


FFI -   
TEKNISK NOTAT F-350

## LAVANRIKNING AV URAN SETT I LYS AV KJERNEVÅPEN- PROBLEMATIKKEN

av

G Barstad

**FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT**  
NORWEGIAN DEFENCE RESEARCH ESTABLISHMENT  
Postboks 25 - 2007 Kjeller, Norge

**FFIP**  
**Teknisk notat P-350**  
**Referanse: 136**  
**Dato: September 1979**

**LAVANRIKNING AV URAN SETT I LYS AV KJERNEVÅPEN-  
PROBLEMATIKKEN**

av

**G Barstad**

Kjeller 3 september 1979

**FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT**  
Norwegian Defence Research Establishment  
Postboks 25 - 2007 Kjeller  
Norge

## LAVANRIKNING AV URAN SETT I LYS AV KJERNEVÅPEN- PROBLEMATIKKEN\*

### SAMMENDRAG

Et vanskelig problem i tiden fremover er å legge opp sivil kjerneteknologi slik at flere land ikke settes i stand til å produsere kjernevåpen.

Presisering av hovedproblemene

- 1) Høyt anriket uran fremstilt ved isotopseparasjon kan benyttes i kjernevåpen. Ved isotopseparasjon fremstilles også reaktorbrensel. Reaktorbrenslene bør være lavt anriket uran, som ikke egner seg til kjernevåpen. Separasjonsmetode og -anlegg bør ikke egne seg for høy anriking.
- 2) Ved drift av reaktorer dannes plutonium som er kjernevåpenmateriale, men det kan også benyttes som brensel i reaktoren. Det utbrente kjernevåpenmateriale fra reaktorer bør lagres under internasjonal kontroll uten utvinning av plutonium.

Det problemet som spesielt er tatt opp er å lavanrike uran uten at videre høyanriking faller lett. Breederreaktorer som krever plutonium eller høyt anriket uran bør i de nærmeste årtier ikke anvendes. Dette kan føre til øket behov for isotopseparasjon.

### 1 INNLEDNING

Behovet for kjerneenergi til fredelige formål vil øke i årene fremover. Hovedproblemet er da å hindre at nye land utvikler kjernevåpenteknologi og produksjon. De politiske problemer er: unngå motivering for anskaffelse av kjernevåpen, oppnå pålitelige nasjonale og internasjonale kontrollsystemer for kjerneteknologien, og utvikle kjerneteknologien i former slik at ingen nye land blir kjernemakter. Utvik-

---

\*Notatet er i tilknytning til Intern rapport F-666. Begrepet isotopseparasjon og andre grunnleggende begrep antas kjent.

lingen i de siste tiår har vært uheldig. Spørsmålet er hva som nå kan gjøres.

Lettvannsreaktorer og andre reaktorer med lavt anriket uran er i drift for sivil kjerneenergiproduksjon. Stadig større utbredelse ventes i årene fremover. Lavt anriket uran blir fremstilt ved isotopseparasjon med naturlig uran som utgangsmateriale. Ved "forbrenning" av uranet dannes plutonium som kan være kjernevåpenmateriale. Høyanket uran benyttes også til fremstilling av kjernevåpen. Et isotopseparasjonsanlegg som egentlig er bestemt for lav-anriking kan også brukes til høy-anriking av uran, dersom anlegget kan koples om til høyanket. Oppstartingstiden kan da være svært kort. For å redusere denne fare, bør lavanketmetoder ikke egne seg til høyanket. Et slikt produksjonsanlegg måtte bygges om med så stor innsats at det virker urimelig å gjøre det.

## 2 IKKE-GJENVINNING AV PLUTONIUM VIL ØKE BEHOVET FOR ISOTOPSEPARASJON AV URAN

Plutonium kan benyttes i reaktorer som brensel, men kan også benyttes i kjernevåpen. Så lenge plutonium ikke er absolutt nødvendig som reaktorbrensel er den enkleste løsningen på dette dilemma å lagre det radioaktive avfallet uten gjenvinning. Hvis dette blir gjort under internasjonal kontroll, vil det hindre konstruksjon av kjernevåpen basert på plutonium. Samtidig vil imidlertid behovet for isotopseparasjon av uran øke.

## 3 BREEDERREAKTORER

Breederreaktorer produserer under drift mer fisjonabelt materiale enn de forbruker. Disse reaktorer har vært ansett nødvendige for å utnytte bedre energien i "kjerne"-materialet. Men dermed økes også mulighetene for nye land

å skaffe seg våpen-uran. Særlig president Carter har vært sterkt interessert i å redusere denne fare.

Carter's politikk angående breederreaktorer:

- 1) Unngå videre utbredelse av de "Breederreaktorer": "liquid-metal fast breeder reactor" (LMFBR) som nå er under utvikling og benytter høyt anriket uran og plutonium. Disse produserer et overskudd av plutonium som kan brukes til kjernevåpen. En reaktorladning kan være nok til noen hundrede kjernevåpen.
- 2) Utvidet utvikling av "breedere" som er konstruert slik at det vil kreve komplisert arbeide om det fra "brenselet" skal fremstilles kjernevåpenmateriale.

