med helseproblemer på grunn av dette. Eksempler på dette er indianersamfunn i USA og Canada, urfolk i Australia, afrikanske befolkningsgrupper i Namibia, Niger, Gabon og Sør-Afrika. Under den kalde krigen fikk Sovjetunionen uran fra daværende Tsjekkoslovakia og Øst-Tyskland.

Rio Tinto Zink (RTZ) var og er et stort multi-nasjonalt selskap som i mange år hadde kontroll over det meste av uranforekomstene i verden.

Energikrevende

Til gruvedriften og behandlingen av uranmalmen trengs det store mengder energi, og det brukes fossile energikilder med tilhørende CO₂-utslipp. Mengden av fossilenergi som brukes her er avhengig av innholdet av uran i malmen. Det finnes et punkt der det ikke lønner seg energiøkonomisk. Hvis uranmalmen inneholder 0,01 prosent uran vil et atomkraftverk ikke produsere mer energi enn det som trengs for å utvinne malmen, i følge Helen Caldicott. (2)

Mengden av uranmalm med høyt innhold av

uran er begrenset på kloden. Reservene beregnes til 3,5 millioner tonn. Hvis bruken i 2006 var omkring 67.000 tonn per år, vil dette holde til 50 års drift. Totale uranreserver, både høyt og lavt innhold av uran, anslås til 14,4 tonn, men det meste av denne malmen vil bli både for kostbar å utvinne og vil trenge store mengder fossil energi. Mange urangruver er nedlagt allerede.

Anriking av isotopen uran-235

Noen reaktortyper kan bruke naturlig uran som råstoff i reaktoren, men de vanligste atomreaktorer må ha en uran-isotopblanding på 2-3 prosent U-235 og 97-98 prosent U-238. Prosessen som øker andelen av spaltbart U-235 i forhold til U-238 i uranblandingen kalles anriking. Det er flere anrikingsmetoder. For å skille isotopene fra hverandre brukes oftest sentrifuger, gassdiffusjon eller laserteknologi. Råstoffet er gassen uranheksafluorid (HEX).

Gassen fraktes lange distanser i spesial-beholdere mellom anleggene både innen et land og internasjonalt. Den er meget giftig, både kjemisk og radiologisk. Hvis en beholder skulle få et utslipp pga lekkasje eller eksplosjon i et tett befolket område ville det ha fatale konsekvenser.

Gassen UF₆ omdannes til bruk i brensel-elementer til atomkraftverk og er basis for alle atomvåpen og uranmetall-ammunisjon (DU). Til en atombombe må anrikingen være mye større enn til et vanlig atomkraftverk. Hiroshima-atombomben inneholdt 93,4 prosent U-235. Nagasakibomben var basert på plutonium. Anrikingsprosessen innebærer ressurskrevende anlegg, som også trenger store arealer til driften, derfor er det få land som anriker uran. Anrikingsprosessen krever også mye energi.

I USA foregår det meste av anrikingen i Paducah, Kentucky. Anlegget der bruker elektrisitet fra to gamle kullfyrte kraftverk og slipper ut store mengder CO₂-gass. Men det blir også sluppet ut KFK-114-gass. Klorfluorkarbondgasser er en mye mer virksom drivhusgass enn CO₂ (10.000-20.000 ganger) og de ødelegger også ozonlaget. Utslipp av KFK-gasser kommer fra en mengde lekkasjer fra hundrevis av mil av kjølingsrør som trengs til prosessen.

Atomvåpen basert på tilstrekkelig U-235 kan altså lages allerede fra anrikingsprosessen, og uranvåpen (DU) lages fra uranheksafluorid som inneholder isotopen U-238. (3).

Brenselproduksjon

Det er få anrikingsanlegg, og det er derfor behov for mye transport mellom anrikingsanleggene og fabrikkene der brenselet produseres og videre til atomreaktorene. Anriket uranheksafluorid blir avkjølt og gjort om til urandioksid. Brenselsstavene er tynne lange rør fylt med urandioksid formet som sylindriske brikker, minst 250 brikker i hvert rør. Rørene er laget av legeringer av kostbare og motstandsdyktige

metaller, bl.a. zirkonium (se nedenfor). Rørene er buntet sammen, 50.000 av dem settes sammen inn i en 1 000 MW reaktor. I en reaktor som produserer strøm skiftes 1/3 av rørene ut hvert år. Til militære formål skiftes brenselstavene oftere. (4)

Brenselementene inneholder så mye spaltbart U-235 at de kan "gå kritisk" og må derfor fraktes i spesialtransporter og pakkes slik at det ikke dannes en kritisk masse. Under transporten av brenselementer er de meget utsatt for tyverier og sabotasje. I brenselstavene er det zirkonium, et grunnstoff som er problematisk og innebærer en stor sikkerhetsrisiko. 99 prosent av alle sivile og militære atomreaktorer har zirkonium (Zr) som legeringsmetall i brenselrørene. Dette metallet reagerer eksplosivt med vann ved ca 1100 grader og dette er et problem der vann brukes til kjøling.

I Tsjernobyl var det zirkoniumet i brenselstavene som reagerte med vanndamp under høy temperatur og utviklet hydrogengass som førte til en voldsom eksplosjon da denne reagerte med oksygen. Det samme var tilfelle ved Three Mile Island-ulykken i USA i 1979 og i Fukushima i 2011. Arbeiderne i en brenselfabrikk blir utsatt for uranstøv, radongass og gammastråling.

Atomreaktoren

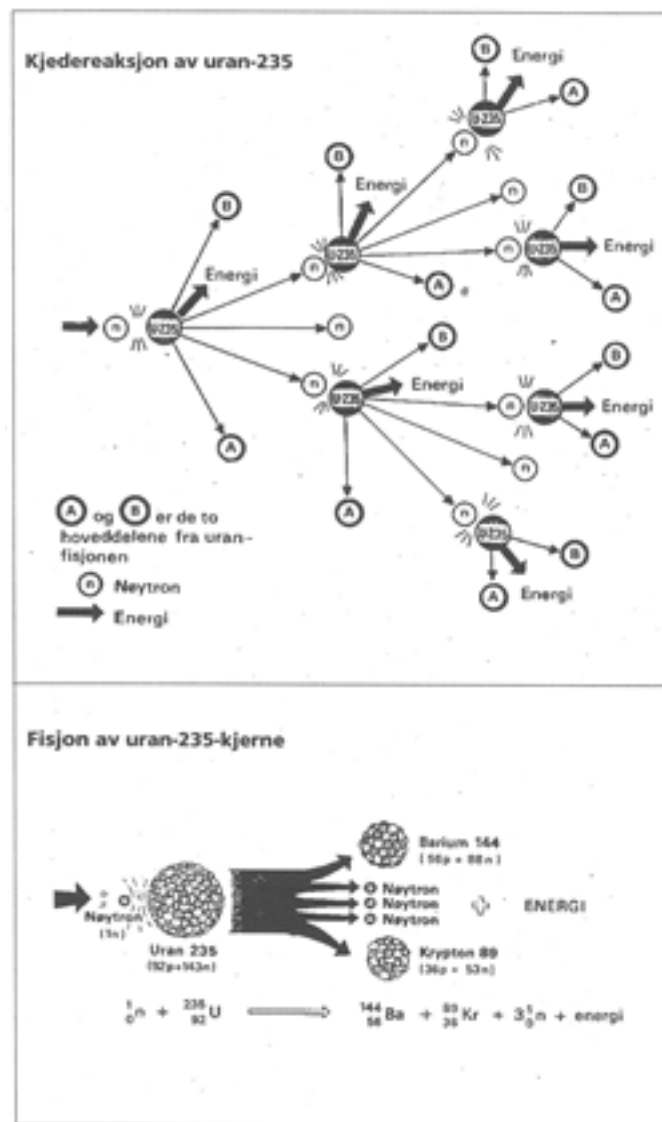
I atomreaktoren spaltes U-235-atomet ved at et nøytron treffer atomet og spalter det i to nye atomer av forskjellige grunnstoff, samtidig med at det sendes ut nye nøytroner (2-3) og frigis energi og stråling. Vi får en kjedereaksjon.

100 tonn uranbrensel er plassert inne i kjernen av f. eks. en 1000 MW reaktor i vann. Borstaver blir fjernet, uranen går kritisk og fisjonerer.

Figuren til høyre viser et eksempel på dette og de nye grunnstoffene. Disse nye spaltningsproduktene kalles fisjonsprodukter. Det finnes over 200 forskjellige fisjonsprodukter og alle er radioaktive. Eksempler på fisjonsprodukter er zirkonium (Zr-95), jod (I-131), strontium (Sr-90) og cesium (Cs-137).

Nøytroner kan også fanges opp av uran-238-atomer og gi atomer som er tyngre enn uran og som ikke finnes i naturen. Den mest kjente er plutonium som har kjemisk tegn Pu. Det er flere utgaver (isotoper) av plutonium og alle er spaltbare. Den mest kjente er Pu-239, som brukes til råstoff i atombomber og i atomkraftverk. Americium-241, som også er spaltbar, dannes i denne prosessen og ble tidligere brukt i røykvarslere. (6) De produktene som dannes i reaktoren på denne måten, kalles transuraner.

Den tredje type stoff som dannes kalles aktiveringsprodukter. Disse radioaktive grunnstoffatomene dannes fra nøytrale grunnstoffatomer i selve reaktorveggen, et eksempel på dette er Kobolt -59 (Co-59) som blir omdannet til det



Kilde: Bjørndal, Einar, Helset, Magne og Johnson, Hein: *Naturfag for den videregående skole. Tilsvulff*, Gyldendal, 1974

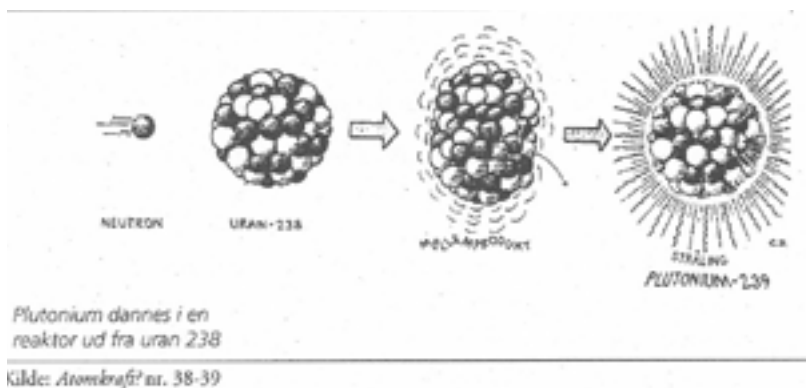
sterkt radioaktive kobolt -60 (Co-60).

Også når en atombombe eksploderer får man fisjonsprodukter, transuraner og aktiveringsprodukter, og store mengder energi og stråling.

Energien som dannes under fisjonen i en atomreaktor brukes til å varme opp vann til vanndamp som kan drive en turbin i et kraftverk, og via generatorer gi elektrisitet til nettet. Ca. 30 prosent av energien går til dette, resten blir oftest varmeforurensning. Det er behov for kaldt vann til kjøling av dampen tilbake til vann (indre kjølevannskrets). Flere ytre kjølevannskretser trengs fordi 70 prosent av energien som utvikles blir til spillvarme og må ledes vekk fra reaktoren.

Det meste av uranen i brenselet er U-238 som ikke kan spaltes, men det gir plutonium som nesten ikke finnes naturlig, og som brukes til atomvåpenproduksjon. (se figur over). Plutonium dannes ved at et nøytron reagerer med et U-238 atom og sender ut betastråling og omdannes til et plutoniumatom. Det er mye U-238 i brenselstavene.

Det dannes flere plutoniumisotoper, alle er spaltbare. De har forskjellig halveringstid. P-239 har en halveringstid på ca. 24 000 år. Med en



lasermetode som gjorde det mye enklere. Metoden kan anvendes på brukt brensel fra kjernekraftverk. Dermed kan det plutoniumet som egner seg til våpenproduksjon skilles ut. "Den dagen det skjer vil kjernekraft uløselig bli knyttet til atomvåpen" skrev Viking Olver Eriksen i 1980-årene. (7)

Plutoniumet i reaktoren er sammensatt av flere isotoper Pu-240, Pu-241 og Pu-242. Disse isotopene må fjernes fra reaktoravfallet før det kan brukes til våpenmateriale. Det er vanskelig å

fysisk halveringstid menes den tiden det tar før halvparten av utgangsstoffet har avgitt sin stråling. Plutonium vil derfor utgjøre en sikkerhetsrisiko i hundretusener av år. Plutonium kan ikke bare føre til en atomeksplosjon, det er også et meget giftig tungmetall, og en alfa-strålekilde som gjør stor skade om det kommer inn i lungene via luft eller til stoffskiftet i kroppen via mat. Avfallsproblemet kan ikke løses og det blir verre ettersom mengde plutonium øker. U-238 kan også gi grunnlag for utarmet uran til bruk i ammunisjon og i legeringer i militære kjøretøy. (Se kapittel om uranvåpen)

Selve konstruksjonen av et atomkraftverk er enormt ressurskrevende. Store mengder betong og stål trengs. Det trengs også her store mengder energi. Et slikt prosjekt er høyteknologisk og krever en omfattende industriell og økonomisk infrastruktur.

Når en atomreaktor skal nedlegges, er det dannet store mengder radioaktive stoffer, bl.a. cobolt-60 og jern-55, inne i reaktorhylsen fra nøytron-bombarderingen, og det vil ta lang tid før folk kan gå inn i bygningen. Disse høyt radioaktive mausoleene må voktes i 10-100 år før de kan rives. Det trengs store mengder energi både for å bygge og å rive en reaktor. Det trengs også store økonomiske ressurser for nedlegging og riving av en reaktor, og for å finne en slags deponeringsløsning på avfallet.

Gjenvinningsprosessen

Denne prosessen er farlig, meget kostbar og bidrar til å produsere atomvåpen. For å få tak i plutonium til atomvåpen eller til råstoff for enkelte typer atomreaktorer må brenselstavene først løses opp i salpetersyre og deretter behandles videre på en meget forurensende og farlig måte i gjenvinningsanlegg.

Å bearbeide uran og plutonium slik at metallene blir egnet til atomvåpen har vært en møysommelig og teknisk vanskelig oppgave. I USA ble det utviklet en

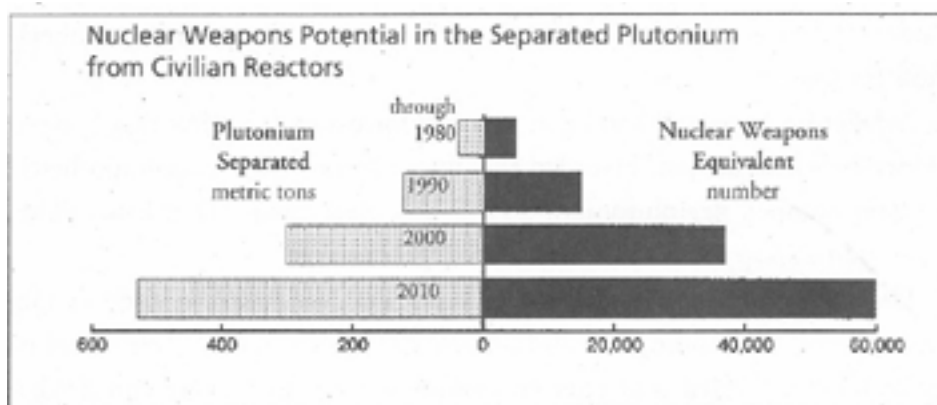
skille isotopene fra hverandre med sentrifuge, men med laserteknologi er det mye enklere. Da blir all plutonium fra sivile reaktorer interessant for de militære, og det finnes store mengder reaktoravfall på lager. En atomreaktor på 1000 MW, som er en vanlig kraftproduserende reaktor, produserer 250 kg plutonium hvert år. Mengden plutonium som trengs til en atombombe er ca. 5-10 kg Pu. 239, mens det trengs ca 15-30 kg uran-235. Militære foretrekker plutoniumbomber fordi de er mindre i størrelse enn uranbomber.

Figuren under viser hvor mange atombomber en kunne få teoretisk av sivilt reaktoravfall i år 2000. Plutoniumet kan også bli brukt til reaktorbrensel, f.eks. MOX brensel (se kapittel om reaktortyper).

Avfallet fra prosessen inneholder også transuraner og spaltningsprodukter. Dessuten er det mye U-238 igjen, dette uranet kalles RU (resirkulert uran) og er sammen med DU fra anrikingsprosessen bestanddeler i ammunisjon med uran. (se kapittel om uranammunisjon).

Atomavfallet

Atomindustrien har aldri tatt ansvar for det avfallet de produserer. Avfallet fra atomaktorene og gjenvinningsprosessen kalles høyaktivt avfall som må kjøles ned i mange år. Svikter kjølingen kan det ha enorme konsekvenser. Khystym-katastrofen i 1957 er et eksempel på dette. Det samme gjaldt Fukushima-katastrofen i Japan i mars 2011.)



Kilde: Sivard, Ruth Leger, 1993: *World Military and Social Expenditures 1993*. World Priorities, Washington, 1993

Det som kjennetegner hele produksjonsprosessen er at hvert enkelt ledd er preget av alvorlige sikkerhetsproblemer, forurensninger og energiforbruk.

