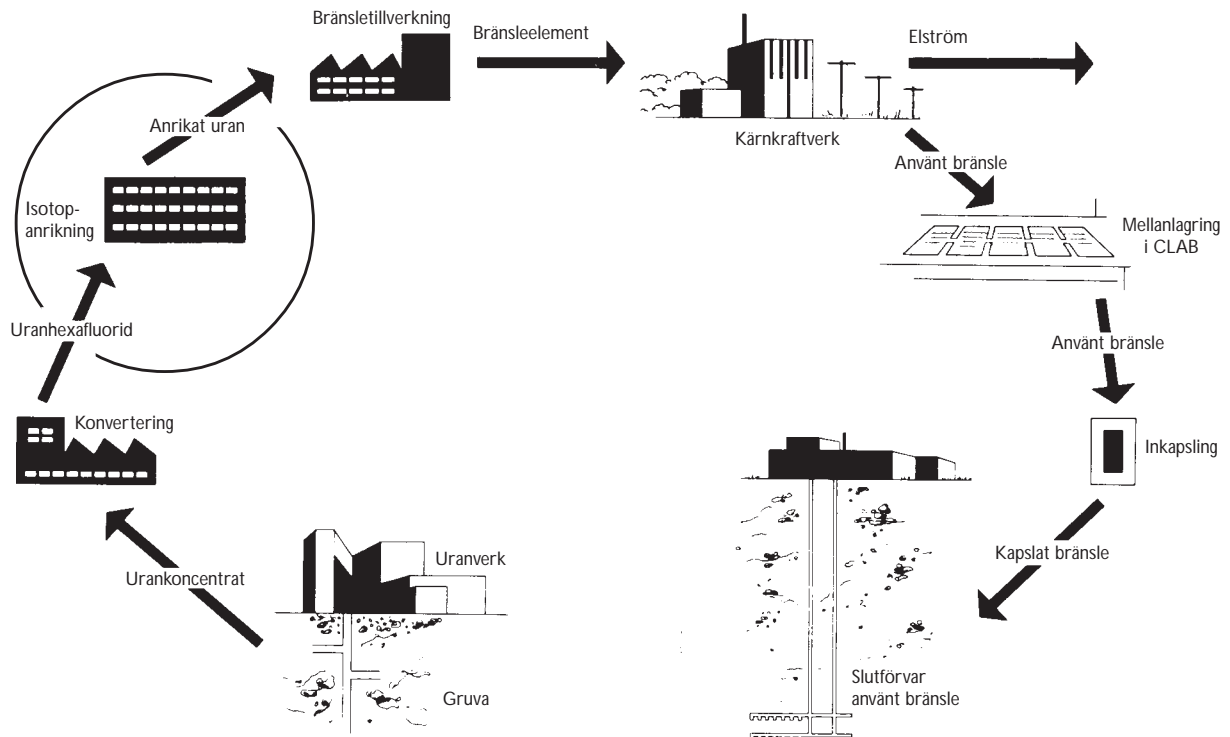


## Isotopanrikning av uran Säkerhets- och miljöaspekter



*Kärnbränslecykelns olika led*

The Uranium Institute är en internationell sammanslutning av företag som utvinner eller förädlar uran, kraftföretag som använder kärnbränsle och andra företag med anknytning till kärnbränslecykeln. Institutet har 80 medlemsföretag från 18 olika länder. Institutet har en omfattande verksamhet för kommunikation till allmänheten och kan nås via sin World Wide Web adress: [http:// www.uilondon.org](http://www.uilondon.org). Institutet kan även nås via sin adress:

*The Uranium Institute  
Twelfth floor, Bowater House West  
114 Knightsbridge  
London SW1X 7LJ England  
Telefon: 009 44 171 225 0303  
Fax: 009 44 171 225 0308*

Uranium Institute har bildat en arbetsgrupp för "Kärnbränslecykelns säkerhets- och miljöaspekter". Denna arbetsgrupp har givit ut ett antal korta infoskrifter på temat Säkerhets- och miljöaspekter inom kärnbränslecykelns olika led.

Projekt Kärnbränsle och Miljö har tidigare översatt institutets skrifter "Utvinning av uran/Säkerhets- och miljöaspekter" och "Konvertering av uran/Säkerhets- och miljöaspekter" till svenska. Denna skrift bygger på en av Uranium Institute's skrifter, men har kompletterats med ett avsnitt om teknik och ett om svenska kraftföretagsköp.

De svenska reaktorerna – liksom alla lättvattenreaktorer – behöver låganrikat uran

som kärnbränsle. Därför behöver natururanet *isotopanrikas* för att öka halten av den isotop som lätt kan klyvas (kärnklyvning är den process som ger upphov till energin i reaktorn).

