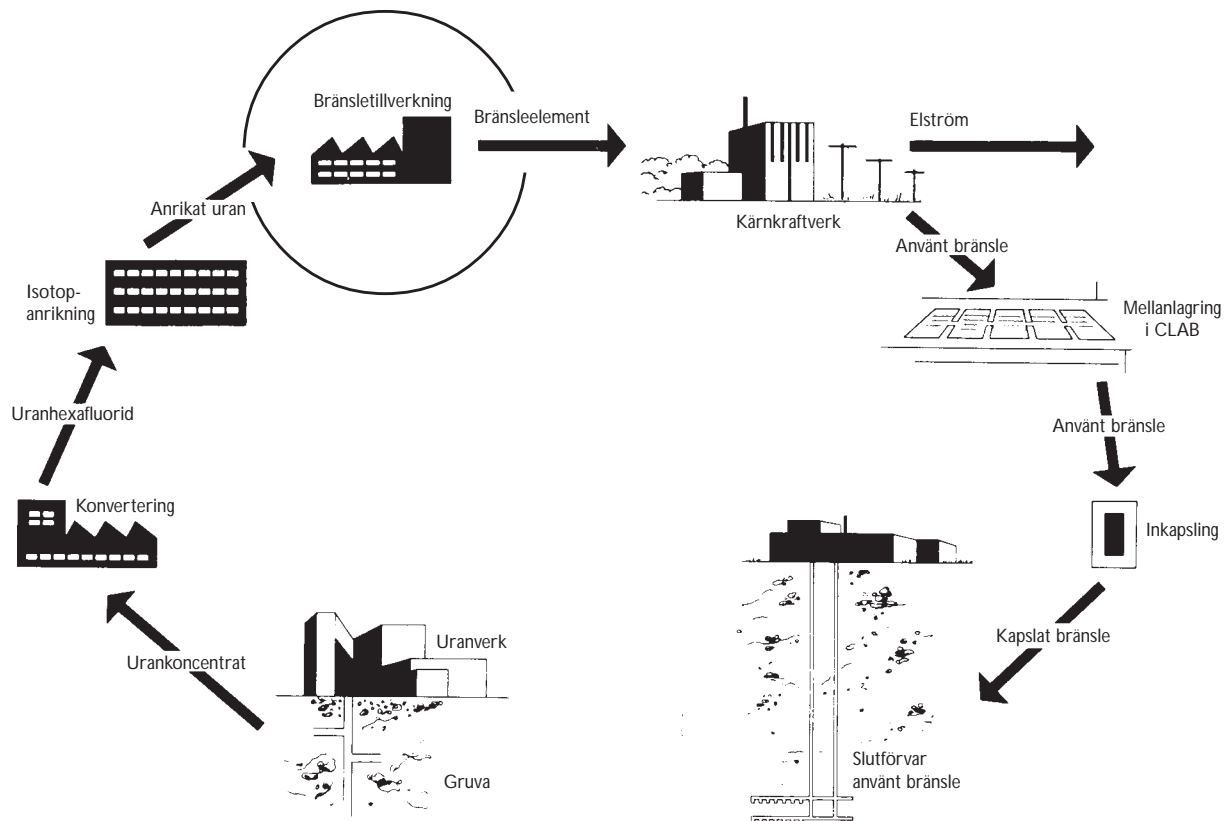


## Tillverkning av kärnbränsle Säkerhets- och miljöaspekter



*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 kärnbränsle. 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> 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*

Projekt Kärnbränsle och miljö har tidigare översatt tre av Uranium Institute:s skrifter till svenska:

”Utvinning av uran/Säkerhets- och miljöaspekter”

”Konvertering av uran/Säkerhets- och miljöaspekter”

”Isotopanrikning av uran/Säkerhets- och miljöaspekter”

Den här skriften bygger också på en av Uranium Institute:s skrifter. Den har kompletterats med avsnitt om tillverkning i Sverige och varifrån svenska kraftföretag köper tillverkning av kärnbränsle.