Det må en mengde transporter til, oftest med oljebasert drivstoff, prosessene krever mye vann, vannkildene blir utsatt for radioaktiv forurensning, og blir dermed et alvorlig problem for mennesker og natur. Arbeiderne på alle nivåer av prosessen får helseproblemer. Befolkningene rundt anleggene får problemer. Enorme arealer blir tatt i bruk til alle de anleggene som er nødvendige for produksjonen og enorme mengder ressurser av menneskelig kapasitet, mineraler, energi, vann og økonomiske ressurser. Radioaktive gasser slippes ut fra atomreaktoren. Noen reaktortyper kjøles med CO₂ gass, som da øker mengden av radioaktivt karbon-14 gassen, som senere unnslipper anlegget. Radioaktive utgaver av vann og karbondioksydgass kommer inn i fotosynteseprosessen som alt liv er avhengig av. Både atomvåpen- og uranvåpenproduksjon er basert på uran og plutonium fra atomreaktorer

6. august 1945 slapp USA en uranbasert atombombe over Hiroshima som hadde en befolkning på ca 260.000 innbyggere. Ca 150.000

mennesker ble drept eller såret. 9. august ble en plutoniumbasert atombombe sprengt over Nagasaki. 40.000 mennesker ble drept og 20.000 såret. Det ble utviklet et enormt lufttrykk, varmestråling og radioaktiv stråling fra begge eksplosjonene. Hvorfor to bomber? Japan var allerede i ferd med å kapitulere da Hiroshima ble ødelagt. Med Nagasaki-bomben fikk USA også prøvd ut en annen type atombombe.

Hiroshima- og Nagasakibombene var relativt små i forhold til hva som finnes i dag. Robert Del Tredicis bok (8) er et vitnesbyrd om hvordan bombene ble til og produsert i USA, og om virkningene i Japan. Han snakket med folk som var involvert, han besøkte fabrikkene i USA. Japan var okkupert av USA etter 2 verdenskrig. Virkningene av bombingene i Japan forsvant raskt fra mediene, sensurert av "Occupation's Press Code". I 7 år, til 1952, fikk folk i Japan og ellers i verden ingen av de overlevendes historier, medisinske rapporter, nyhetsartikler, dikt og private brev som fortalte om bombenes virkninger. USA på sin side omtalte atombombene som nødvendige for å få en raskere slutt på krigen. Historien ble også denne gang skrevet fra seierherrens side.

Fotnoter:

1. Hannes Alfven, *Kjernekraft og atombomber*, Aschehoug 1975.
2. Helen Caldicott, *Nuclear Power is not the answer to global warming or anything else*, Melbourne University Press 2006.
3. Eva Fidjestøl, *Uranvåpen - konsekvenser for helse og miljø*, IKFF 2005
4. *Zirconium Hazards and Nuclear Profits*. A report on Teledyne Wah Chang, Albany Pacific Northwest Research Center Eugene, Oregon 1979.
5. Edel Havin Beukes, Tove Bye og Anne Grieg, *Atomavfall på billigsalg*. Senter for kvinneforskning 1989 og Edel Havin Beukes, "Radioaktive røykvarslere i de tusen hjem" fra et udatert NNV-hefte.
6. Edel Havin Beukes, "Atomkraft og atomvåpen - to sider av samme sak". *Hvi skrider Menneskeheten så langsomt frem?*, Debatt- og studiebok om fred, miljø og utvikling. Prosjekt Alternativ Framtid 1995
7. Viking Olver Eriksen, *Med atombomben som pressmiddel*, Universitetsforlaget 1987
8. Robert Del Tredici, *At work in the field of the bomb*, HAARP, London 1987

Annen relevant litteratur:

Rosalie Bertell, *No Immediate Danger. Prognosis for a Radioactive Earth*. Women's Press, Toronto, 1985

Rosalie Bertell, *Planet Earth: The latest weapon of war. A critical Study into the Military and the Environment*, The Women's Press Ltd 2000

Bulletin of Atomic Scientists, March 1984

Deadly Defense, Military Radioactive Landfills, Radioactive Waste Campaign 1988.

Viking Olver Eriksen, *Farvel til fredelig kjernekraft*, Teknologi, PM

Miles Goldstick, *The HEX Connection. Some Problems and Hazards associated with the Transportation of uranium hexafluoride*, Sveriges Lantbruksuniversitet, april 1991

Kjernekraft og Sikkerhet, NOU 1978: 35 A og B, Universitetsforlaget, 1978

George Palmer and Dan. I. Bolef, "Laser isotope separation: the Plutonium Connection", *Bulletin of Atomic Scientists*

Gunnar Randers, *Lysår*, Gyldendal 1975

The Nuclear Fix, A guide to Nuclear Activities in the Third World, WISE 1982

Verdenskommisjonen for miljø og utvikling, *Vår Felles Framtid*, Tiden Norsk Forlag, 1987

Lokal motstand mot atomkraft

Aksjon mot atomkraft (AMA).

Norges Vassdrags- og elektrisitetsvesen (NVE) la i 1971 fram omfattende planer for utbygging av atomkraftverk i Norge, langs Indre Oslofjord, langs kysten fra Agder rundt Bergen og nord til Møre og Trondheimsfjorden.

Alle kommunene som hadde fått planene til NVE om et atomkraftverk i indre Oslofjord til uttalelse i 1972 sa klart nei til å få et atomkraftverk i sitt distrikt. Det var stort sett en tverrpolitisk enighet om dette.

Planene til NVE bygget på den antagelse at elektrisitetsforbruket skulle fordobles innen 1990 og at samfunnsutviklingen skulle fortsette i samme spor som før. For å dekke denne fordoblingen mente NVE at det i år 2000 var nødvendig å ha tre til fire atomkraftverk i drift i Østlandsområdet. Planene innebar å bygge et nytt atomkraftverk hvert annet år fra 1982-83, og hvert år fra 1990 for å oppfylle prognosene.

Direktør Sigurd Aalefjær i NVE uttalte at man der "forsåvidt hadde ventet at ingen ville ha atomkraftverket, men at noen må ha det, og da får et vedtak om utbygging komme som et sentralt direktiv uansett om det går fullstendig på tvers av folkemeningen i det aktuelle området." (1) NVE hadde på egen hånd tatt en avgjørelse om at det skulle bygges atomkraftverk i Norge, og det første aktuelle alternativet var Follo kjernekraftverk, Tegneby. Man hadde til og med hugget trær i en planlagt trasé uten at konsesjon eller grunneieres tillatelse var gitt.

Pressen ble manipulert til å fremme atomkraftverk. Den ble f.eks. invitert til svenske atomkraftverk, og PR-turer ble arrangert for å treffe utenlandske eksperter som hadde erfaringer

fra driften av atomkraftverk. Omtrent likelydende reportasjer og overskrifter hos *Aftenposten*, *Ingeniørnytt*, *Fædrelandsvennen* og *Morgenbladet* dukket opp etter en PR-tur i Sverige.

Bare to politiske partier i Norge, Sosialistisk valgforbund og Venstre, gikk sentralt prinsipielt mot bygging av atomkraftverk i Norge. Blant ungdomspartiene derimot, var det nesten samtlige partier som gikk imot. Og ikke minst, så var motstanden i befolkningen enorm.

Mye av denne motstanden ble koordinert gjennom Aksjon mot atomkraft (AMA), som ble opprettet i 1974. Atomkraftmotstanderne omfattet miljøaktivister, akademikere og lokalbefolkningen i områdene der NVE planla å bygge atomkraftverkene. AMA samlet inn underskrifter, holdt folkemøter og organiserte direkte aksjoner mot NVEs eksperter som skulle på befaring. Klistremerker og jakkemerker med "Atomkraft? Nei takk" fantes overalt. (2)

I 1974 lanserte Samarbeidsgruppene for Natur- og miljøvern (snm-Norge) og 13 ungdomsorganisasjoner et opprop mot atomkraftverk i Norge. Blant ungdomsorganisasjonene var alle de politiske ungdomspartiene, fra Unge Høyre til Rød Ungdom. (3) Risikoen for uhell, lagringsproblemer og krav om stabilisering av energiforbruket var hovedpunkter i oppropet. (4)

Samarbeidsgruppene for Natur- og miljøvern spilte en stor og viktig rolle i arbeidet mot atomkraft i Norge. I 1974 ga snm ut boka *Nei til atomkraft*. Boka bidro til å formidle uavhengig og kritisk informasjon, Dette var avgjørende, spesielt fordi den statlige informasjonen for bygging av atomkraftverk var så massiv.

Aksjoner mot atomvåpen, mot atomprøvesprengninger og kjennskap til virkningene av

dem samt en viss forståelse av den uløselige sammenhengen mellom atomenergi og atomvåpen var også viktige faktorer for motstandsarbeidet.

Motstand i Lindås

I oktober 1974 ble det en direkte konfrontasjon mellom NVE og bygdefolket i Lindås i Hordaland. NVEs ingeniører skulle sette i gang grunnundersøkelser i området, men flere hundre bygdefolk sperret veien og gjorde det helt klart for NVE at de ville ikke ha et atomkraftverk i sitt nabolag. Det endte med at NVE måtte trekke seg tilbake fra Lindås. Regjeringen innkalte ledelsen i NVE og ga dem beskjed om å avslutte den utadrettete virksomheten.

Granliutvalget

Men slaget var ennå ikke vunnet enda for motstanderne. Våren 1975 skulle Stortinget vedta en energimelding. Høsten 1975 var det kommunevalg og man ønsket ikke en atomkraftdebatt før valget. Men Norsk Hydro, Årdal og Sunndal Verk og Elkem/Spikerverket presset på i industrikomiteen i Stortinget for å få atomkraftverk. Stortinget kom da med følgende vedtak:

"Det henstilles til regjeringen å oppnevne et bredt og allsidig utvalg for en nærmere vurdering av sikkerhetsproblemene i forbindelse med drift av kjernekraftverk, transport og lagring av de radioaktive avfallstoffene "

Granliutvalget ble nedsatt i 1976 og avga sin instilling i 1978.(5)

Generaldirektøren for NVE, Vidkunn Hveding, gikk av i protest mot politikernes manglende evne til å fatte de rette beslutninger. For NVE hadde nemlig tatt det for gitt at Norge skulle få atomkraftverk. Stillinger som ingeniører og spesialister ble utlyst. En bevilgning til en stab på 30 var gått gjennom i Stortinget. NVE hadde gått i gang med en detaljert teknisk planlegging av det første atomkraftverket før en prinsipiell avgjørelse var tatt i Stortinget. Mens Granliutvalget arbeidet, stilnet debatten i Norge noe. Men motstanderne var engstelige for at de skulle bli lurt av regjeringen, slik atomkraftmotstanderne i Sverige hadde blitt. Tilhengerne her i Norge hadde besatt stillingene i utredningsarbeidet. De hadde også spredt sitt nettverk slik at de hadde viktige nøkkelposisjoner i FFI, IFA, Scanpower, NTNF og Statoil.

Sammenkoblingen av militære og industrielle interesser der staten hele tiden har spilt en sentral rolle, har vært selve hjørnesteinen i utbyggingen av atomkraftindustrien i Norge. I 1977 kom boka *Spillet om atomkraften*, av Håkon Gundersen, Karl Georg Høyer, Dag Poleszynski og Per Olav Reinton. (6) Boka viste hvilke interessenter som sto bak krav om å bygge atomkraft i Norge. Den påviste hvem som har makt i et samfunn og hvordan de arbeider for å fremme sine interesser.

I 1978 hadde *Miljømagasinet*, som ble utgitt av (smn) et spesialnummer om Atomkraft- nei takk-kampanjen. *Miljømagasinet* kritiserte sterkt Granliutvalgets konklusjoner, der flertallet gikk inn for utbygging med sterke reservasjoner. Det ble fremhevet at utvalgets rapport ikke stilte de grunnleggende spørsmålene; Hva slags samfunn vil atomteknologien skape? Har vi rett til å pålegge våre etterkommere ansvaret for vårt reaktoravfall? Hvorfor trenger vi atomkraften?

Motstanden mot atomkraftverk i befolkningen og nå også på Stortinget var sterk. I tillegg var oljeutvinningen i gang utenfor kysten og krevde alle typer ressurser. Det ble dermed ikke bygget atomkraftverk i Norge. Da atomkraft i Norge enda en gang ble tatt opp i Stortinget i 1987, ble det endelig vedtatt at Norge ikke skulle satse på atomkraft.

Høyradioaktivt avfall på Hardangervidda i Norge?

Journalist Bjørn Westlie skrev i 1979 om hvordan Fredrik Vogt, direktør for NVE sto fjellstøtt mot USAs press for å få lagre høyradioaktivt avfall på Hardangervidda. (7)

Westlies kilde var professor Harald Wergeland. Han forteller at en dag i 1959-60 kom Vogt likblek inn på hans kontor ved NTH i Trondheim. Under fire øyne fortalte han at Norge var tilbudt flere hundre millioner kroner for å bygge oppbevaringsanlegg og søppelanlegg for radioaktivt avfall på Hardangervidda.

Kravet var at Norge skulle stille til rådighet et stort folketomt område med tilgang på vann og elektrisitet. Dette tilbudet var strengt hemmelig, men Vogt ville høre Wergelands syn på saken. Vogt sa til Wergeland at hvis disse planene skulle settes i verk, ble det over hans lik. Det var tydelig at han hadde vært under sterkt press også fra den daværende norske regjeringen for å støtte planene. Wergeland holdt tett om denne samtalen i 20 år. I følge ham var det Vogt som hadde stoppet de amerikanske planene. (7)

Motstand mot thoriumutvinning på Ulefoss i 1980-årene

På Fensfeltet ved Ulefoss finnes energiressurser i form av thorium, som kan brukes til å erstatte uran i atomkraftverk – og til atomvåpen. Kommandittselskapet Fenco arbeidet med forberedelser til gruvedrift på Fensfeltet fra 1980-1986. Fenco var et samarbeidsprosjekt mellom selskapene Cappelen/Ulefoss, Elkem/Spikerverket, Årdal og Sunndal Verk og Sydvaranger A/S. Fenco skulle også inngå samarbeide med datterselskapet til Union Oil, Union Minerales som var verdens største selskap for utnyttning av sjeldne jordmetaller.(8)

Medlem av Granliutvalget, Tove Bye, sa i en kommentar at utvalget ikke hadde mandat til verken å se på uran eller thoriumforekomster. En antok

at produksjon av brensel til atomkraftverk ikke var aktuelt i Norge. Men hun pekte på at utvinning av thorium ville forårsake enorme naturinngrep. Av ett tonn malm ville en ikke få ut mer enn 1-4 kg thorium, ifølge tidligere utredninger. (9)

Innbyggerne opprettet Informasjonskomiteen for Fensfeltet i 1979. Arne Johan Gjermundsen var en drivende kraft i dette arbeidet. Han og de øvrige i Informasjonskomiteen advarte mot store miljødeleggelser og helsefarlige arbeidsplasser i sitt lokalmiljø.

Informasjonskomiteen arrangerte et møte på Ulefoss i november 1980 med tre hovedinnlegg; av bergingeniør Chr. Lysholm (Geoteam), sivilingeniør Erling Stranden (Statens institutt for strålehygiene) og biolog Edel Havin Beukes (Ski videregående skole). To temaer ble diskutert: Hva slags former for gruvedrift er aktuelle og hvilke følger vil dette få med hensyn til radioaktivitet?

Lysholm antok at omfanget på en gruvedrift ville være på ca. 300.000 tonn malm pr. år. Dette ville kreve store anlegg for bearbeiding av malmen, et åpent dagbrudd og et areal på et par km², et oppredningsområde, basseng for flytende avfall og deponeringssted for fast avfall.

Spesielt ville deponering av avfallet være problematisk, da stoffene konsentreres opp ved utluting og vaskeprosesser. Store mengder slam må lagres i basseng, slik at partiklene kan synke og avleires på bunnen. Ved tidligere gruvedrift ble fast avfall bare dumpet i Norsjø og dette er helt uakseptabelt. Man kan fylle det i gruvegangene etter hvert eller lagre det i det fri i store hauger. Men haugene må dekkes og tettes for å unngå stråling, og det må ikke forekomme lekkasjer slik at grunnvannet blir forurenset. Begge metoder er vanskelig å gjennomføre tilfredstillende.

Stranden nevnte at bakgrunnstrålingen på Fen ligger 10 ganger høyere enn ellers i Norge pga de store thoriumforekomstene. Ved gruvedrift vil arbeiderne bli spesielt utsatt for stråling og det er grenseverdier for hva som kan tillates i jobb sammenheng.

Beukes tok opp både hvilke økonomiske interesser som sto bak gruvedriften og gjennomgikk helsevirkningene av virkningene av ioniserende stråling. Anne Lise Børresen fra Institutt for medisinsk genetikk gikk nærmere inn på hvordan stråling fører til mutasjoner. Det kan ta flere generasjoner før man virkelig merker slike arveforandringer og da er det altfor seint.

Prof. Ivan Rosenqvist fra geologisk institutt UiO, uttrykte frykt for atomopprustningen og bekreftet at det er forholdsvis enkelt å lage atombomber av thorium.