#### **Stegen vid tillverkning av kärnbränsle är:**

- *natururankoncentrat* produceras i gruva och uranverk
- koncentratet *konverteras* till natururanhexafluorid
- natururanhexafluoriden *isotopanrikas* till låganrikat uran
- låganrikat uran används för *tillverkning av kärnbränsle*.

#### **Lagar, förordningar, inspektion och internationell standard**

I de länder där uran isotopanrikas har regeringarna stiftat lagar och förordningar som reglerar verksamheten. Regeringarna har infört regler för att skydda miljön och se till att tillräckliga säkerhetsåtgärder vidtas. Sådana regler grundas på principer som införts genom internationell standard.

För en isotopanrikningsanläggning krävs en rad olika tillstånd innan den kan tas i drift. Beslut om att eventuellt ge sådana tillstånd tas antingen av regeringen eller av ansvariga myndigheter.

För isotopanrikningsföretagen är det ett minimikrav att uppfylla de ovan nämnda lagarna och förordningarna. I många fall införs mera omfattande skydd än de som krävs av myndigheterna.

De tillstånd som utfärdas av nationella myndigheter beskriver i detalj de villkor som krävs för säker drift, bra arbetsmiljö och skydd för yttre miljö. Myndigheterna utövar tillsyn och inspekterar att villkoren följs.

Kontroll av mängden kärnämne, safeguard, sker vid anläggningar för isotopanrikning av internationella organisationer som Internationella Atomenergiorganet i Wien, IAEA, och för europeiska anläggningar även av EURATOM i Luxemburg. Noggrann kontroll sker för att förhindra att kärnämne används till andra ändamål än för tillverkning av kärnbränsle.

#### **Natururan - två isotoper**

Natururan består av två isotoper, uran-235 (0.7%) och uran-238 (99.3%) samt mycket små halter av andra uranisotoper. I en kärnreaktor är det i första hand uran-235 som klyvs och därvid avger värme som sedan omvandlas till elektricitet. De lättvattenreaktorer som finns i Sverige behöver kärnbränsle med en halt av upp till 5% uran-235. Detta uran kallas "låganrikat uran".

#### **Nu finns två olika processer för isotopanrikning i industriell drift:**

- gasdiffusion;
- gascentrifug.

I båda processerna tillförs natururan som uranhexafluorid, en uranförening som lätt övergår till gasform, t ex genom värmning till 56 ° C vid atmosfärtryck. Båda metoderna producerar låganrikat uran där halten uran-235 ökats till 1.5-5%. Samtidigt uppkommer utarmad uranhexa-fluorid med sänkt halt av uran-235 som biprodukt.

#### **Gasdiffusion**

Gasdiffusion är den äldsta tekniken. Amerikana var först på detta område och har idag två stora anläggningar i Paducah, Kentucky och Portsmouth, Ohio. Fransmännen har följt efter och färdigställde i slutet av 1970-talet en stor anläggning i Tricastin i södra Frankrike.

Gasdiffusionsprocessen inleds med att uranhexafluorid värms till över 56 ° C varvid den övergår till gasform. Gasen komprimeras sedan med stora kompressorer mot ett membran med mycket små hål. Eftersom uran-235 är lättare än uran-238 kommer uran-235 atomerna att få större hastighet och därmed oftare "studsas" mot membranet, vilket innebär större chans att passera genom membranet.

#### **Faktaruta**

Isotoper är olika slags typer av ett och samma grundämne. Isotoper av ett ämne har alltid samma antal protoner i atomkärnan men antalet neutroner är olika. Uran-235 och uran-238 är uranisotoper. Båda har 92 protoner i kärnan. Uran-235 har dessutom 143 neutroner medan uran-238 har 146 neutroner.

Uran-235 och uran-238 har samma kemiska egenskaper. Alltså måste fysikaliska processer användas för att isotopanrika uran. Sådana processer bygger på att uran-235 är något lättare än uran-238.

Därför blir halten av uran-235 något högre på andra sidan av membranet.

Om man återigen komprimerar gasen och successivt låter den passera många steg kan man så småningom nå önskad isotopanrikning, upp till 5% uran-235. Nackdelen med gasdiffusion är att den kräver mycket energi. En isotopanriknings-anläggning som försörjer 100 reaktorer med låganrikat uran behöver nära tre reaktors energi för sin drift.