### ***Processer för bränsletillverkning***

De svenska reaktorerna - liksom andra lättvattenreaktorer - behöver låganriktat uran som kärnbränsle. Från isotopanrikningsanläggningen (se Miljöfakta Nr 3) levereras låganriktat uranhexafluorid (UF<sub>6</sub>) till en fabrik för tillverkning av kärnbränsle. Via en serie kemiska processer omvandlas (konverteras) uranhexafluoriden till urandioxid, ett svart pulver. Detta pulver pressas till kutsar som sedan sintras i ugn vid hög temperatur. Därefter läggs kutsarna i metallrör av legeringen zirkaloy. Ett antal sådana rör sätts ihop till bränsleknippen.

Tillverkning av kärnbränsle innebär en serie kemiska och mekaniska processer, liknande dem som finns i andra industrier. Dessa steg utförs med noggrann precision.

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

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

För bränsletillverkning krävs en rad olika tillstånd. Beslut om att ge sådana tillstånd tas antingen av regeringen och/eller av ansvariga myndigheter.

Det är ett minimikrav för bränsletillverkarna att uppfylla relevanta lagar och förordningar. I många fall införs mer omfattande skydd än vad 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 bränsletillverkning av internationella organisationer som Internationella Atomenergiorganet i Wien, IAEA, och inom EU av EURATOM i Luxemburg. Noggrann kontroll sker för att förhindra att kärnämne används till andra ändamål än för tillverkning av kärnbränsle.



*Konvertering till urandioxid (foto ABB Atom)*

## **SÄKERHET**

### ***Strålskydd***

Det uran som processas i en anläggning för tillverkning av kärnbränsle, låganriktat uran, är naturligt radioaktivt. Låganriktat uran är endast något mer radioaktivt än natururan.

Skyddsåtgärder vidtas för att stråldosen till de anställda skall bli så låg som möjligt. Eftersom strålningsnivån är relativt låg räcker det med enkla skyddsåtgärder.

Anläggningar för tillverkning av kärnbränsle ger i stort sett ingen strålningspåverkan utanför industriområdet.

### ***Säkerhet mot kriticitet***

På samma sätt som man måste vara försiktig med kemikalier för att undvika icke önskade kemiska reaktioner måste skyddsåtgärder vidtas med låganriktat uran för att säkerställa att ingen kärnreaktion sker. Annars finns möjligheten att en begränsad kärnreaktion med lokalt hög strålningsnivå uppstår – kallad kriticitet. Däremot kan en kärnexplosion, liknande från kärnvapen, ej ske i en bränslefabrik, eftersom anrikningsgraden är för låg.

Skyddet mot kriticitet baseras på att begränsa mängden låganriktat uran på varje plats. Detta kan klaras genom kontroll av lagrade mängder, användning av processer som ej kan ge kriticitet, användning av lagrings- och transportbehållare som håller materialet skilt från varandra samt processbehållare med begränsad storlek. Kriticitetsmätare installeras för övervakning i lokaler där uran hanteras och anställda bär särskilda dosimetrar som kan mäta stråldoser.

### ***Kemisk säkerhet***

I fabriker för bränsletillverkning används säkerhetsprocedurer som liknar dem i andra industrier som använder motsvarande kemikalier. Eftersom uranhexafluorid reagerar med luftens fuktighet, lagras och transporteras den alltid i slutna system för att förhindra läckage till omgivningen.

När uranet konverteras från uranhexafluorid till urandioxid, kan fluor tas om hand på olika sätt i olika processer. Antingen bildas fluorväte som är korrosivt och kräver särskilda skyddsåtgärder eller också bildas kalciumfluorid, ett stabilt fast ämne. Särskilda skyddskläder samt andningsmasker finns tillgängliga om ett läckage skulle uppkomma.

### ***Kontroll av kontaminering***

I de områden av en bränslefabrik där urandamm kan finnas använder personalen skyddskläder samt skoskydd. Genom denna enkla åtgärd förhindras att damm sprids från ett område till ett annat i fabriken, liksom spridning till icke-radioaktiva områden i fabriken.

## **MILJÖSKYDD**

### ***Utsläpp***

En bränslefabrik ger upphov bara till små kvantiteter radioaktiva utsläpp till vatten. Uran extraheras från lösningar med jonbytare, fällning eller vätskeextraktion och återförs till processen. Inga andra radioaktiva ämnen används i processen.