Fenco hevdet at thorium var et biprodukt og at det var sjeldne jordmetaller de ville ha tak i. De bagatelliserte strålsfaren. Forøvrig hadde flere av

FENCO sine representanter meldt avbud til møtet.

Informasjonskomiteen hadde en omfattende og interessant korrespondanse med Statens forurensningstilsyn og A/S FENCO for å få stoppet planen til FENCO og lyktes foreløpig med dette.

Men de siste årene har det vært gjort nye fremstøt for å starte gruvedrift i Fensfeltet.

En ny informasjonskomite ble dannet på Ulefoss i 2009, den bygger på den gamle komiteen fra 1979. Ulefossingene ville ha fakta på bordet både når det gjelder utvinning av thorium og andre metaller og om kreftfaren for innbyggerne rundt Fensfeltet. Tormod Halvorsen fra den gamle komiteen og Liv Namløs er ildsjeler i arbeidet. Deres viktigste våpen var som før: Kanalisere lokalt engasjement, lage informasjonsmaterieell, arrangere møter, få til avisartikler, ha korrespondanse med berørte organer.

Aksjonen for å stoppe gruvedrift i Fensfeltet på Ulefoss er i dag hele 30 år gammel. De senere årene har det vært en viss interesse for thoriumbaserte atomreaktorer og det finnes selskapsinteresser som ønsker utvinning av thorium, mens andre ønsker å ta ut niob, scandium og sjeldne jordmetaller i dette feltet.

Motstand mot atomkraft i Sverige

Sverige har i dag tre atomkraftverk, med tilsammen ti atomreaktorer.

Motstanderne mot atomkraft organiserte seg først som Folkkampanjen mot atomkraft (1978), så Folkkampanjen mot kärnkraft (1979) foran Folkeavstemningen i 1980. Navnet ble endret til Folkkampanjen mot kärnkraft og kärnvapen i 1986. Nå arbeider den først og fremst mot atomvåpen og sammen med miljøbevegelsens atomavfallsekretariat med atomavfallsspørsmål, sikkerheten ved atomkraftverk og utslipp til Østersjøen.

I Sverige kom de borgerlige partiene til makten høsten 1976. De borgerliges valgseier var ikke minst et resultat av velgernes motstand mot atomkraft. Noen få uker etter valget viste det seg imidlertid at velgerne hadde blitt ført bak lyset. Den nye regjeringen var ikke villig til å stanse den påbegynte utbyggingen av atomkraft i Sverige.

I 2010, før Fukushima, åpnet Riksdagen for at nye atomreaktorer kunne bygges og det er også snakk om å åpne en av de to reaktoren av de to som ble nedlagt i Barsebäck. Arbeidet mot atomkraft er derfor i gang for fullt igjen.

Sverige hadde mange lokale aksjoner mot aktiviteter knyttet til atomindustrien. Jeg har vært med på to av dem og velger disse som eksempler på motstanden.

Rädda Kynnefjäll-aksjonen

Sverige hadde folkeavstemning om kjernekraft 23. mars 1980. Det var tre alternativer: klart nei, klart

ja, og kompromisset: Kjernekraften skulle nedbygges og avvikles i løpet av 30 år. Ca. 40 prosent stemte klart nei. Kompromisset vant med svært liten margin.

Men motstanden fantes fortsatt, i form av demonstrasjoner, organisasjoner, og til og med sivil ulydighet. I Bohuslän organiserte lokalbefolkningen seg 19. april 1980 i Aksjonsgruppen Rädga Kynnefjäll mot det statlige Programrådet för radioaktivt avfall (PRAV) sin prøveboringsplan for å skaffe en oppbevaringsplass for atomkraftverkenes radioaktive avfall.

Aksjonsgruppen klarte å opprettholde en vaktordning dag og natt på Kynnefjäll så lenge trusselen om boring forelå. Med fredelige midler og passiv motstand hindret de at prøveboringen ble utført. Hensikten var også å vekke opinionen mot selve metoden å forvare dette radioaktive avfallet på, dvs. gjemt bort i fjellgrunnen. Avfallet fantes allerede og måtte tas vare på, men det måtte skje på en betryggende måte. I flere år ble det arrangert en Kynnefjällmarsj med flere tusen deltakere, der

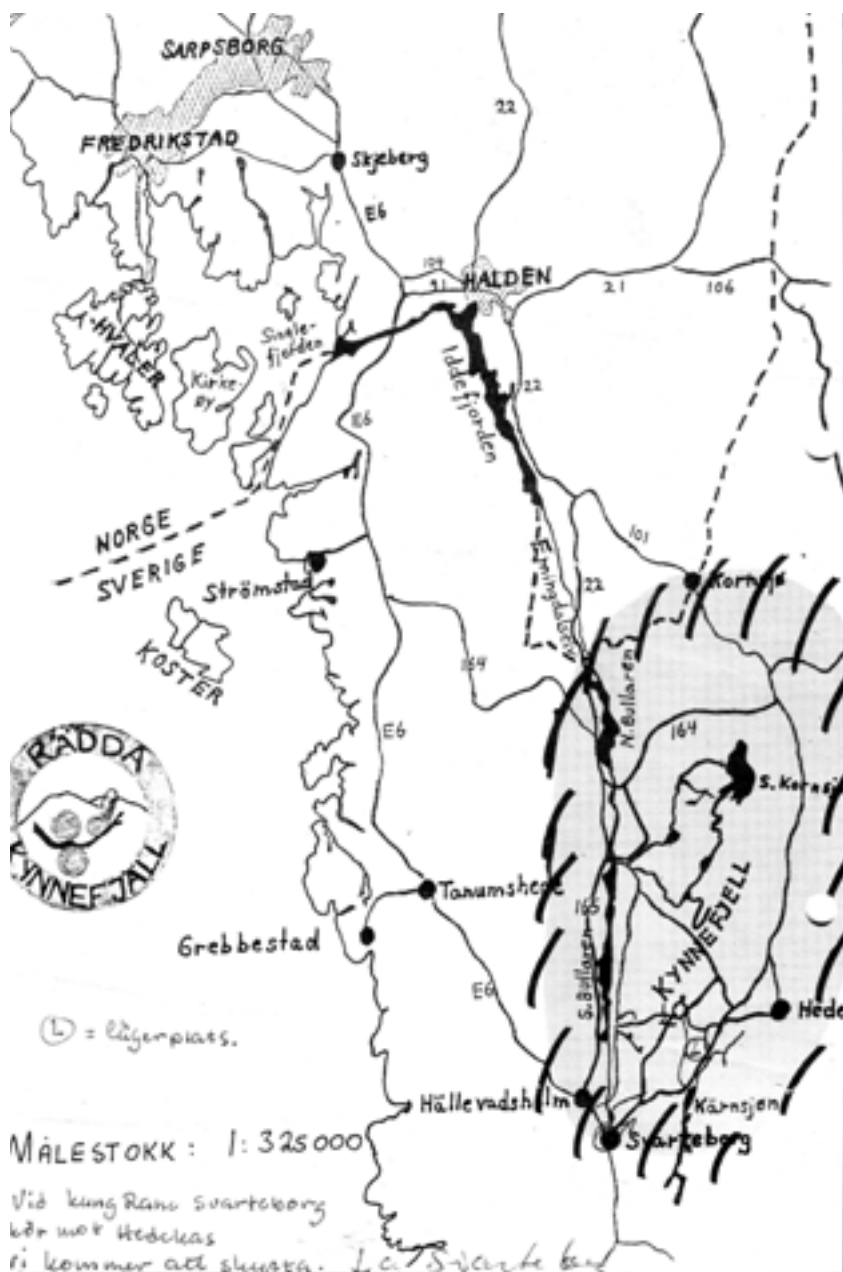
også mange fra Norge deltok. Professor Thomas Mathiesen holdt en tale under en av marsjene i 1983 og har skrevet om aksjonen i *Samtiden*. (10) Anne Grieg og jeg deltok på flere av aksjonsgruppas arrangementer med faglige foredrag, mens Jørgen Johansen ledet et kurs i hvordan man skulle gjøre det vanskelig for politiet å bryte opp en ikkevoldelig sit down aksjon. Flere av de norske deltagerne hadde erfaringer fra Altaaksjonen i Norge i 1981. (10) Aksjonen varte i nærmere 20 år. Først i februar 2000 kom beskjeden fra regjeringen om at Kynnefjäll ikke var aktuelt som avfallsdeponi. 21. april 2001 ble det reist en minnestein ved vaktstuen for aksjonen som lå på gården Lunden. Det var en av de mest langvarige miljøaksjoner til da, og hvor lokalbefolkningen hadde organisert en omfattende og vellykket motstand.

Motstand mot urangruvedrift i Sverige

Det går ikke an å bryte uran fra alunskifer uten å ødelegge landskapet. Da urandagbruddet i Ranstad i Västergötland ble åpnet på 1960-tallet var den Sveriges hittil eneste urangruve. Den ble stengt etter tre til fire år pga store miljøskader, sterk lokal motstand og manglende lønnsomhet.

All gruvedrift gir helse- og miljøproblemer, og i arbeidet for å stoppe all gruvedrift av uran i Sverige ble det arrangert flere møter om disse problemene. Anne Grieg og jeg var til stede på et av disse møtene, en europeisk konferanse mot uranbryting i Flämslätt i Västergötland i 1982, og var bl.a. med på en befaring på den nedlagte urangruven i Ranstad. Det ble publisert en uttalelse fra møtet, den såkalte Flämslätt-erklæringen. Vi ble så oppskaket over det vi så og var så lei av mangel på engasjement i norske medier om de enorme problemene gruvedrift av uran og thorium medfører, at vi ba om å bli intervjuet av fire av de store Oslo-avisene om dette. Endelig fikk vi respons: samtlige intervjuet oss. (11)

Både i Norge, Sverige og Finland er det krefter som også i dag ønsker å få åpnet gruver som også inneholder uran eller thorium. Disse forekommer ofte sammen med andre meget verdifulle grunnstoff. Både produksjon av atomvåpen og atomenergi forutsetter gruvedrift av uran og thorium, derfor må gruvedrift stoppes for at vi skal kunne bli kvitt begge deler.



Også i Danmark var det planer om atomkraftverk og at det første skulle stå ferdig i 1980, men disse planene ble stoppet av motstanden.. Organisasjon Opplysning om atomkraft (OOA) var en sentral kraft i dette.

Til Miljøministeriets 25-årsjubileum i 1996 skrev Tarjei Haaland, som var leder for OOA fra 1974-1992, at da kampen ble vunnet og et flertall i Folketinget i 1985 besluttet å ta atomkraftverk ut

av planleggingen – skyldtes dette en kombinasjon av grasrotarbeid, folkelig press, saklige argumenter, fremsynte energiforskere og geologer, kritiske journalister og en rekke politikere (overveiende kvinner) som lyttet og tok affære. Det var også avgjørende at noen embetsmenn tidlig turde å stille seg til rådighet med relevante opplysninger til grasrøttene.

Fotnoter:

1. snm, *Nei til atomkraft. Risiko for liv og miljø - et energipolitisk blindspor*, Pax Forlag A/S 1974,s.9.
2. Natur og ungdom, <http://www.nu.no/30ar/index18.htm#Heading37>
3. Følgende organisasjoner sto bak opprop mot atomkraft: Arbeidernes ungdomsfylking, Folkereisning mot krig, Kristelig folkepartis ungdom, Landslaget for norske lærerstudenter, Natur og ungdom, Noregs ungdomslag, Norges Bygdeungdomslag, Norges Unge Venstre, Norsk målungdom, Norsk studentunion, Rød Ungdom, Samarbeidsgruppene for Natur-og miljøvern (snm-Norge), Senterungdommens landsforbund, Sosialistisk Valgforbunds Ungdom og Unge Høyres Landsforbund. Se Aksjon mot atomkraft (AMA), *Norsk ungdom sier nei til atomkraft*. Brosjyre.
4. Op.cit, Natur og ungdom, <http://www.nu.no/30ar/index18.htm#Heading37>
5. *Kjernekraft og sikkerhet*, NOU 1978: 35 A og B (Granli-rapporten)
6. *Spillet om atomkraften*, Håkon Gundersen, Karl Georg Høyer, Dag Poleszynski og Per Olav Reinton, Pax, Oslo 1977.
7. *Klassekampen* 3. november 1979.
8. Thomas Mathiesen, "Er fjellet så sikkert som fjell?" *Samtiden* nr. 1, 1983
10. *Uran-och avfallsläger. Rädda Kynnefjäll*, Olov Holmstrands rapport fra 4-7.august 1983
11. *Dagbladet* 22. 6. 1982, *Aftenposten* 23. 6. 1982, *Vårt Land* 23. 6. 1982 og *Arbeiderbladet* 22. 6. 1982.

Litteraturliste:

NVE informerer om Kjernekraftverk, NVE, Oslo 1973.

Lokalisering av kjernekraftverk i Oslofjordområdet, NVE, Oslo 1973.

Miljømagasinet, Spesialnummer om Atomkraft? Nei takk., nr. 7/8 1978.

Mellomlagerløsning for brukt reaktorbremsel og langlivet mellomaktivt avfall, NOU 2011

Rädda Kynnefjäll, brosjyre fra Rädda Kynnefjäll

Skövde Miljöforum, Ranstadgruppen, *Ranstad - hot mot vår framtid*, 1977

Edel Havin Beukes, "Uranbryting og folkehelse", kronikk i *Aftenposten*, 9. juli 1982

Trine Hay, "Malmundersøkelse på Fensfeltet ved Ulefoss i søkelyset", *Aftenposten*, 23. oktober 1980.

Svein Erik Bakken, "Fen har enorme thoriumforekomster. Atomindustrien ønsker seg kontroll over disse". *Nationen*, 8. oktober 1979.

Ingunn Haraldsen og Erik Martiniussen, "Sjokkerte over Norge. Atomavfall" *Klassekampen* 28. 02.2011

Erik Martiniussen, "Bygg nytt atomlager", *Aftenposten* 17. januar 2009

Halvor Ulvenes, "Krev thorium fakta på bordet", *Varden.no* 11. desember 2009

Eksplasjon i et atom-avfallslager i Russland

I 1980 kom boka *Atomkatastrofe i Ural* av Zhores A. Medvedev på norsk. Denne boka beskrev for første gang en katastrofe i et av atomanleggene til daværende Sovjetunionen. Det var en eksplosjon i et lager for høyradioaktivt avfall, nærmere bestemt i Khystym/Majak-området i Ural. Boka er et vitenskapelig tverrfaglig detektivarbeid som fanger interessen fra første stund.

Professor Medvedev var en fremstående biolog med erfaring fra strålingsbiologi. Han falt i unåde hos makthaverne i Kreml fordi han protesterte mot den politiske innflytelsen biologen Lysenko hadde med sine uvitenskaplige ideer i arvelære. Medvedev arbeidet i 1980 ved National Institute for Medical Research i London. Han hadde tidligere skrevet bøker som *T.D. Lysenkos vekst og fall* og *Sovjetvitenskapen og Krustsjtøvs år ved makten*, den siste sammen med sin bror historikeren Roy Medvedev.

Professor Harald Wergeland på NTH skrev i forordet til Zhores Medvedevs bok om atomkatastrofen i Ural:

"Katastrofen ved atomindustrienteret i Sovjet i 1957 stiller kjernekrafttilhengernes forsikringer om sikkerheten med atomkraft i et uhyggelig grelt lys. Et område på størrelse med Vestfold fylke ble forurensset av radioaktivitet langt over faregrensen. Folk ble drept og skadd - hele landsbyer måtte evakueres og jevnes med jorda. Elveløp måtte snus for å stoppe spredningen av radioaktivitet. Skadevirkningene på dyr og planter vil bli merket hundrevis av år frem i tid. Zhores Medvedevs bok avslører for første gang hva som skjedde. Katastrofen er blitt fullstendig hemmeligholdt i Sovjet. CIA har holdt sine opplysninger tilbake - av frykt for at de skulle styrke motstanden mot kjernekraft i Vesten." (1)

Medvedev skriver senere i sin bok om

Tsjernobyl (2) dette om Khystym: *"Den første forbudssonen, omkring 1000 km², har eksistert siden 1957 i Tsjeljabinsk-regionene i Ural. Den var resultatet av Khystymkatastrofen der atomavfall fra mange års gjenvinning av plutonium for militære formål ble spredt utover et svært område. Det var strontium-90 som var den viktigste lang-levede isotopen. [...] Min analyse av den hemmelige Khystym-katastrofen var først å bevise at den hendte, og så å dokumentere det med økologiske, strålingsbiologiske og genetiske data. Mitt arbeid i strålingsbiologi og radiologi i Sovjet fra 1952 til 1969 har gitt meg kunnskaper og erfaringer som jeg kan bruke når det gjelder Tsjernobyl. Det burde være mulig om noen år å lage en vitenskapelig sammenligning om miljø og andre virkninger av de to katastrofene."*

Ifølge Medvedev hevdet de russiske helseansvarlige i forbindelse med Tsjernobyl, at graden av forurensninger i de områdene der folk ble tillatt å bo, opptil 35 rem, ikke representerte noen helsefare.