*I dessa stora cylindrar - jämför mannen till höger - anrikas uranhexafluorid med gasdiffusion vid EUODIF i södra Frankrike.*

### **Gascentrifugering**

Gascentrifugering är en teknik som började användas i industriell skala senare än gasdiffusionen. De som först använde tekniken var ryssarna som idag har fyra stora anläggningar i Novouralsk, Zelenogorsk, Seversk och Angarsk. I mitten av 1970-talet bildades ett konsortium av företag från Storbritannien, Nederländerna och Tyskland, kallat Urenco, där man utvecklade tekniskt avancerade gascentrifuger. Idag har man tre anläggningar, en i varje av de ingående länderna.

Även gascentrifugtekniken använder uranhexafluorid. Gascentrifugerna arbetar vid rumstemperatur. Uranhexafluoriden, bestående av natururan, som förs in i centrifugerna har lågt tryck, mindre än en tiondel av atmosfärstrycket. När centrifugen roterar kommer de tyngre atomerna, uran-238, att slungas ut mot centrifugens kanter medan de lättare atomerna, uran-235 kommer att befinna sig nära centrifugens mitt. Därför kan man ta ut två olika gasströmmar från centrifugen, en

med högre halt av uran-235 och en annan med lägre halt. Även för gascentrifuger krävs att gasen passerar ett antal centrifuger innan man når önskad halt av uran-235 i låganrikat uran. En fördel med denna teknik är att energibehovet är lägre, endast 3-5% av energiförbrukningen i en gasdiffusionsanläggning.



*Hall med gascentrifuger i Zelenogorsk (de stora behållarna i förgrunden är ett säkerhetssystem som kan samla upp uranhexafluorid vid ett driftstopp).*

### **Arbetsmiljö**

I isotopanrikningsprocessen används kemikalier i små mängder för stödprocesser kring huvudprocessen som värmning, kylning, rening och vattenbehandling. De kemikalier som därvid används är vanligt förekommande i många andra industrier. De åtgärder som vidtas för säkerhet och miljö är jämförbara med de som vidtas inom andra industrier där motsvarande kemikalier används.

Naturlig uranhexafluorid transporteras till isotopanrikningsanläggningen i fast form inneslutna i tryckkärl av stål. Dessa behållare måste uppfylla internationella normer för konstruktion, underhåll och provning.

Anrikningsprocessen inleds genom att uranhexafluorid överförs från fast form till gas, antingen genom värmning eller genom att trycket sänks under atmosfärstryck. Under isotopanrikningsprocessen utförs alla steg i slutna system för att hindra att uranhexafluorid läcker ut till omgivningen. Apparaturen är placerad i byggnader där lufttrycket hålls något under atmosfärstryck vilket innebär att vid en läcka kommer den omgivande luften in i byggnaden istället för att uranhexafluoriden läcker ut. Luft ventileras ut via filter – om ett läckage skulle uppstå tas

luftburna partiklar upp i filtret. Mätning av luftburen aktivitet sker för att säkerställa att det inte finns något läckage från processen. Mätningar sker också av luft som ventileras ut för att kontrollera att myndigheternas villkor klaras.

### **Strålskydd**

Det uran som processas i en isotopanrikningsanläggning är naturligt radioaktivt (något mer för låganrikat uran och något mindre för utarmat uran jämfört med natururan). Skyddsåtgärder vidtas för att stråldosen till de anställda skall bli så låg som möjligt. Efterstrålningnivån är relativt låg räcker det med enkla skyddsåtgärder.

Isotopanrikningsanläggningar ger ingen strålningspåverkan utanför industriområdet.

### **Svenska kraftföretag köper**

De svenska kraftföretagen köper idag isotopanrikningstjänster från de fyra stora företagen i världen. Urenco i Storbritannien-Nederländerna-Tyskland, MINATOM-Techsnabexport i Ryssland, Cogema-Eurodif i Frankrike och USEC i USA. Större delen av köpen görs från företag med anläggningar som använder gascentrifuger. På 1980-talet gjordes även ett mindre köp av låganrikat uran från Kina, som då hade gasdiffusionsanläggningar, men som nu bygger nya gascentrifuganläggningar.



*Fyllningsstation för uranhexafluorid i Zelenogorsk. Av säkerhetsskäl sker fyllningen inne i en autoklav varvid man undviker risk för läckage av uranhexafluorid.*

De svenska kraftföretagen: Vattenfall Bränsle AB, OKG AB och Barsebäck Kraft AB har nyligen bildat "Projekt Kärnbränsle och Miljö".

Projekt Kärnbränsle och Miljö:s målsättning är att genomföra detaljerade genomgångar av miljö och strålskydd vid anläggningar för tillverkning och förädling av uran, som nu levererar eller kan komma att leverera uran eller förädling av uran till de svenska kraftföretagen.

### **Projekt Kärnbränsle och Miljö**

**KOM**

**Sekretariat: Box 5810**

**102 48 Stockholm**

**Tel: 08-662 8417/457**

**Fax: 08-665 7018**