De områden i fabriken där urandamm kan finnas har lägre lufttryck än utomhus, för att förhindra utsläpp av uran till ytterluften. Filter finns vid alla luftutsläpp som tar hand om det urandamm som kan finnas. Mätningar sker av luftutsläpp för att kontrollera att inga föroreningar överskrider de tillåtna värden som finns angivna i fabriken driftstillstånd.

### ***Fast avfall***

Ett antal åtgärder vidtas för att begränsa mängden fast avfall. Detta avfall kan antingen vara utan radioaktivitet eller lågaktivt. Brännbart lågaktivt avfall bränns vanligen, varefter

uran återvinns från askan. Uranet återvinns även från andra avfallstyper innehållande uran. Annat lågaktivt avfall behandlas på samma sätt som liknande avfall från andra steg i kärnbränslecykeln. Icke-radioaktivt avfall behandlas som industriavfall.

### ***Miljökontroll***

Kontrollmätningar av miljön i fabriken omgivning utförs på uppdrag av fabriken miljöavdelning för att säkerställa att det inte finns någon oacceptabel miljöpåverkan från driften.

Sådana kontrollmätningar visar att radioaktiviteten i omgivningen är densamma som finns naturligt. Man kan teoretiskt räkna ut att förhöjningen av radioaktivitet i omgivningen blir försumbar.

## **TILLVERKNING OCH LEVERANSER**

### ***Sandvik Steel***

AB Sandvik Steel Division Specialmetaller i Sandviken tillverkar kapslingsrör i zirkoniumlegeringar för kärnbränsleelement till alla typer av bränsle för lättvatten och tungvattenreaktorer. Dimensionsområdet för kapslingsrör sträcker sig mellan ytterdiametrar från 9 mm upp till ca 13 mm, vägg tjocklekar i området 0,3-0,9 mm och rörlängder cirka 4 meter. Tillverkningsprogrammet innefattar även så kallade tvåkomponentsrör dvs där den redan mycket tunna rörväggen består av två olika legeringar med metallurgisk bindning till varandra. Denna typ av rör har utvecklats för att ge ökat motstånd mot de olika typer av påfrestningar som rören utsättes för under drift i reaktorerna.

Ett omfattande utvecklingsarbete under en lång rad år har lett till att rören blivit alltmer beständiga mot korrosion vilket har resulterat i att ett bränsleknippe numera normalt klarar 6-8 års drift i en reaktor.

Kapslingsrörtillverkning är en precisions-tillverkning som kännetecknas av mycket höga tekniska krav inom samtliga av rörens väl definierade egenskapsområden.

Sandvik-gruppen har vid sina två kapslingsrörfabriker (i Sandviken Sverige och i Kennewick Washington USA) hittills tillverkat över 50 miljoner meter kapslingsrör till ett stort antal kärnkraftreaktorer över hela världen. AB Sandvik Stål kan nås via sin hemsida: <http://www.sandvik.com>



*Pressning och sinkning av kutsar, lådor med kutsar i förgrunden (foto ABB Atom)*

### **ABB Atom**

ABB Atom AB i Västerås tillverkar kärnbränsle både för svenska reaktorer och för reaktorer i andra europeiska länder. Låg-anrikad uranhexafluorid konverteras till urandioxid i pulverform som pressas till små kutsar, ca 1 cm i diameter och 1 cm långa. Dessa sintras, läggs i zirkaloyrör och monteras till bränsleknippen. Bränslefabriken har tillstånd för produktion av 600 ton kärnbränsle per år, vilket är mer än det dubbla behovet för de tolv svenska reaktorerna.

ABB Atom blev i november 1997 godkänd enligt det internationella miljöledningssystemet ISO 14 001.

Ett ständigt utvecklingsarbete har lett till allt bättre och effektivare kärnbränsle. Så får man idag t ex ut mer energi per insatt vikt-enhet uran än tidigare. ABB Atom kan nås via sin hemsida: <http://www.abb.se/atom>



*Urandioxidkutsar förs in i rör av zirkaloy (foto ABB Atom)*

### **Leveranser till svenska kraftföretag**

De svenska kraftföretagen köper leveranser för tillverkning av kärnbränsle från ABB Atom i Sverige, Siemens i Tyskland och USA, Framatome i Frankrike. Dessutom köps bränsle från General Electric och Westinghouse, med British Nuclear Fuels i England och ENUSA i Spanien som underleverantörer.

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**