Det samme standpunktet inntok Sovjets strålevernkomite. De to viktigste personene i denne komiteen, L.A. Il'in og A.K. Gus'kova var som unge radiologer direkte involvert i å tildekke de medisinske problemene etter atomulykken i Khystym. Det tok ti år før et begrenset antall økologiske studier av radioaktive isotoper i jord, planter og dyr i næringskjeder i de forurensede områdene ble tillatt.

Den medisinske situasjonen for befolkningen som ble evakuert fra 32 landsbyer og bosetninger i 1957 har aldri blitt belyst, unntatt i en referanse i en oversikt om Sovjetisk strålingsbiologi i 1967 til en hemmeligstemplet rapport om behandlingen av 11 tilfelle av akutt strålesyke.

I Medvedevs bok fra 1990 (2) skriver han bl.a. om atomkatastrofen i Khystym:

"Det gjaldt et militært anlegg. Det var brukte brenselstaver, avfallet fra militære atomreaktorer og avfallet fra gjenvinningsanleggene for å få ut plutonium, som eksploderte. Når plutonium er tatt ut i gjenvinningsanleggene inneholder det som er igjen i det flytende avfallet milliarder curie av forskjellige radioaktive isotoper.

"Avfallet ble dumpet i en serie med ståltanker og sement-tanker et stykke unna anlegget. Tankene ble kjølt ned av en spiral av vannrør på innsiden av hver tank. En av tankene begynte å lekke og ble avstengt. Ingen reparasjon ble utført og etter et års tid hadde avfallet tørket ut og høyeksplosive nitratholdige salter og acetat samlet seg på overflaten. Tilfeldigvis avga et kontrollinstrument en gnist som resulterte i at saltene detonerte og en eksplosjon ødela tanken og alt den inneholdt."

Avfallsproblemene er fremdeles uløste og er de mest kontroversielle og vanskelige problemene ved atomkraft. Fra starten av brukte USA og Sovjet primitive metoder for å kvitte seg med avfallet. Ofte ble det bare dumpet både til lands og til vanns. Medvedev skrev i 1990-boka at da han i 1976 nevnte Khystym i en artikkel i New Scientist, ble han anklaget for å spre løgner om atomindustrien.

Den harde debatten om atomavfallet hadde nettopp begynt da. Det tok ham to år å grave fram vitenskapelige arbeider og dokumenter fra CIA etter "Freedom of Information Act" som viste at han hadde rett i påstandene sine. Han skrev da boka som var et vitenskapelig detektivarbeid, der han ved hjelp av internasjonale nettverk mellom fagområdene og en systematisk kontroll og sammenligning av "informasjonene" (som hver især er uriktige og søker å tilsløre) klarer å rekonstruere hendelsesforløpet.

Majak, som ligger 70 km nord for Tsjeljabinsk i sørlige Ural, er et enormt atomkompleks. I tiden fra 1940 til begynnelsen av 1950-årene ble det bygget fem militære atomreaktorer for å produsere plutonium. De ble lagt ned fra 1987-1990. To andre reaktorer produserer tritium til atomvåpen og elektrisitet. Det er også et reprosesseringsanlegg og et pilotprosjekt med plutoniumbrensel (MOX) der.

Da FNs kommisjon for bærekraftig utvikling (CSD-15) hadde sitt årlige møte i New York våren 2007, arrangerte jeg (på vegne av Forum for utvikling og miljø og Women's International League for Peace and Freedom (WILPF) et møte om atomenergi, og deltok i lobbyarbeidet for å stoppe forsøkene fra atomkraftlobbyen for å få atomenergi inn som en bærekraftig energikilde. Tilhengerne av atomkraft framstilte vanlig atomkraft som ren, billig, sikker, bra for klimaet og problemløs.

Lederen i atomkraft-motstandsarbeidet var russeren Andrey Ozharovskiy som var arbeidsgruppekoordinator for nettverket Nuclear issues/Sustainable energy i ANPED (Northern Alliance for Sustainability).

Russiske NGOer arrangerte dessuten et "side

event" i FN-bygningen i 2007 om energi som var et av hovedtemaene på FN-konferansen. Her traff jeg for første gang folk hvis familie var direkte berørt av Khystym-eksplosjonen. (3)

Det ble vist en fotoutstilling av Nadezhda Kutepova i FN-bygningen, "The Other Face of Nuclear Energy. 50th Anniversary of a Nuclear Accident at Majak Site." De som hadde laget utstillingen var klar over at uvitenheten om denne katastrofen var enorm, også internasjonalt, og ønsket å markere 50 årsdagen for å rette noe opp på dette. Eksplosjonen skjedde 29. september 1957 kl 16.20 i en tank med flytende radioaktivt avfall nær Majak-atomreaktorene i Khystymområdet.

20 millioner curie av radioaktive stoffer ble sluppet ut i atmosfæren. Store områder (23 000 km²) ble radioaktivt forurensset, inkludert 217 byer og landsbyer med en totalbefolkning på ca 270 000 mennesker. Det ble i årevis produsert mye atomavfall under driften av atomreaktorene og gjenvinningsanlegget for plutonium til atomvåpnene. Den første tiden ble det radioaktive avfallet sluppet direkte ut i Techa-elven som renner videre ut i den store elva Ob og i Karatsjaj-sjøen. Sykdom og dødelighet økte blant folk som bodde nær dette vassdraget, og myndighetene bestemte at høyaktivt avfall skulle lagres i korrosjonsbestandige tanker i underjordiske lagre, mens lavaktivt og mellomaktivt avfall fortsatt skulle slippes ut i vassdraget.

Problemer med kjølingssystemene til avfallstankene førte til at 75 tonn (310 gigajoules) trinitrotoluen eksploderte og 20 millioner curie (740 peta-becquerels = 7,400 000000000000 00 becquerel) med radioaktive stoffer ble sluppet ut.

Det blåste en sterk vind, og 4 timer etter eksplosjonen hadde skyen beveget seg 100 km. Eksplosjonen var så kraftig at mennesker og dyr døde, klær tok fyr, bygninger brant, trær ble blåst overende. Titusener av folk mistet alt de hadde, Mange mennesker døde og ble skadet. Sykehusene var overfylte og folk ble evakuert fra området som ville være radioaktivt forurensset i tusener av år fremover.

Det kom fram på møtet at det ikke sto bra til med helseforholdene i området i dag mer enn 50 år etter ulykken. I 2009 så det ikke ut til at det forelå noen skikkelig helseundersøkelse av befolkningen i Majak eller en sammenlignende uavhengig studie av virkningene av Majak og Tsjernobyl-katastrofene slik Medvedev hadde håpet på.

Men hva er hovedgrunnene til at ulykken ikke ble kjent i Vesten når CIA var fullt informert? Og hvorfor var reaksjonen så sterk på Medvedevs første utspill om katastrofen? Det første og sterkeste angrepet på Medvedev kom fra formannen for atomenergimyndighetene i Storbritannia, Sir John Hill. Han påsto at det bare var tull at det hadde vært

en en eksplosjon i et atomavfallslager.

CIA forsøkte seg med en annen teori, at det var en atomreaktor som hadde eksplodert. Det var om å gjøre å skjule at uaktsom og uforsiktig lagring ville gi en så stor virkning som Medvedev presenterte. Både CIA, AEC og UK Atomic Energy Agency gjorde alt de kunne for å skjule det som virkelig hendte.

Professor L. Tumerman fra Israel forteller (1) at han i 1960, tre år etter ulykken så et skilt 100 km fra Sverdlovsk som advarte mot å stoppe de neste 30 km, og ba bilføreren kjøre i toppfart. Han beskrev forholdene slik: *"På begge sider av veien var landet dødt så langt en kunne se, ingen landsbyer, ingen byer, bare skorsteiner igjen av ødelagte hus, ingen dyrkede enger eller åkrer, ingen buskap, ingen mennesker, ingenting! Hele landet rundt Sverdlovsk var svært radioaktivt. Et enormt område, noen hundre km² var lagt øde og gjort ubrukelig og uproduktivt for hundrevis av år. Han fikk senere høre at dette var det stedet Khystym-katastrofen hadde skjedd, da mange hundre mennesker ble drept eller lemlestet"*

Han forteller også: *"Jeg kan ikke si med sikkerhet om uhellet skyldes nedgravd radioaktivt avfall, som Zhores Medvedev skrev i New Scientist og Jerusalem Post, eller en eksplosjon i en fabrikk for plutoniumproduksjon som etterretningskilder (sitert av AP og Times) har hevdet. Men alle jeg har snakket med, både vitenskapsfolk og lekfolk, var ikke i tvil om at ansvaret lå hos de sovjetiske myndighetene som hadde utvist uaktsomhet og uforsiktighet i lagringen av radioaktivt avfall."*

I en korrespondanse mellom Medvedev og Tumerman skriver sistnevnte at han hadde bestemt seg for å uttale seg nettopp for å hindre at folk skulle forbinde katastrofen i Ural med de atomreaktorene og kjernekraftverkene som Israel hadde behov for.

De store industribyene Sverdlovsk og Tsjeljabinsk og hele området i nærheten var forbudt område for utlendinger. Det var over dette området

at det amerikanske spionflyet U-2 med Gary Powers ble skutt ned 1. mai 1960. Dette spionflyet fløy regelmessig mellom Afghanistan og Bodø i Norge i mange år.

Det var nettopp i dette militærindustrielle komplekset i Majak Tsjeljabinsk at Sovjets første atombombe, konstruert av Andreij Sakharov, ble produsert. En plutoniumball, 10 cm i diameter, var råmateriale for den første sovjetiske atombomben som eksploderte 29. september 1949 i Semipalatinsk.

Stalin ga ordre om å bygge anleggene i Majak rett etter at USA slapp atombomber over Hiroshima og Nagasaki i 1945. Under ledelse av L. Beria ble seks reaktorer, en kjemisk separasjonsfabrikk og en rekke andre atominstallasjoner bygget i årene 1948-1952. 70 000 fanger fra 12 forskjellige fangeleire var involvert i dette arbeidet. Alle motforestillinger ble feid tilside for å holde tritt med USA i atomvåpenkapløpet.

Instituttet for biofysikk i Tsjeljabinsk har estimert sannsynligheten for å utvikle leukemi i nærheten av elva Tetsja sammenlignet med resten av regionen. Risikoen er 50 prosent høyere, men kontrollgruppen har på forhånd høyeste forekomst av leukemi i hele Russland. En dramatisk økning av andre sykdommer har blitt registrert de siste ti årene (1982-92). Blodomsykdommer har økt med 31 prosent, astmatisk bronkitt med 35 prosent, fosterskader med 35 prosent. En undersøkelse av buskapen hos bønder i nærheten av Muslyumova, 35 km lenger nede ved Tetsjaelven, viste at halvparten hadde leukemi. (5)

Karatsjaj-sjøen er den mest radioaktivt forurensede sjø i verden. Det har vært flere store utslipp i området opp gjennom tiden. Vinteren 1966/67 var meget tørr og ble etterfulgt av en svært tørr sommer og deler av sjøen ble tørrlagt. Vinden spredte det radioaktive støvet som inneholdt store mengder strontium-90 og cesium-137 over et enda større område.

I en rapport under Gorbatsjovs regjering ble det opplyst at 436 000 mennesker ble berørt av dette. Radioaktive stoff som inneholdt fem millioner curie ble frigjort og spredt. Radioaktive bilvrak fra Tsjernobyl ble forøvrig også dumpet i Majak-området.

I 1994 kom en gruppe norske forskere fra Statens Strålevern, Norges Landbrukshøgskole og Institutt for energi-



teknikk tilbake fra en ekspedisjon til atomanlegget i Majak. Gruppen gjennomførte feltarbeid og tok prøver av jord, sedimenter og vann ved og omkring atomanleggene. Disse prøvene skulle analyseres både i Russland og i Norge. Det skulle undersøkes om forurensninger fra Majak-området er blitt ført til Kara- og Barentshavet. I tillegg ville en vurdere mulighetene for ytterligere forurensning i fremtiden fra reservoarer, myrområder og avfallslagre ved Majak-anleggene. Pressemeldingen (4) formulerer det slik: "Tsjeljabinsk er en av ti byer i det tidligere Sovjetunionen som ble bygget opp rundt anlegg for produksjon av atomvåpen etter 2. verdenskrig. Disse byene har vært hemmelige og strengt bevoktet, bl.a. er de ikke avtegnet på kartet. Området rundt atomanlegget Majak er trolig det mest radioaktivt forurensete i verden. I de første tre årene etter starten i 1948 ble alt radioaktivt avfall sluppet rett ut i elva Tetsja som renner ut i Karahavet via elven Ob. Flere landsbyer langs elva med mange tusen innbyggere er blitt evakuert. Fra 1951 ble det radioaktive avfallet sluppet rett ut i innsjøen Karatsjaj. I et forsøk på å hindre spredning av radioaktivitet fra området, ble øverste delen av Tetsja demmet opp. Oppdemmingen har ført til at det i dag er mange reservoarer på området som er sterkt forurenset, og lekkasje til grunnvannet er blitt et problem."

Hva er situasjonen nå? Det var lokale demonstrasjoner i 2008, men det ser ikke ut til at myndighetene hverken har gjort en grundig evaluering av helsevirkningene i dette området som har blitt så hardt berørt av radioaktiv forurensning, eller bidradd med noen form for kompensasjon for de som ble rammet av sykdom. De radioaktive isotopene som ble spredt har kommet inn i næringskjedene og maten. Befolkningen har fått tydelige helseplager.

Allerede i 1992 beskrev en lærer elevene sine slik: "Barna er ikke direkte syke, men ikke særlig sunne heller. Av de 22 elevene jeg har i klassen, lider hver fjerde eller femte elev av kronisk neseblødning. Elevene blir fort trette og klager over smerter i leddene. Mange lider av muskelsvekkelse som gjør at de har vanskelig for å holde på blyantene sine". (6)

I 2004 publiserte Bellona en rapport om den russiske atomindustrien. I følge Bellona var det da to militære reaktorer i gang i Majak, mens 5 var stoppet. Det var minimum 560 tonn uran fra brukt brensel, minst 30 tonn reaktorplutonium, lager av våpenplutonium og høyanriket uran, RT-1 reprosesseringsanlegg, fast avfall på 500 000 tonn og flytende avfall.

I 2009 satte Regjeringen ned et utvalg (Stranden-utvalget) med mandat å utrede tekniske løsninger og lokaliseringssteder for et nytt mellomlager for radioaktivt avfall. Utvalget leverte sin innstilling i februar 2011. (7) De foreslår å lagre det brukte brenselet i en spesialtilpasset fjellhall. Utvalget mener det er store fordeler ved å lagre avfallet på et av IFEs områder, og da er bygging av et fjellanlegg ved Halden-reaktoren å foretrekke.

Samtidig med Stranden-utvalget satte Nærings- og handelsdepartementet ned Teknisk utvalg for å utrede spesialbehandling av det ustabile brenselet. Utvalget som leverte sin innstilling i 2010 mente at direkte deponering av det brukte brenselet eller mellomlagring med utsatt beslutning ikke er å anbefale og gikk inn for gjenvinning (reprosessering) i et utenlandsk anlegg som det beste alternativet. Stranden-utvalget støtter dette forslaget. (8)

Vladimir Slivjak er leder for Ecodefense i Russland og sier om reprosessering (9): *"For hvert tonn atomavfall som reprosesserer, produserer det 200 tonn nytt avfall som må tas hånd om. Reprosessering er en metode utviklet av atomindustrien for å gjenbruke verdifull plutonium og uran, og er ikke egnet som miljøtiltak. Ved å sende atomavfall til utlandet bidrar norske myndigheter til å holde anlegg igang. Vestlige land dumper sine avfallsproblemer i Østblokken. Russland klarer ikke å ta hånd om sitt eget atomavfall så hvorfor skal vi også ta hånd om avfallet fra vestlige land"*.

I en høringsuttalelse til Stranden-utvalget protesterte IKFF og sju andre norske miljøorganisasjonervåren 2011 mot å sende norsk atomavfall til behandling i det franske atomanlegget La Hague eller et hvilket som helst annet reprosesseringsanlegg.

Fotnoter

1. Zhores A. Medvedev: *Atomkatastrofen i Ural*, Forlaget Oktober A/S 1980
2. Zhores A. Medvedev: *The Legacy of Chernobyl*, Basil Blackwell. Ltd 1990, s. 279-286.
3. Elsabet Samuel "Why are we still discussing nuclear energy as an option? Lessons from the Majak Incident", *Outreach Issues*. May 4, 2007
4. "Norske stråleforskere til Majak i Russland", *Pressemelding* fra Miljøverndepartementet 5.juli 1994.
5. Knut Erik Nilsen og Frederic Hauge: *Majak, the most radioactive polluted place on earth*, Bellona 1992
6. Bo Brekke, "Som Tsjernobyl hver dag i 40 år", *Klassekampen*, 16. januar 1992
7. *Mellomlagerløsning for brukt reaktorbrensel og langlivet mellomaktivt avfall*, NOU 2011:2
8. *Pressemelding* fra Nærings- og handelsdepartementet 10. februar 2011
9. Slivyak, Ecodefense, www.ecodefence.ru

Annen relevant litteratur

Rosalie Bertell, *No immediate danger*, Women's Press, Toronto, Canada 1985

Sources contributing to radioactive contamination of the Techa River and areas surrounding the "Majak" production association, Urals, Russia, Joint Norwegian-Russian Expert Group for Investigation of Radioactive Contamination in the Northern Area, 1997

"The nuclear threat", *Bellona Information* no, 2, 1992

Mimir Kristjansson: "Vil sende avfall til Russland" *Klassekampen*, 3. februar 2010

BERIT ÅS

Rosalie Bertell (1929-2012)

1981 underviste jeg på det katolske kvinne-universitetet Mount Saint Vincent i Halifax i Kanada. Som gjesteforeleser i epidemiologisk metode kom det en dag en jesuittisk nonne fra Toronto, Rosalie Bertell. Hun var forsker og hadde gjennomført flere landsomfattende undersøkelser i USA og forelest om databehandlingsmetoder. Nå ankom hun på en uventet måte i spissen for 1200 demonstrerende fredsaktivister. De protesterte mot at Nord-Atlanterens NATO-flåte skulle la en av sine atomubåter få ankre opp i havnas indre basseng. At det var mange forbauset ingen. I ryggmargen på enhver Halifax-borger sitter minnet fra 1917 da et skip med dynamitt eksploderte på havna. En eksplosjon som drepte 1/3 av innbyggerne og la store deler av byen øde.