Forskning på nr.2) breedertyper har vært ubetydelig. Det vil kreves lang forsknings- og utviklingstid før de kan bli tatt i bruk. Dette utvider den tidsperiode hvor særlig "lettvannsreaktorer" blir de viktige sivile reaktorer, og dermed også den tid det er nødvendig å isotopseparere uran.

Tilgjengelig uran kan bli en begrensende faktor. Dette kan skape behov for videre separasjon av U-235 fra utarmet uran.

#### SPREDNING AV LMFBR BREEDERTEKNOLOGI

Carter har fått liten tilslutning fra industristater. LMFBR breedere er under utvikling i andre industriland som: Storbritannia, Frankrike, Vest-Tyskland, Japan og Italia.

Disse stater har små egne forekomster av uran. De har også liten tilgang til konvensjonelle energikilder. Deres offisielle oppfatning synes å være at breederreaktorer er nødvendig i nær fremtid. Alle nevnte stater, unntatt Frankrike, har ratifisert "Traktaten om ikke-spredning av kjernevåpen" (NPT). De har også selv, eller i samarbeid med andre stater,

utviklet og bygget egne uran-isotopseparasjonsanlegg.

Det er tvilsomt om disse stater i noen tiår fremover vil akseptere eksportforbud av breederreaktorer og know-how til andre stater. Politiske forhold kan muligens føre til at eksport blir nødvendig. Selv ved eksport under internasjonal kontroll, kan mottakerstater bryte en avtale og skaffe seg materiale til kjernevåpen. Det må antas at muligheten for andre stater til selvstendig å utvikle bredere er liten.

#### 5 ISOTOPSEPARASJONSANLEGG OG SPREDNING AV KJERNEVÅPEN

De nåværende sivile anlegg for isotopseparasjon er hovedsakelig beregnet for lavanriking av uran. Om det ønskes høyere anriking, kan denne foregå i etapper og kreve lengre tid. Noen anlegg kan omkobles og få mer effektiv kaskadeforming. Dette skaper større eller mindre vanskeligheter, avhengig av den prosess som blir benyttet.

Problemet å hindre at andre land skaffer seg kjernevåpen blir stort, om anlegg som skal dekke nasjonale behov relativt lett kan koples om til produksjon av høyt anriket uran.

Forholdsregler kan være å holde slike anrikingsmetoder hemmelige og hindre salg av anlegg og komponenter til anlegg. Samtidig kan pålitelige leveranser av anrikingsarbeid tilbys rimelig som kompensasjon til land som ikke bygger nasjonale anlegg. Slikt anrikingsarbeide kunne utføres ved multinasjonale anlegg. Det ville øke sikkerheten for leveranser til deltagende stater. Et fellesanlegg kunne sannsynligvis bygges og drives betydelig billigere enn mindre nasjonale anlegg. Dessverre ville fellesanlegg kunne føre til større spredning av kjennskap til konstruksjon, komponenter og drift av slike anlegg. Politisk ustabile forhold kan føre til at samarbeidet oppløses. For å unngå at dette leder til bygging av nasjonale anlegg tilpasset våpenproduksjon og uten internasjonal kontroll, vil det være viktig at felles-

anlegget er basert på en metode egnet for lavanrikning, og dårlig tilpasset høyere anrikning av uran.

6 DAGENS FORSKNINGSRETNING: METODER SOM MULIGGJØR HØY ANRIK-  
NING I SMÅ ANLEGG

Ved de isotopseparasjonsmetoder som nå benyttes, foregår separasjonen i flere trinn i en kaskade. Samme prosess gjentas i hvert trinn. Kaskadesystemet er tilpasset den anrikning man vil oppnå. For å oppnå et enkelt system med få trinn, har forskningen hovedsakelig gått i retning av å utvikle metoder med høyest mulig anrikning pr trinn.

Hvert trinn i kaskaden kan være oppbygget av en eller flere like enheter. Ved ultrasentrifugemetoden er en ultrasentrifuge en slik enhet. For å oppnå en maksimal isotopseparasjonseffekt vil ultrasentrifugene ha en optimal utforming. Denne utforming vil være avhengig av den tilgjengelige teknikk. Isotopseparasjonseffekten er et produkt av isotopseparasjonsgraden og den masse som isotopsepareres pr tidsenhet. Ved høy isotopseparasjonsgrad som ved ultrasentrifugemetoden kan et anlegg for produksjon av kjernevåpenuran bygges i relativt få trinn som et lite anlegg. Dette anlegg kan være dannet ved ømkobling av et anlegg som egentlig var bestemt for lavanrikning av uran passende for sivile reaktorer.

Forskning og utvikling på feltet isotopseparasjon av uran har hovedsakelig gått i en retning som gjør det lettere for nye land å skaffe seg kjernevåpen. Forenkling av kaskadene ved høyest mulig separasjon pr trinn har resultert i, som ved ultrasentrifugemetoden, at optimalt lønnsomme separasjonsenheter er små. Derved kan kanskje små anlegg bli nesten like lønnsomme som store. Det blir mulig å bygge små nasjonale anlegg som relativt lett kan ømkobles fra lav til høyere anrikning.