Rosalie Bertells første landsomfattende undersøkelse handlet om aldringsprosessen i ulike områder i USA. En gruppe skilte seg ut fra alle andre befolkningsgrupper: området der det hadde falt store mengder atomnedfall fra prøvesprengninger i Nevada-ørkenen. Hun fant signifikante forskjeller mellom denne befolkningen og resten av USAs befolkning og trakk slutninger om hvor mye stråling, bl.a. fra røntgenundersøkelser av perifere og sentrale deler av kroppen som tilsvarer ett års aldring. Vi i Norge husker de store skjermbildefotograferingene, der helsepersonalet gikk rundt med blyvester, eller gikk ut av rommet under fotograferingen fordi de kjente til farene, slik tannleger passer på å gjøre i dag. Rosalie gikk til forskningsledelsen og ba om at den rammede befolkningen måtte få vite om farene. Hun fikk taleforbud. Resultatene var hemmelige.

Den neste undersøkelsen handlet om fedme. Igjen fant hun at i området "Downwind Nevada" var en gruppe i befolkningen særdeles overvektige. De synes ikke å fordøye maten på en riktig måte.



Skjoldbruskkjertlene fungerer ikke normalt. Ved å gå tilbake til de rammedes historie fant hun at nedfallet fra bombetestene var særdeles sterkt da disse personene var fostre i det stadiet der skjoldbruskkjertelen blir dannet. Da hun foreleste om dette under et besøk i Norge ble hun forsøkt latterliggjort av en reporter fra NRK. Under sitt forskerarbeid i USA tok hun igjen opp med sine oppdragsgivere nødvendigheten av å gjøre den rammede befolkningsgruppen klar over årsakene. Igjen ble hun nektet å offentliggjøre resultatene. Disse resultatene var også sikkerhetsbelagt.

Med alle krav om hemmeligholdelse har

nonnen Rosalie fått anfektelser. Kan det være riktig å hemmeligholde slike funn? Er det ikke urimelig at de overvektige menneskene i dette området skulle bli offer for slankemiddelselgere som insisterte på at det utelukkende var deres egne spisevaner som skapte fedmen? Hva med de andre virkningene av strålingen? Hun tar spørsmålet opp med Vår Herre. Noe annet kan hun vel ikke ventes å gjøre, katolsk nonne som hun er. Og Gud svarer henne: "Bare gjør det", sier Gud. "Fortell folket hvordan det er". Og så gjør hun det.

Prognose for en radioaktiv jord

Hovedtittelen på Rosalie Bertells første bok er: *No Immediate Danger, Prognosis for a Radioactive Earth*. (1) Der forteller hun om hva atomkraft, atomavfall, stråling fra atombombetesting og resultater av ulykker fører til. Verken Tsjernobyl eller Three Mile Island har ført til skader eller helserisker av noe særlig betydning, hevdes det. Egentlig ikke så farlig, ingen umiddelbar fare, sa norske strålemyndigheter som påsto at det neppe var mer enn 30 mennesker som hadde omkommet av direkte stråleskader etter ulykken i Tsjernobyl. Men Rosalie skrev sin bok i 1985, året før Tsjernobylulykken. På mange måter ble den profetisk.

Radioaktiv stråling og dens biologiske virkninger.

No Immediate Danger har fire deler. Første del handler om biologiske virkninger av kjernefysisk stråling. Det andre handler om militær og sivil atomteknologi, og det tredje om det hun kaller "The cover-ups" (myndighetenes og atomindustriens bortforklaringer og fornektelser). I dette kapitlet behandler hun også "Disillusion" – hvordan vi blir forledet til å tro noe annet enn det faglige rapporter understreker. Det er først i det fjerde og siste kapitlet hun gir oss håp. Her skriver hun om nettopp – "The Awakening", "En tid for blomstring". Vi skal se hvordan hun holder motet oppe hos oss gjennom alt det kritiske arbeidet hun har gjort og gjennom det hun også senere gjennomfører.

Det første kapitlet er omfattende. Det handler om alt fra fisjonsprosessen og dens konsekvenser til radioaktive partikler, den levende cellen og om partiklenes gjennomføringskraft. Hun tar opp hvordan en måler radioaktiv stråling, hvilken virkning den har på arvestoffet og de ulike tillatte nivåer for bestråling. Hvordan skal helse måles hvis vi tar som utgangspunkt hvordan leger og helsepersonell gjør det?

Lett er det ikke. Da Linus Pauling fikk Nobels fredspris i 1962, var det en tildeling de militære og konservative krefter i Norge ble sterkt forarget over. Pauling hevdet at de atomvåpenprøvene som hadde funnet sted i USA inntil da ville gi minst 200 000 flere krefttilfeller. Hvordan skulle det måles? Nå som kreft ble framkalt av så mange årsaker? Fra tobakksrøyking

til kjemikalier?

For egentlig er jo radioaktiv stråling så nyttig!! Bruker vi ikke stråling både for å kurere kreft og å holde frukt og grønnsaker friske slik at de ikke råtner før etter flere måneder?

Her i Norge hadde vi en miljøkyndig forsker, professor Georg Høyer, som hevdet og ble tilbørlig mistrodd for det, at en burde skrape av et jordlag på minst 15 centimeter i en omkrets med radius på 4 mil rundt atomkraftverket i Tsjernobyl for å unngå at befolkningen fikk radioaktive partikler i kroppen gjennom grønnsaker og andre matvarer.

I 2001 besøkte en pedagog fra Ukraina det norske Kvinneuniversitetet på Løten. Hun fortalte at det viktigste lærere hadde å gjøre i hennes land var å holde barn inne i husene. Dessuten var ca halvparten av alle barn syke, sa hun.

Denne opplysningen førte til at de norske seminar deltakerne gjorde et hederlig forsøk på å få norske kommuner til å ta i mot grupper av barn om sommeren, slik at de kunne rehabiliteres. Sør- og Nord-Fron og Ringeby hadde gjort det og kunne fortelle om hvor stor helseeffekt disse oppholdene hadde hatt på barna. De regnet med at barnas livslengde hadde blitt økt fordi de hadde blitt tatt ut av sitt forurensede hjemmemiljø en tid.

I andre land har det vært omfattende tiltak, etter Tsjernobylulykken bl.a. i Italia. Vi som kontaktet norske myndigheter mislyktes. I vår naivitet gjorde vi forsøk på å få hjelp fra Kommuneforbundet (nå Fagforbundet) til å kontakte og mobilisere norske kommuner. Men fagforeningene fikk aldri tid til oss, og vi fikk heller ikke medlemmer i foreningen Psykologer for Fred til å "tenne" på tiltaket. Fagforbundet bevilget til slutt 30 000 kroner til en av initiativtakerne, professor Eva Nordland, som med disse små midler reiste til Ukraina og planla 5 turer for barna til områder i deres eget land som var mindre strålerammet.

Militær og sivil atomteknologi

Annet avsnitt i boka handler om hvem som er de praktiske utøvere og deres ofre.

Bertell tar opp en av sakene om foreldre som er blitt eksponert.

Historien gjelder Ted Lombard i USA som i 1944 forlot sin kone og deres lille sønn for å "gjøre verden tryggere gjennom demokratiet." Han ble stasjonert i Los Alamos, New Mexico med ansvar for å frakte uran og plutonium. Av og til arbeidet han også med radioaktivt materiale uten hansker, uten beskyttelsesdrakt og uten å vite om hvor farlig det var. Mens Ted fremdeles var i Los Alamos fikk han mageproblemer, infeksjon i beina og forandringer i øynene. Da han sluttet i jobben fikk han høre at han var steril, noe som ikke stemte siden han senere fikk 4 barn. Det første, en datter, manglet spesielle antistoffer og enzymer, utviklet nevro-muskulære

problemer og ble til slutt sterkt handikappet. Den andre datteren synes å ha levd et normalt liv, selv om hun som søsteren ikke var i stand til å produsere antistoffer og enzymer. Men hennes to døtre igjen fikk fysiske problemer som indikerte at de hadde samme genetiske skader som tanten. Det tredje barnet, en gutt, hadde migrene, krampetrekninger, ble dyslektisk og fikk store pusteproblemer. Teds yngste sønn fikk epilepsi, var døv og stum og måtte på institusjon. Men det barnet de hadde fått før Ted arbeidet i det militære hadde ingen av disse problemene.

Ted forsøkte å få ut sin egen helseprotokoll fra jobben. Det lyktes ikke. Militærledelsen erklærte at han ikke kunne reise krav siden han ikke hadde vært syk mens han arbeidet for dem. Etter mange års forgjeves forsøk på å få hjelp og mens hans helse fortsatt forverret seg appellerte han i 1976 til sin lokale kongressrepresentant. Han lyktes nå i å få ut noen av sine helsepapirer. I 1979 får han litt hjelp til å betale sine medisinsutgifter. Han utviklet magesår, lungefibrose og fikk flere medisinske problemer. Han var totalt handikappet i en alder av 57 år.

I 1980 gjennomførte Ted en blodkromosomtest. Det viste seg at han hadde en alvorlig benmargskade som ga et unormalt høyt antall anormale blodceller. Legen, som ikke kjente Teds forhistorie, bemerket at et så stort antall ødelagte celler vanligvis indikerte genetiske skader også hos avkommet. I 1983 ble Teds armer og ben undersøkt ved et kreftsenter, fordi de viste flassing, hissig rød hud og sprekker som han hadde hatt siden Los Alamos-tiden. Han fikk diagnosen "kronisk hudeksem" (chronic eczematous dermatitis), noe som ble tilskrevet radioaktiv stråling. Det er både interessant og deprimerende å lese hvor mange politikere og jurister som trass i en serie av henvendelser aldri fikk det militære til å akseptere at Ted var blitt sterkt stråleskadet. (1) særlig s. 65-69.

Dette minner meg om funn man gjorde hos 26 militære som ble fedre etter at de hadde tjenestegjort på marinefartøyet KVIKK i Norge. 11 av dem fikk barn med fødselsskader. Dette er beskrevet av Per Aslak Ertesvåg (3).

Sommeren 2002 besøkte jeg Texas der en bekjent av meg hadde flere bøker om hva som fører til kreft og synlige byller. Han fikk ikke medhold i retten for sin anklage overfor staten om at dette var stråleskader fra det lokalmiljøet de bodde i. Tvert imot konkluderte retten at sykdommene skyldtes psykiske problemer. Dokumentasjon om mange helseskader på grunn av dumpet radioaktivt avfall flere steder i USA har heller ikke fått den oppmerksomhet det fortjener eller utløst medisinsk hjelp.

Dr. Bertell beskriver en lettere identifiserbar skade: I området "The Four Corners" i New Mexico der intensiv urangruvedrift fant sted i 1950-årene

hadde barn av Navaho-indianerne 17 ganger flere krefttilfeller i reproduksjonsorganene og 5 ganger så mange tilfeller av beinkreft enn ellers i landet.

Den tredje undersøkelsen er beskrevet i boka *Planet Earth: The Latest Weapon of War*. (2) Her rettet Dr. Bertell oppmerksomheten mot soldater som kom tilbake fra den første Golf-krigen og ble diagnostisert med det psykiatriske Golfkrig-syndromet. Først da typiske symptomer på påvirkning av radioaktive stoff utviklet seg ble det klart at de var skadet av DU-våpen (uranvåpen). Da beskrev hun ikke i detalj hva resultatene ville bli for sivilbefolkningen i Irak, men nevnte at under den første Golfkrigen var det også blitt bombet flere kjemiske fabrikker og kanskje industri som produserte biologiske/kjemiske våpen. Da disse ble truffet forårsaket det skader på vegetasjon, dyr og mennesker.

Det satses enorme pengesummer fra alle regjeringer på å utvikle våpen, nå også for å "militarisere verdensrommet". Disse planene og denne forskningen har gått for seg i mange år uten at de fleste internasjonale forskere har fått full innsikt i hva de har drevet på med. Et slikt prosjekt er blant annet HAARP-prosjektet, der også norske forskere har deltatt, antakelig uten å vite hva deres resultater skulle brukes til. Prosjektet er en del av arbeidet med "forsvarsskjold" der en i 2002 planla å bygge 180 overføringstårn (transmission towers) rundt om i verden.

Omkostningene ved dette prosjektet er enorme, og den fysikken som nå brukes stammer fra anerkjente, kreative forskere. Både i forbindelse med dette prosjektet, og i andre prosjekter som Bertell beskriver er det åpenbart at det er masseødeleggelsesvåpen som utvikles. Ikke bare vil våpnene drepe store befolkningsgrupper innen kort tid og legge landskapet øde og ubrukelig, men det mangler også planer om å evakuere eller flytte store folkegrupper som vil bli rammet i slike områder.

I denne boka behandler Rosalie Bertell også mottiltak. De stemmer i forbausende grad med hva IKFF i alle år har hevdet: DET MILITÆRE SYSTEM MÅ FASES UT!

I det siste kapitlet i *No Immediate Danger* og i forelesninger i Oslo gir hun likevel uttrykk for optimisme. Men om vi ser på bakgrunnen for denne optimismen i det lange sluttkapitlet på 106 sider, finner vi at hun på det tidspunkt har stor tillit til fagbevegelsen, til FN, til de store sivile organisasjonene. Både jeg selv og mange med meg har trodd at med riktig kunnskap vil store folkegrupper bli mobilisert til motstand, og kloke politikere til en reverserende politikk, og til krav om stans i våpenproduksjon og våpenbruk, åpenbart i strid med alt fra FNs menneskerettighetserklæring til Genève-protokollene og til alminnelig folkevelt. Rosalie Bertell har åpenbart hele tiden forventet at kloke politikere også til slutt vil prøve å kvitte seg med

kjernekraften som på så mange måter er til skade for menneskene. Hun har også stor tiltro til kvinnes ansvarfølelse og deltakelse i fredsprosessene.

Rosalie Bertells besøk i Norge

I 1987 ga en jødisk menighet i New York midler til å finansiere Rosalie Bertells 8 dobbeltforelesninger som Internasjonal Kvinneliga for Fred og Frihet arrangerte i Oslo. Bakgrunnen for bevilgningen var blant annet at en i hele USA opplevde en epidemiartet utvikling av brystkreft.

I USA økte utbredelsen av brystkreft raskt blant kvinner i løpet av de siste tre tiår av forrige århundre. I løpet av 80-årene hevdet amerikanske leger at brystkreft hadde fått epidemisk karakter. Den raske utviklingen kunne tyde på at det neppe hadde så mye med arvelighet å gjøre som med miljøpåvirkninger. Vi husker Linus Paulings prognoser fra 1962, men vet at andre svært uheldige påvirkninger har bidratt til forurensningene av det ytre og "indre" miljø. Blant disse er intensivt markedsføring av sigarettøyking som tobakksindustrien førte fra 1960-årene for å få kvinner til å røyke. Noe de lyktes så godt med at en ved den internasjonale konferansen om røyking og helse i Brasil i 2000 fastslo en større overdødelighet blant kvinner enn blant menn på grunn av røyking. En har lenge visst at kvinner er mer sårbare for flere typer påvirkninger. Graden av nasjoners industrialisering og hyppighet av kreft viser også direkte sammenheng.

Men det var brystkreft en jødisk menighet i New York var opptatt av. Ikke minst ut fra rollen en velstående kvinne ved navn Genevieve Vaughan spilte. Et framtrædende trekk i den amerikanske debatten var ulike sosiale gruppers sårbarhet. Forenklet går den ut på at kvinner er dobbelt så sårbare for radioaktiv stråling som menn, øyensynlig fordi celledelingen foregår dobbelt så hurtig i livmor og bryst som i kroppen forøvrig. Barn hadde mange ganger så stor sårbarhet som voksne menn.

I hvilken utstrekning slike teorier er korrekte skal vi passe oss for å uttale oss om. Men frekvensene stemmer godt med det syn som den engelske forskeren Chris Busby senere har fremmet i hans kamp mot å legge lavaktivt strålingsmateriale inn i våre forbruksvarer, slik EU-direktiv (96/29) pålegger sine land. Direktivet trådte i kraft i året 2000. Dersom vi legger et synergi-aspekt til grunn, med summen av elektromagnetisk stråling og radioaktivitet fra ulike kilder som en markant kumulativ risiko, ser ikke disse landenes framtidige folkehelsesituasjon særlig lys ut.

Forelesningene ble tatt opp på video og senere overført til DVD-plater. Planen var å bruke materialet til et studieopplegg, men økonomiske begrensninger har så langt hindret dette.

Framtidshåpet: "Tid for å blomstre"

I tiden mellom sine bokutgivelser har Rosalie

Bertell selv vært en formidabel aktivist. Hun har fulgt opp en rekke av de tanker hun la fram i sin første bok i artikler og seminarer, og tatt initiativet til en større konferanse i Wien om Tsjernobylkatastrofens virkninger (Wien 1996). ("International Medical Commission Chernobyl". A Permanent Peoples' Tribunal). Hennes aktivitet er klart forankret i det hun trodde på i slutten av 80-årene og hva hun bygget sin tro på. Hun siterer fra Bibelen (Esaias 41:18-20), der ordene stammer fra en visjonær optimistisk skaper, et guddommelig vesen som forteller om hvordan ørkener skal bli til fruktbare hager og hvordan elver og vann skal overrisle jorden og skape skoger og planter til alle Israels folk.

Men hun er også den som i motsetning til bibelsitatet realistisk nevner Romaklubbens *Limits to Growth* (4) og FNs verdens miljøkonferanse i Stockholm i 1972 der det betones at jorda har begrensede ressurser og at opphopningene av giftig avfall på vår klode begynner å bekymre tenksomme og ansvarlige borgere i alle land. (5)

I Oslo-forelesningene snakker Bertell om hvordan de første astronautene tok bilder av jorda som en glitrende blå planet. Et bilde vi nordmenn har fått forsterket gjennom Erik Byes dikt om den blå klinkekula som Vår Herre, som en lekende guttunge, en dag hadde mistet. Det er bare slik, kunne hun fortelle, at i dag kan vi ikke lenger ta et fotografi av en blå jord fra verdensrommet, fordi den samme kloden nå viser seg som skitten og brunaktig.

Hun bygger sin forståelse på alt som til da var kartlagt og refererer til det FN-dokumentet som var forberedt til Stockholmskonferansen av Barbara Ward og Rene Dubois. (5) De foreslo noen sannheter som miljøarbeidet kunne legge til grunn for sitt arbeid:

- Vi kan drepe biosfæren
- Vår planet er utvetydig et avgrenset og endelig system
- Vi kan ikke administrere et aktivt globalt samfunn på grunnlag av hundre og tjue totalt uansvarlige suverene stater

Barbara Ward ga et av hovedforedragene på konferansen og oppfordret til grunnleggelsen av en global ordning som er "complex, human and lovable". Hennes visjon omfattet respekt for lokalt mangfold og autonomi, men med nødvendige globale enheter for å oppnå best mulig koordinering og fordeling av knappe ressurser.

Men skuffelser og tilbakeslag rammet også Rosalie Bertell. Hun trekker fram en rådende sterk illusjon: "fordi om verdens ledere snakker om et problem så betyr ikke det at de gjør noe for å korrigere det". "Denne retorikk", skriver hun, "produserer en forførelse som feier ut av bevisstheten sultende barn, besmittede byer, døende hav og en forsøpelt jord". Hun ser klart hva de ansvarlige er opp mot og resonnerer videre:

"Innøvd vanetenkning, eksisterende institusjoner og etablerte interesser hindrer handling for overlevelse. Folk synes generelt å være ute av stand til endog å tenke på de ulykker som skyldes ukontrollert befolkningsvekst, forurensing av luft, føde og vann, uttapping av ressurser, sosial fremmedgjøring og et atom-holocaust". (2)

Dette er sterke ord. De synes å ha like sterk profetisk kraft som Paulings i Oslo i 1962.

Hvem er det så hun tror på?

Rosalie Bertell tror på kvinnene. Som Elise Boulding har skrevet om ble kvinner i løpet av 70-årene mer og mer klar over sammenhengen mellom kvinneundertrykkelse, atomvåpenkappløpet, vold, konsentrasjonen av penger og makt, og grådighet. Kvinner i mange land så farene og mente at utviklingen kunne snues, hvis bare våre holdninger kunne endres. Hun hevder at det er "tid for blomstring" i den grad vi innstiller oss på å dekke fundamentale behov som behov for mat, hus, klær, medisinsk behandling, utdanning, arbeid og sosial verdighet. Hun mener at kvinnene under de mest ulike leveforhold ser at det finnes et enormt ubrukt potensial for utdanning, organisering og for kreativitet, kunst, vitenskap, og kultur. Men igjen nøler hun og nevner at FAO (FNs organisasjon for mat og landbruk) i januar 1981, for andre år på rad, gjør oppmerksom på at verdenssamfunnet har forbrukt mer korn enn det som er produsert, og at verdens kornreserver bare er 14 % av ett års forbruk.

Hun tar oss langt av gårde fra sitt opprinnelige prosjekt om skader ved radioaktiv stråling og fortsetter i forelesningene med å snakke om ødeleggelser. At det f. eks. i Taboradistriktet i Tanzania over en 20-årsperiode har blitt ødelagt over 500 000 acres (ca 2 mill mål) for å produsere 120 000 tonn tobakk. Og siden vi i denne perioden har Vietnamkrigen i friskt minne, tar hun opp nødvendigheten av å nytenke om den giftspredning som militæret foretok der med "Agent Orange", noe som ennå i dag fører til at mange av barna kommer til verden med medfødte skader. Så uttaler hun seg om et nødvendig program. "Vi må fordømme knyttnevepolitikken som selvmorderisk for menneskeheten."

Og vi er tilbake til hvordan hun med sin utholdenhet og aktivisme innkalte til den store faglige konferansen i Wien i 1996, 10 år etter Tsjernobyl, *A Permanent Peoples Tribunal*. (7)

I dette tribunalet deltok fysikere, leger, en spesialist i patologi og fysiopatologi, militære, en kjemiker, en spesialist i strålingskjemi, sosiologer og politikere. 17 fagkyndige avga vitnesbyrd, og deres bidrag med tabeller og diagrammer finnes i rapporten. Det blir for langt å referere deres observasjoner og konklusjoner. Men noen av konklusjonene er av betydning for det arbeidet Dr. Bertell allerede hadde bak seg.

"Today it is no more under discussion - we observe in Chernobyl significant qualities of thyroid cancers in children" og "Chernobyl taught us that in the future even more dangerous accidents are possible, if we do not change our way of behaviour" (professor Yuri Andreev). "We found a cumulative dose for Cesium 137 of more than 1000 Becquerels per kilogram. This explains why, according to medical examinations, there is not a single child among the 400 children who live in this village (400 km from the power station), who is, in reality, quite healthy. Unfortunately this is not the only village in the same situation. I know personally of more than 500 such villages." (Professor Nestorenko)

At helseskader på barn vekker liten oppmerksomhet hos atomindustrien, eller for så vidt hos militærmakten, har vi utallige eksempler på. Antagelig er de enda mindre brydd med observasjoner av skader på insekter.

Ms. Cornelia Hesse-Honegger fra Zurich Universitet betegner seg selv som illustratør av vitenskapelig gjenstander/funn. Hun var i arbeid da Tsjernobylkatastrofen skjedde og ønsket å dra til et laboratorium i Sverige, der svært høye verdier på nedfallet hadde blitt registrert. "Vitenskapsmenn som jobbet sammen med meg på bananfluer sa i 1987 at det ikke var noen vits i å reise dit siden ingenting hadde skjedd der. Så jeg bestemte meg for å vente et år og studere neste generasjon av blad-biller", skriver hun. "Hvis du sammenlikner bladbillerne jeg fant med normale bladbiller ser du at denne har følehorn som ser ut som pølser og at det er noe som gror ut av det ene øyet. Jeg tok to par av bananfluen, *Drosophila melanogaster*, til laboratoriet, paret dem og lot dem vokse. Allerede i første generasjon oppdaget jeg fryktelige mutasjoner, at ansiktet var delt i to, størrelsen på øynene var forandret, deformert mageregion og misforming av venstre vinge som nå ser ut som en nøtt."

I sine forelesninger i Oslo nevner Dr. Bertell skadene på arvestoffet. Det minnet meg om et utsagn som jeg egentlig ikke hadde tatt så alvorlig da jeg hørte det første gang i Halifax fra en av Dr. Bertells kolleger. Han sa at vi først i 5. til 7. generasjon ville få se de anormaliteter som radioaktivt nedfall fra atomkatastrofer inntil da har påført befolkningen.

Wien-konferansen diskuterte Tsjernobyl i et videre perspektiv. Spørsmålet om ansvar ble sentralt, særlig hvor vanskelig det var å finne aktører som en kunne tilbakeføre ansvaret til. Et annet spørsmål var hvilken rolle kjernekraft spiller for energibehovet i moderne samfunn og hvor lett det vil være for toppolitikere å se bort fra langsiktige skadeverk på bekostning av kortsiktige industribehov. Dr. Bertell, som har førstehåndskunnskap om hva som skjedde i Bhopal i 1984, vet at skadeerstatning fra industrien er nærmest umulig å inndrive. Dette er mer en regel

enn et unntak. Dessuten er det atomkraftverk som skaffer råmateriale til atomvåpen.

I konferansen fant en at slike ulykker er representative for en mer omfattende samfunnsutvikling. De kan ikke betraktes som isolerte hendelser. Ulykkene er indikatorer på en underliggende kontinuerlig prosess. Innlederen på konferansen, Dr. Giani Togori bemerket også at når en søker etter vitenskapelige data om Tsjernobyl er taushet mer framtredd enn fakta. "Vi finner her hemmeligholdelse", sier han, "av samme slag som ble forsvart ut fra hensynet til nasjonal sikkerhet av Latin-Amerikas diktatorer."

Det internasjonale atomenergibyrået IAEA var blant de innbudte til konferansen. Men IAEA som ti år senere ble ansett av den norske Nobelkomiteen som en verdig mottaker av Nobels fredspris, så seg ikke i stand til å delta.

Om militære miljødeleggelser. Utvidelsen av "den brente jords taktikk".

Ved avslutningen av forelesningsserien i Oslo kommer Dr. Bertell inn på de nyeste våpenoppfinnelsene. Og dette skriver hun om (1) hvordan det satses enorme pengesummer fra alle regjeringer på å utvikle våpen. Som nevnt går de nå også på å militarisere rommet. Allerede i Oslo i 1987 talte hun om hvor sårbar og tynn jordskorpen var i forhold til de ulike luftlagene som omgir jorda: troposfæren, stratosfæren, mesosfæren, den lavere og den øvre ionosfæren. Hun plasserer det indre og ytre Van Allen-beltet i forhold til dette og beskriver hvordan overlydsfly og raketter ødelegger disse helt nødvendige lagene rundt jorda. Nødvendige fordi vår klode ikke kan tåle at de skades.

Det er som om hun snakker om kroppens hud. Slik blir problematikken levende. Så redegjør hun for hvordan romstasjoner vil kunne etableres i disse sfærer og hvordan en krigsmakt kan "brenne bort" eller ødelegge luftlagene over ulike områder på jorden, slik at alt levende blir utryddet.

Tanken er ikke ny. Vi ble alle i sin tid konfrontert med nøytronbomben som skulle utplasseres i Europa slik at en ved en kommende krig kunne bevare alle instrumenter og alt av metall, men utrydde alt levende, inkludert mennesker. Ubekreftede kilder antydte at dette kunne spare USA for en ny Marshall-plan til oppbygging av et erobret Europa. Den gang var det store motaksjoner. Den nederlandske forsvarsminister, den kristne legen Kruisinga, satte foten ned sammen med den norske statsministeren for en borgerlig regjering, Lars Korvald. Men de som var opptatt av våpenproduksjon visste at nøytronbomben nesten var ferdig utviklet av Pentagon.

I forelesningene er Bertell ikke så dokumentarisk dyptpløyende og spesifikk som vi senere kan lese i boka. (1) I denne ser hun de våpentekniske

interessene både i russernes Sputnik og i månelandingsfartøyet som amerikanerne senere skjøt opp. Men noen opplysninger tilflyter offentligheten, og disse formidler hun: "19. juli 1962 annonserte NASA at som en konsekvens av atombombetestene 9. juli samme år i den høyere atmosfære hadde et nytt radioaktivt belte dannet seg; et belte som strakte seg fra en høyde på ca 400 km til 1600 km. Det måtte ansees som en utvidelse av Van Allenbeltet", ble det hevdet.

Senere, da sovjetrusserne i 1962 foretok liknende planetariske eksperimenter, dannet disse nye radioaktive "belter" mellom 7 000 og 13 000 km over jorda. Amerikanske forskere hevdet at det kunne ta mange hundre år før Van Allen-beltet ble gjenopprettet til normal høyde. Omkring 10 år senere ble det oppdaget at de 300 megatonn fra kjernefysiske eksplosjoner mellom årene 1945 og 1963 hadde forringet ozonlaget med ca 4 prosent.

Intenst sivilt press førte til at England, USA og Sovjetunionen undertegnet en avtale mot slik testing (the Partial Nuclear Test Ban Treaty) i 1963. Men det var slett ikke slutten på virksomheten, fordi Frankrike, Kina, India og Pakistan ikke undertegnet avtalen. Testing fortsatte, om enn i lavere høyde og ikke med samme styrke, i de neste 25 år. Deretter startet undergrunnstesting og utskyting av satellitter som ble sendt ut for å undersøke "rommet"

Bertells innsikt viser seg i denne boka (2) som dreier seg om fenomener som omhylles av den største taushet. Kanskje vitenskapsmenn er klar over forsøkene og konsekvensene av dem, men de uheldige virkningene synes å bli maskert med hallelujastemning og formidlet til allmennheten som at nye viktige områder i verdensrommet nå er blitt åpnet for forskning og ny kunnskap.

Om forholdet mellom befolkningsvekst og jordas bæreevne.

Rosalie Bertell er slett ingen ny Malthus, men hun gir et klart bilde av hvordan Jordas ressurser fordeler seg. Med lysbilder viser hun i en av sine siste forelesninger hvordan Jordas 126 milliarder mål fordeler seg. Ikke bare er 71 prosent av Jordas overflate vann og 29 prosent land, men bare en liten del er produktive områder. Resten er dekket av is, ørken eller har olje som ikke er nyttbar til menneskelige formål. Men forurensning fører til tap av øvre lag av jordsmonnet, avskoging og forørkning som truer med å redusere landområder som kan nyttes i matproduksjon. Overfiske samt dumping av avfall reduserer havenes fertilitet. Hun refererer til den tidligere nevnte utreder Ruth Sivard (8). I 80-åra argumenterte hun for at fjerning av 50 milliarder USD fra militærbudsjettene ville være nok til å

- rense opp atomkraftverk som er forurenset,
- skaffe rent vann til en tredjedel av verdens befolkning,

- skaffe tilleggsføde til verdens 900 millioner som var underernært,
- bidra med helsetilbud for 1.000 millioner av verdens fattigste folk.

Som vi vet var dette like langt fra prioriteringen til verdens statsoverhoder og makthavere den gang som det er i dag. Da Sivard skrev sine årbøker, i 1970-80-åra, og fram til i dag har befolkningen økt, og avskoging, havdumping og overfiske, samt radioaktive utslipp foregår for fullt.

Solskinshistorien

Dr. Bertell avslutter med to solskinshistorier. Den ene er om arbeidet med å få forbudt landminer.

Dette er våpen som først og fremst rammer sivilbefolkningen. Fjerning av landminer er vanskelig, går sakte og er nervepirrende. En 21-åring fra Kanada, Greg Ainley, har fortalt hvordan det foregår.

"Hvis gresset er høyt må vi bruke mye tid. Vanligvis er det ei mine hver 10. meter omtrent. Vi ligger på magen på jorda med hendene utstrakt foran oss og føler oss sakte og varsomt fram. Det gjør at vi kan identifisere enhver unaturlig form som kan være en mine. Hvis vi finner en mine må vi først dra den ut med et langt tau fra en posisjon langt unna, f.eks bak et større kjøretøy, slik at vi er i sikkerhet hvis den skulle eksplodere. Så drar vi. Da vil minen vanligvis detonere. Hvis ikke, må vi gå dit og gjøre jobben vår."

I 1993 ble 80 000 miner fjernet på denne omstendelige måten. I det samme året ble 2,5 millioner landminer lagt ut. Det er i dette saksområdet Jody Williams arbeidet og det var for dette arbeidet hun og den internasjonale landminekampanjen ble tildelt Nobels fredspris i 1997.

Den andre solskinshistorien gjelder den måten Bertell ser at kvinner arbeider for en sunn økonomi og for nye helsekrav og miljøkrav til myndigheter og FN. Vi har allerede nevnt Barbara Ward og Ruth Sivard. I virkeligheten dukker det i slutten av det 20. århundre opp stadig nye forskere, særlig mange kvinner, som faktisk symboliserer at det som Einstein sa i sin fortvilelse kan bli gjort til skamme: at sprengningen av atomet hadde forandret alt, unntatt menneskenes tenkemåte.