## ISOTOPSEPARASJONSANLEGG SOM VANSKELIGGJØR NY VÅPENPRODUKSJON

Det er ikke gitt at en økonomisk isotopseparasjonsmetode må gi høy anriking pr trinn. Anlegget må heller ikke bestå av små separasjonsenheter.

Liten separasjon pr trinn, men store separasjonsenheter, kan være økonomisk lønnsomme i store anlegg.

Isotopseparasjon av uran ved diffusjon gjennom membraner er et eksempel på en slik metode. Ved den vil en omkobling fra lavanriking for "lettvanns"-reaktorer til høyanriking for kjernevåpen kreve betydelige konstruksjonsendringer. Dessverre kan metoden være mindre aktuell for nye anlegg på grunn av et stort energiforbruk i forhold til andre, f.eks. ultrasentrifugemetoden. Den forutsetter billig energi for å kunne være konkurransedyktig.

Men det skulle være mulig å utvikle andre metoder som i store anlegg kan produsere lavanriket uran til konkurransedyktig pris. Ønskelige egenskaper for en slik metode:

- 1) Metoden må kunne produsere lavt anriket uran til konkurransedyktig pris i store anlegg. Helst bør andre metoder utkonkurreres.
- 2) Anlegg bygget for lavanriking bør ikke uten store omkostninger og lang byggetid kunne legges om til anriking av uran for kjernevåpen.
- 3) Metoden bør være komplisert både med hensyn til konstruksjon og virkemåte. Viktige opplysninger vedrørende metoden bør helst være unødvendige for alminnelig drift og vedlikehold. Spesielle personer tar seg av kritiske drift- og vedlikeholdsproblemer.
- 4) Metoden må gi mulighet til å konstruere et isotopseparasjonsanlegg slik at alt ligger til rette for enkel og effektiv internasjonal kontroll uten at viktige opplys-



ninger blir spredt.

For å oppnå en utsettelse med utbygging av breederreaktorer, bør en slik metode føre til så billig separasjonsarbeid at den kan bruke dagens "avfallsuran" fra tidligere isotopseparasjon som råstoff. Fremtidens avfallsuran bør bli langt fattigere enn det som nå er vanlig.

Om f eks avfallet inneholdt 0,1% U-235, istedet for det vanlige 0,2-0,3%, ville betydelig mer brensel kunne bli tilgjengelig fra de begrensede uranressurser som antas å være tilgjengelig. Dette ville også sannsynligvis bety at metoden brukt i store anlegg helt ville utkonkurrere andre metoder ved lav anriking av uran.

Hvilken mulighet er det for å utvikle en slik metode?

Det er i Frankrike ved "Commissariat a l'Energie Atomique" under utvikling en metode for isotopseparasjon av uran som synes å tilfredsstille de vesentligste krav. Det er en metode for lavanriking av uran som ikke egner seg for høy anriking. Det antas at metoden blir økonomisk lønnsom ved lavanriking. Det dreier seg om en kjemisk utvekslingsprosess mellom to væskefaser som krever lang oppstartingstid. Denne oppstartingstid blir særlig lang ved høyanriking av uran (noen titalls år). Dessuten er det ved høyanriking fare for at en nøytronkjedeprosess kan startes om en "kritikalitet" overskrides ved uhell. Dette vil selvfølgelig vanskeliggjøre bruk av metoden ved anriking av kjernevåpenuran.

#### VANSKELIG Å HINDRE AT MAN FÅR NYE KJERNEVÅPENMAKTER

Behovet for energi og å sikre seg nasjonal uavhengighet fører til press for utbygging av sivil kjerneenergi uten hensyn til spredning av kjernevåpen. Dessuten føler flere

stater seg truet og i høy grad motivert for anskaffelse av kjernevåpen. Ultracentrifugeanlegget for lav og høy anriking av uran kan tilfredsstillende behøvet for lavt anrikt uran til sivile reaktorer. Men slike anlegg kan også produsere høyt anrikt uran som egner seg for kjernevåpen.

Et spørsmål som ble stilt i det britiske Underhus 27/6 1979 antyder at nettopp denne metoden kan ha ført Pakistan fram til kjernevåpenproduksjon. En pakistansk fysiker som arbeidet på sentrifugeprosjektet i Nederland først på 1970-tallet kan ha skaffet seg informasjon nok til å bygge opp et anlegg hjemme. Dette skal ha skjedd til tross for at man regnet med å ha tilfredsstillende sikkerhetskontroll.

En god sikkerhetskontroll er derfor neppe nok når man arbeider med metoder som egner seg for høyanriking. Arbeidet er så komplisert og spredt utover så mange ledd i et moderne samfunn at det nesten er umulig å føre kontroll med at bare "sikre" folk er involvert. Derfor vil det også av denne grunn være betydningsfullt om man gikk over til separasjonsmetoder som egner seg til lav anriking av uran for den sivile kjerneenergi, men ikke til høy anriking for kjernevåpenproduksjon.