I 80-årene organiserer kvinner seg i egne grupper for fred, som Maya-mødrene, kvinnene i Greenham Common og de store fredsmarsjene i 80-årene. Dessuten fostrer både Menneskerettighetsmarsjen til Israel/Palestina julen 2005,

øko-feminister og forskere som Maria Mies og Vandana Shiva nytenkning. I Shivas bok *The Violence of the Green Revolution* (9) forklarer hun at krigshandlingene mellom India og Pakistan i Kashmir skyldes påbudet om å bruke hybride såkorn, ikke religiøse motsetninger. Utredninger om behovet for vann, eller vannmangel brukt av

Israel for å fattiggjøre og vanskeliggjøre palestinsk jordbruk er et annet eksempel. Carolyn Merchants bok *The Death of Nature* (10) omhandler både økonomi og feminisme og hvordan disse områdene er blitt motarbeidet i vitenskap og handel av Frances Bacons grunnleggende filosofi. *Hans tankegang er kvinne- og miljøfiendtlig.* Rachel Carson "tenkte galt", hevdet man da hun la grunnlaget for vår kunnskap om økologi. (11) Hun døde av kreft, utskjelt, ensom og fattig i 1964 med et institutt som var bankerott, men hennes påvisning av sammenhengen i naturen lever videre.

Da Wangari Maathai fikk Nobels Fredspris i 2004 hadde komiteen annammet at motarbeidelse av forørkning i Kenya kanskje kunne ha et fredsformål. Men menn organisert i formell fredsforskning, som på mange måter har stått for telling av våpen og har stor innsikt i de sikkerhetssystemene de avslører, kritiserte denne utdelingen. De hadde, med tilsvarende tenkning som sine motstanderes militære ledelser, ikke beveget seg ut av våpensmiene. Trussels- og krigstenkningens Clausewitz og Kahn var/er fremdeles deres klassikere, mens Gandhi og Martin Luther King ofte framstår som noen romantiske drømmere. Interessant i denne forbindelse er det at Gandhi sier at hans store saltmarsj ikke kunne blitt gjennomført uten kvinnene, og i 1936 skriver han at hvis freden noensinne skal komme til Europa må det skje gjennom ikke-voldelig motstand fra kvinnene.

Også når det gjelder vår ødeleggende økonomiske forståelse og praksis, fra de store multinasjonale selskapers rasering av råvarer til såkalte "nytenkende" økonomers lansering av gjeldssletting og en Tobin-skatt, finnes det fra kvinner alternativ tenkning om verdiskaping og alternative økonomiske modeller. De avviser usynliggjøringen av kvinners verdiskaping i ulønnet produksjon (også kalt reproduksjon) i husholdningene, i utviklingslandene så vel som i vår del av verden. Mange feministiske økonomer tar avstand fra at naturressurser oppfattes som uten økonomisk verdi før de er blitt forbrukt eller ødelagt.

Rosalie Bertells analyse av sikkerhetsbegrepet står da også i skarp kontrast til den sikkerhetstenkning og militære praksis som utelukkende blir tuftet på slagordet: "Hvis du vil ha fred så rust opp for krig". Hennes livsverk er mer å betrakte som en gave, slik det behandles teoretisk og filosofisk av forfatterinnen Genevieve Vaughan i boka: *For-Giving* (12) og ikke minst av den australske økonomiprofessoren Marilyn Waring i boka med den norske tittel *Hvis kvinnene fikk telle.* (13)

Miljøet, hensynet til urfolk og deres legitime krav

I teksten hittil har vi nevnt en del av de temaer som opplysningsarbeidet fra de mange videoopptakene skulle omfatte. De er nesten alle de samme som Dr. Bertell gjennomgikk i

sine framlegg. I tillegg hadde hun nye faglige og teoretiske argumenter og framstillinger. Disse omfattet målemetoder, tidspunkt for målinger av radioaktiv stråling etter ulykker der hun kritiserer de metodene som bare registrerer antall dødsfall innen en 30-dagers periode etter ulykker, samt mangel på innsikt eller villighet til å inkludere sykdom, svære lidelser og død på grunn av et svekket immunitetssystem, blant annet skadet av indre lavdose radioaktiv stråling.

Hun gir grundige innføringer i begreper fra biologi, kjernefysikk og epidemiologi, tar opp forandringer i atmosfæriske og miljømessige forhold som er helsefarlige og ga her i Oslo fremdeles uttrykk for en optimisme som i senere publikasjoner blekner betraktelig.

Hun refererer flere steder i slutten av sin første bok (1) til kvinners innsats. Enkelte ganger er det som å lytte til den store kulturanthropologen Margaret Meads røst da hun på oppdrag av FN i 1954 la fram en rapport om hvilke hensyn en måtte ta til urfolk og minoritetsgrupper ved utbredelsen av Vestens teknologiske industrisamfunn. Her krever hun - som resolusjonen fra FN senere samme år - at dette ikke må skje på bekostning av disse kulturenes egne selvforsynings- og selvopprettholdelsessystem, og at deres kulturelle tradisjoner må bli vist respekt.

I dag vet vi at det nettopp er i områder der urfolk lever at mye uran brytes. Historien om hva som skjedde i "The Four Corners" i New Mexico er langt fra enestående, noe som går sterkt fram av den australske legen Helen Caldicotts arbeider og i hennes FN-belønnede film *If you love this planet*. (14,15) Det er viktig å huske Dr. Bertells optimisme fra 1985. Samtidig er det viktig å forstå de forsvarsmekanismer som vi alle utvikler overfor truende informasjon. Det gjelder særlig informasjon der vi føler at vi ingen makt har til å forandre. Ikke bare finner vi fortieelse av informasjon fra de som hemningsløst utsetter oss for farer og helserisker, for hungersnød og utbytting, men det gjelder reaksjoner nettopp fra alle dem som føler seg hjelpeløse, "reaksjoner på trusler".

For å opprettholde en foreløpig psykologisk balanse kreves det fornektelse og av og til ren aggresjon overfor dem som blottlegger intersemotsetninger og overgrep. Det er hele vårt reaksjonsmønster når vi står overfor trusler som også fører til unnvikelse og manglende villighet til protest og kunnskapssøking. Da blir det også en merkelig motsetning mellom det ordtakene som sier "Join the Army and Survive" og det som opplysningsforfattere om de virkelige trusler lanserer som: "Protest and Survive". Vi i fredsbevegelsen tilhører nok den siste gruppen, men erkjenner fullt ut hvordan forsvarsmekanismer fungerer, ofte helt inntil selvutslettelse. Vi må finne de riktige pedagogiske grep som kommer bak forsvarsmekanismene og

bryter igjennom dette skjold uten at menneskene føler at alt håp er slutt.

Etterord

Denne artikkel bygger på mitt følge med forskeren, fredsaktivisten og helsearbeideren Rosalie Bertell gjennom 30 år. Etter mitt første møte med henne i Halifax i 1981 har jeg latt meg inspirere av hennes filosofi, hennes tro og arbeidsomhet som jesuittisk nonne. Hun har viet sitt liv til internasjonalt arbeid for helse, spesielt ved å rette oppmerksomheten mot et fenomen som atommafiaen hater, nemlig den ødelagte helse som kommer av eksponering for indre lavdose radioaktiv stråling.

Innholdet bygger på bøker og artikler hun har skrevet, på foredrag og på de åtte forelesninger som hun holdt på Oslo Universitet og i Nobelsalen i 1987. Hun inspirerte med sitt mot og med en tverrfaglighet som flere profesjonelle i konvensjonell medisin, fysikk og biologi kritiserer henne for og som de mener svekker hennes faglige troverdighet.

Når hun interesserer seg for så ulike fenomener som sterk reduksjon i levealder i en landsby som tidlig ble rammet av en atomavfallsulykke i Sovjetunionen til de aborterte "gelébarna" etter franske atombombep prøver på Sydhavsøyene, fra forskerdeltakelsen verden rundt i det amerikanske HAARP-prosjektet, og til svekkelse av immunsystemet avhengig av bostedets avstand fra fungerende atomkraftverk, så ber hun selvsagt om trøbbel. Om dette og mer har hun holdt forelesninger rundt om i verden. Mye av dette gikk inn i Oslo-forelesningene. Hun sier her, sent på 1980-tallet, at hvis forskere ikke er klar over at deres begrep på ulike nivå, på molekylær-, organ- og individnivå gjennom ulike teorier ødelegger vår korrekte forståelse av dette saksområdet, vil nødvendige løsninger måtte vente lenge.

Når ulike sterke interessegrupper fremmer helt forskjellige "sannheter" om hvor ufarlig radioaktivitet og strålingens virkninger er på mennesker og miljø, kan alvoret om disse helseskader ikke nå fram i en verden av forskning og politikk der de sterke bestemmer forskningsresultatene og deres anvendelse. Da står sannheten om overlevelse og miljøvern overfor en dødelig trussel. De temaene Rosalie Bertell tok for seg i Oslo-forelesningene viste seg å være enten ytterst truende eller uvesentlige blant de 360 journalister, politikere og medisinsk personell som ble invitert. Bare 8 - 12 mennesker møtte opp til forelesningene som ble tatt opp på video. Politiske partier, unntatt SV, som jeg tilhørte, fant å ikke ville bidra til denne opplysningsvirksomhet.

Jeg har brukt stoff fra hennes bok fra 1985 (1) , fordi mye av dette inngikk som innhold i foredragene. Det gjør jeg også slik fordi stoffet

dermed blir bedre tilgjengelig for interesserte enn de norsktekstede videoopptakene hvorav enkelte nå er overført til DVD. Hun utfordrer ikke bare de avgrensede fagdisipliners hegemoni, men tillater seg å blande sin moralfilosofi inn i profane, etisk sterile vitenskaper. Med slike forestillinger burde hun ha satt seg ned og tenkt vitenskapsteoretisk - i store filosofiske bind. Kanskje hun da ville fått en annerledes anerkjennelse. Men hva skal en gjøre med kvinner som handler i overensstemmelse med det de tror, mener de vet noe om og føler seg

moralsk forpliktet til ?

I Halifax i 1981 foreleste hun for et fullsatt auditorium. Der trakk hun fram en del av de funn hun hadde fra sine befolkningsundersøkelser i regi av atomindustrien som hun hadde arbeidet for. Men i løpet av hennes opphold forsto jeg hva som hadde skjedd i USA i området "Downwind Nevada". Senere inngikk disse forskningsresultatene i forelesningene i Oslo.

Innholdet i dette kapitlet står selvfølgelig for min egen regning som forfatter.

Litteratur:

1. Rosalie Bertell, *No Immediate Danger*, Prognosis for a Radioactive Earth, 1985
2. Rosalie Bertell, *Planet Earth: The Latest Weapon of War*. 2000
3. Per-Aslak Ertresvåg, *SOV, mitt lille Norge*, Koloritt Forlag 2010.
4. Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jørgen Randers, *Limits to Growth*, 1972
5. *Report of the United Nations Conference on the Human Environment*. Stockholm 1972.
6. Barbara Ward and Rene Dubois, *Only One Earth: The Care and Maintenance of a Small Planet*, 1972.
<http://www.unep.org/documents/default.asp?documentid=97>
7. *Chernobyl : Environmental Health and Human Rights Implication*, Vienna, Austria 12-15 April 1996
8. Ruth Leger Sivard, *World Military and Social Expenditures*, årbøker 1974-96
9. Vandana Shiva, *The Violence of the Green Revolution*, 1993
10. Carolyn Merchant, *The Death of Nature. Women, Ecology, and the Scientific Revolution*. 1992
11. Rachel Carson, *The Silent Spring*, 1962
12. Genevieve Vaughan, *For-Giving. A Feminist Criticism of Exchange*.
13. Marilyn Waring, *Hvis kvinnene fikk telle*. Cappelen 1991.
14. Helen Caldicott, *If you Love This Planet* (film).
15. Helen Caldicott, *Om å skjære smør med motorsag. Sammenhengen mellom atomkraft og atomvåpen*, norsk versjon av foredrag HC holdt i Montreal 1980. Oversatt av Hege Hallset, Kvinneverkstedet SFINXA, 1982.

Sjøtransport av atomsubstans

For mer enn 31 år siden, den 11. mars 1975, vedtok Stortinget å ratifisere "Konvensjonen om erstatningsansvar ved sjøtransport av atomsubstans". I korthet betydde det at våre redere fikk lov til å tjene store penger på å frakte atomavfall uten å være forpliktet til å forsikre lasten.

I forbindelse med en Nordsjøkonferanse avholdt under den forrige regjeringen, kom spørsmålet om utslipp fra gjenvinningsverket for brukt atombrense i Sellafield opp. Det hevdes at vår miljøvernminister håpet det ville bli vedtatt et internasjonalt forbud mot frakt av atomsubstans. Spørsmålet er i dag høyaktuelt. Atomavfall fra flere land blir fraktet til Russland for oppbevaring. Frakten skjer utenfor norskekysten: en kyst det ikke er enkelt å seile langs. Spørsmålet er om vi i det hele tatt kan kreve stopp eller forsikringer i fall en ulykke skulle skje.

Vi kunne ha unngått dette hvis vi i 1975 hadde latt være å ratifisere "Konvensjonen om erstatningsansvar". Det forelå to forslag til vedtak: Utenriks- og konstitusjonskomiteens flertall foreslo at Norge skulle ratifisere avtalen. Mindretallet fra Sosialistisk Valgforbund (nå SV) mente at så ikke burde skje.

Hvem skal gjennomføre denne begravelsen uten å spille et gram plutonium i havet?

Historien er tragikomisk. Som ungt damemedlem av komiteen ble jeg oppfattet som lett å lure. Derfor var det meg som fikk 12-14 setninger lagt i hendene, med kort beskjed fra komiteens sekretær om at dette var en rutinesak. Jeg nektet å skrive under. Over 200 timer ble brukt på å sette seg inn i saken: Daværende lektor Otto Bastiansen ved Universitetet i Oslo ble kontaktet. Han advarte på det sterkeste mot å ratifisere konvensjonen med den begrunnelse at atomsubstansen kunne

falle i hendene på terrorister. Han ba meg reise til Trondheim for å snakke med fysikeren Harald Wergeland. Wergeland ga en leksjon om hvilke konsekvenser det ville ha om bare ett gram plutonium skulle "lekke" ut i havet. Av nysgjerrighet ringte jeg Industridepartementet for å finne ut hvordan råstoff til Halden-reaktoren ble fraktet til Norge og fikk snakke med en herre som med latter i stemmen kunne fortelle en uinnvidd: "Du skjønner da vel at en atomreaktor må ha mat, fru Ås? Vi tar bare en liten koffert..." Jeg tok det for en grov spøk, men skjønnte at det ikke var populært å stille spørsmål.

Kontakter i USA skaffet loven "The Piece Anderson Act" som anga størrelsesordenen på en eventuell forsikringsutbetaling. Ettersom erstatningssummen for ulykker til lands ville bli så enorme, ville de største forsikringsselskapene ikke være i stand til å dekke mer enn 16 prosent (omkring 60 millioner dollar). De ville bare være villige til å forsikre laster med radioaktivt materiale hvis den amerikanske staten garanterte for de resterende 84 prosentene. Og dette gjaldt frakt på landjorda! Så hendte det at Rederiforbundet ønsket seg en bestemt avgjørelse og inviterte Utenrikskomiteen på middag. En av rederne tok meg kraftig i skole, men en av Arbeiderpartiets mer ukjente representanter, Hr. Lien fra Kristiansand, satte ham på plass og sa at komiteen ikke fant seg i at en av dens medlemmer ble behandlet på denne måten. Senere, før saken kom opp til behandling i stortingssalen, sa imidlertid Lien lakonisk: "Vi pleier å la rederne få det som de vil, Berit."

Hva skjedde så med de uttallige sidene med utredninger som jeg til slutt la fram for komitémedlemmene? Den tidligere statsministeren Per Borten fant ikke grunn til å bla igjennom dokumentene, men klappet meg faderlig på skulderen og spurte om Berit Ås, som jo var

isbader, ikke vil ha glede av et lite kjernekraftverk i Oslofjorden, så fjorden kunne bli varmet opp fra spillvannet i de kaldeste vintermånedene?

Statsminister den gang, Oddvar Nordli, fant at han ikke hadde tid til å se på materialet. Dessuten hadde jo representant Ås kunnet finne ut ved å ringe Riksdagen i Sverige, at saken der hadde gått glatt gjennom. Det ble nødvendig å skrive en lang og utfyllende begrunnelse for forslaget om at Norge ikke burde ratifisere avtalen. I *Stortingstidende* finnes teksten på sidene 3230-3232, 1. mars 1975. I ettertid er det blitt klart for meg at selv denne begrunnelsen var for utfyllende til at vanlige komitémedlemmer ville avsette tid til å lese den skikkelig.

Hva nytter det med referanser til en lederartikkel i *New Scientist*? Hva nyttet det med henvisninger til helsedirektør Karl Evangs sterke betenkeligheter? Hva nytter det i det hele tatt med å ta opp motstanden mot de sterke kreftene som internasjonalt vil beholde både kjernekraftverkene og råstoffet som trengs for å framstille atomvåpen?

Hva skal den norske regjering gjøre i dag, når store mengder høyradioaktivt avfall ligger foreløpig lagret? Skal det legges 5-600 meter under havoverflaten, slik fremtredende fysikere nettopp foreslo? Hvem skal gjennomføre denne begravelsen - uten å spille ett gram plutonium i havet? Kanskje sette opp et lite advarselsflagg der nede slik at framtidige oljeselskap vet hvor de ikke skal borre? Hva skal den rød-grønne regjeringen

gjøre i dag - annet enn å svelge nye Sellafield-uhell som forurensar fisk, andre dyr og planter langs norskekysten? Nylig målte Statens Strålevern høye verdier av radioaktivitet i blæretang på Vestlandet. Det var i ferd med å ødelegge ryktet for norsk sjømateksport til EU, et forhold som førte til et hastemøte i Stamsund der de økonomiske - ikke de helsemessige - konsekvensene ble alvorlig diskutert.

Den sterkeste har rett selv om det fører til skade på fisk og miljø, på det reproduktive systemet hos menneskene langs strendene og til forgiftning av tang og skalldyr. Andre verdensomfattende selskap som produserer varer med store helseomkostninger, for eksempel tobakk, viser at det i slike saker foreligger snev av forretningsmessig etikk. Men er ikke dette et spørsmål med enda større konsekvenser, ikke bare for oss, men for alle dem som kommer etter oss?

I tillegg til å støtte den irske ministeren bør vel Norge ta opp igjen spørsmålet om frakt av atomsustans til sjøs straks?

Så, hva gjør vi, fru miljøvernminister?

Berit Ås, tidligere SV-leder

Artikkelen ble første gang publisert 7. juli 2006 i Ny Tid, og er noe redigert

Radioaktive stoffer

For å kunne forstå forhold omkring radioaktivitet, må vi ha noen grunnleggende kunnskaper. Det følgende er en forenklet oversikt.

Alt omkring oss er bygd opp av atomer, **grunnstoffer**. Vi har 92 naturlige grunnstoffer i tillegg til ca. 20 kunstig framstilte grunnstoffer.

I kjerne til grunnstoffene har vi **protoner** (positive) og **nøytroner** (nøytrale). Det er antallet protoner i kjernen som bestemmer hvilket grunnstoff vi har, atomnummeret til stoffet, atomnummeret til stoffet er lik antall protoner. Med uran som eksempel kan dette skrives ${}_{92}\text{U}$. Summen av antall partikler (protoner og nøytroner) i kjernen bestemmer atommassen til det enkelte grunnstoffet. Dette skrives ofte U-238. Det kan også skrives ${}^{238}\text{U}$.

Mange grunnstoffer forekommer i flere varianter, **isotoper**, ved at antall nøytroner i kjernen er forskjellig. Et eksempel er naturlig uran: uran-238, uran-234 og uran-235. Det finnes i tillegg over 20 kunstig framstilte uranisotoper.

At et grunnstoff er **radioaktivt** betyr at kjernen er ustabil og sender fra seg radioaktiv stråling for å bli stabil.

Kjernekraft og kjernevåpen benytter seg av dette at visse grunnstoffer har ustabile kjerner og utnytter denne energien. Drift av kjernekraftverk skaper flere hundre spaltingsprodukter, **radioaktive isotoper** både av de naturlige stabile grunnstoffer og av de kunstige grunnstoffene.

Som et eksempel kan vi se på grunnstoffet **cesium, Cs**. Det er grunnstoff nr. 55 (altså 55 protoner i kjernen) og forekommer i naturen hovedsaklig med 133 partikler i kjernen. Men i det radioaktive nedfallet fra Tsjernobyl finner vi de to radioaktive isotopene med henholdsvis 134 og 137 kjernepartikler. Oftest ser vi dem skrevet som Cs-134 og Cs-137, eventuelt ${}^{134}\text{Cs}$ og ${}^{137}\text{Cs}$. Disse har da 1 og 3 flere nøytroner i kjernen enn den stabile naturlige isotopen Cs-133.

Tilsvarende har vi at naturlig **jod, I**, (atomnummer 53) har hovedsaklig 127 partikler i kjernen. I de radioaktive spaltingsprodukter fra kjernekraftverk finnes en rekke jodisotoper, de viktigste er I-129, I-131 og I-133.

I naturen finner vi små mengder **strontium, Sr**, som er en blanding av Sr-87 og Sr-88, mens vi i spaltingsproduktene finner Sr-89 og Sr-90.

Plutonium, Pu, er et av de menneskeskapte grunnstoffene. Det er kjent 20 isotoper av Pu. I tillegg til at de er radioaktive, er Pu ekstremt giftig kjemisk sett. Pu-239 har halveringstid på 24 110 år.

Radon er et naturlig grunnstoff som dannes i uran- og thoriumserien, se vedlegg 2. Det forekommer bare som radioaktive isotoper, den vanligste er Rn-222. Ra-220 kalles thoron fordi den dannes fra **thorium, Th**.

Vi har tre typer radioaktiv stråling: **α -stråling**, **β -stråling** og **γ -stråling**.

α -stråling er positivt ladde partikler som sendes ut fra kjernen i form av to protoner og to nøytroner (helium-kjerner). De har stor energi, men rekkevidden er bare noen cm og strålingen stoppes for eksempel av et papirark. Det er først når vi får stoffer som sender ut α -stråling i direkte kontakt med kroppen, på huden eller inn gjennom pust eller mat, at strålingen kan skade. Blodet vil kunne frakte stoffene fra lungene eller fordøyelseskanalen ut til ulike organer. Ved utsendelse av α -stråling reduseres atomnummeret med 2, det betyr at vi får et nytt grunnstoff, som vist i vedlegg 2.

β -stråling er negativt ladde partikler som sendes ut fra kjernen i form av elektroner. Et elektron dannes når et nøytron i kjernen omdannes til et proton. Atomnummeret øker med 1 og vi får altså et nytt grunnstoff, se vedlegg 2. Strålingen har noe mindre energi, men lengre rekkevidde enn α -strålingen, ca. 20 cm. Den stoppes av glass, metall eller betong.

γ -stråling er elektromagnetisk stråling. Den har lang rekkevidde og stor gjennomtrengings-evne. Det må tykk betong eller bly til for å stoppe den. γ -strålingen er den radioaktive strålingen som er enklest å måle.

Hver av de radioaktive isotopene sender ut stråling med sine spesielle **energier**. Det betyr at når en måler energifordelingen i strålingen fra et radioaktivt stoff, kan en bestemme hvilken isotop eventuelt blanding av isotoper en har med å gjøre.

Hver av de radioaktive isotopene har dessuten sin spesielle **fysiske halveringstid**, $t_{1/2}$. Det er den tiden det tar til halvparten av de radioaktive kjernene er omdannet. For Cs-134 er halveringstiden 2,4 år, for Cs-137 ca. 30 år. I-131 har halveringstid på 8 døgn. Og Sr-89 og Sr-90 henholdsvis har halveringstider på 50 dager og 28 år. Det betyr at de ulike radioaktive isotopene vil finnes igjen i naturen i ulik langt tid f. eks. etter en ulykke som den i Tsjernobyl.

Biologisk halveringstid er den tiden det tar før halvparten av en radioaktive isotop er skilt ut fra et organ eller en levende organisme.

Økologisk halveringstid er den tiden det tar til halvparten av et radioaktivt stoff er forsvunnet ut av et økosystem, det vil si ikke lenger er tilgjengelig for planter eller dyr som lever der.

Aktiviteten til en radioaktiv isotop, hvor raskt nedbrytingen er, måles i becquerel, Bq. Dette står for kjerneomvandlinger per sekund. 1 Bq er 1 kjerneomvandling per sekund. For faste stoffer gis aktiviteten per kilogram, Bq/kg, for flytende stoffer per liter, Bq/l, og for gasser per kubikkmeter, Bq/m³.

Stråledose gir den energien (målt i joule, J) som absorberes per kilogram av det materialet som blir bestrålt og måles i **gray, Gy**. **1 Gy = 1 J/kg**.

Biologiske stråledose måles i **sievert, Sv**. Enheten gir den effekten strålingen har avhengig av hvilken strålingstype som virker. $1 \text{ Sv} = 1 \text{ Gy} \cdot W_r$, der W_r står for vektfaktor som har ulik verdi for ulik type stråling. Mest vanlig brukes enheten **mSv**, millisievert.

Gjennomsnittlig stråledose til den norske befolkningen per år er 2,5 mSv. Akseptabel **tilleggsdose** er 1 mSv per år.

Det er forskjell på om en blir utsatt for ytre stråling, eller om de radioaktive isotopene kommer inn i kroppen og avgir sin stråling til ulike organer der. Derfor er begrepet stråledose noe vanskelig å forholde seg til og stråledosen blir også vanskelig å beregne eksakt.

Tidligere målet en aktivitet for radioaktive isotoper i curie, Ci.
 $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$, dvs. $3,7 \times 10000000000 \text{ Bq}$

Utfyllende opplysninger kan f.eks. finnes på Statens stråleverns hjemmesider <http://www.nrpa.no/>

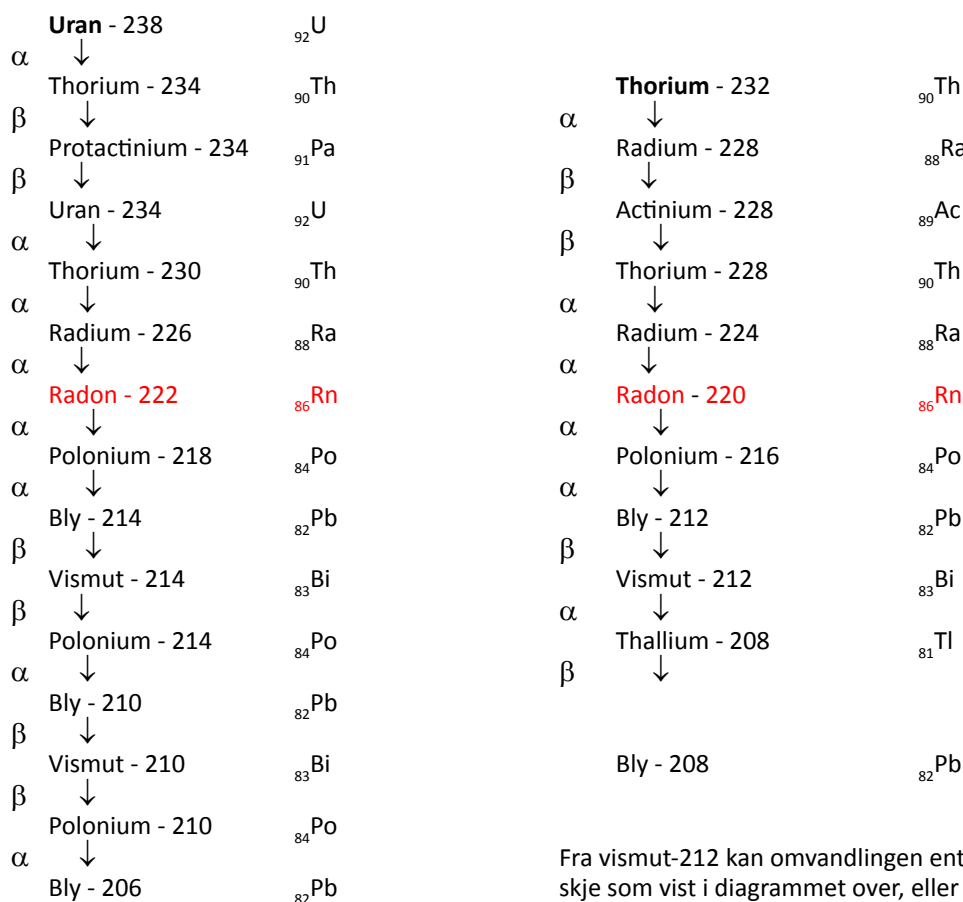
Nedbrytingskjeder

De to radioaktive familiene, uran-serien fra uran-238 og thorium-serien fra thorium-232, illustrere svært godt forhold omkring radioaktivitet som er beskrevet i vedlegget Radioaktive stoffer. Gjennom en rekke kjerneomvandlinger ender disse opp henholdsvis som stabilt bly-206 og bly-208.

Skjemaet under viser nettopp dette at utsendelse av α -stråling reduseres antall kjernepartikler med 4, antall protoner med 2. Atomnummeret reduseres altså med 2. Ved β -stråling skjer en omvandling inne i kjernen ved at et nøytron endres til et proton. Antall kjernepartikler er det samme, men antallet protoner (og atomnummeret) øker med 1 og vi får et nytt grunnstoff.

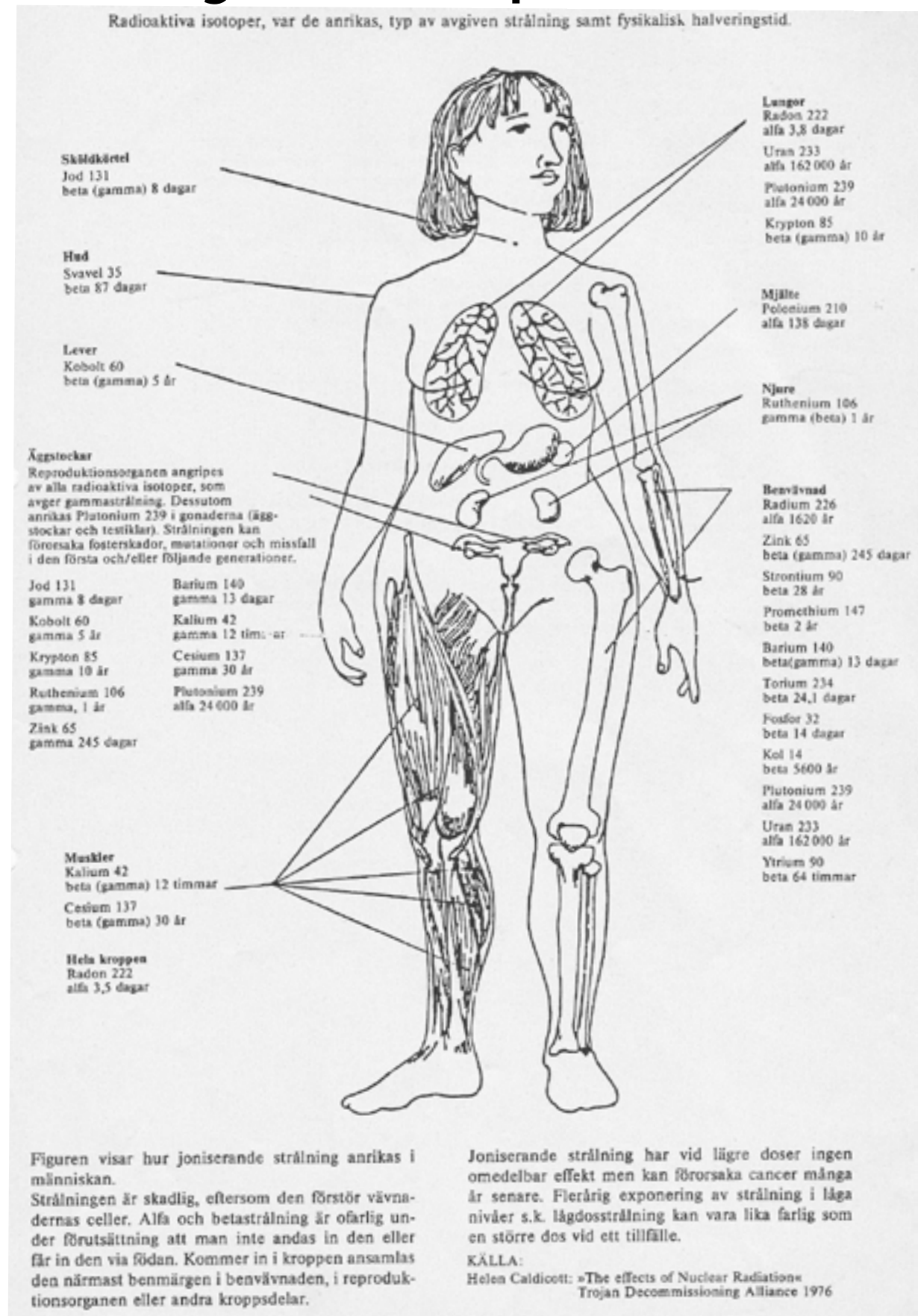
Uran, thorium og radium har svært lang fysisk halveringstid, uran-238 nærmere 4,5 milliarder år. Denne nedbrytingen har foregått og foregår derfor hele tiden i naturen. Enkelte av de andre isotopene har halveringstider på millisekund, minutter, dager og noen få år. Radon-222 har halveringstid på 3,2 dager, mens Rn-220 har halveringstid på 55,6 sekund.

Det er bare radon som er i gassform i nedbrytingskjedene, i thoriumserien kalles gassen thorongass. De faste partiklene etter radon kalles henholdsvis radondøtre og thorondøtre.



Fra vismut-212 kan omvandlingen enten skje som vist i diagrammet over, eller den kan gå via polonium-212 til stabilt bly-208.

Strålingseffekter på människor





Kvinneblikk på atomkraft er utgitt av Internasjonal Kvinneliga for Fred og Frihet (IKFF).
IKFF er norsk avdeling av Women's International League for Peace and Freedom WILPF.

Adresse: Storgt 11, 0155 Oslo

Telefon: 93 08 96 44

E-post: ikff@ikff.no

Nettside: www.ikff.no