

# LÄR OM KÄRNVAPEN

## *Kärnavfall - bakgrund*

Trots att kärnvapen har funnits sedan 1940-talet och kärnkraftverk har försett oss



med energi sedan 1950-talet finns det ännu idag inget långsiktigt fungerande system för hantering av det högaktiva avfall som blir kvar när energin har utvunnits. Kärnbränsleavfall är fortfarande radioaktivt när det har fyllt sin funktion i kärnkraftverket. Uranisotop-235 (U-235) har en halveringstid på 704 miljoner år. Uran-238 har en halveringstid på 4,5 miljarder år. Halveringstiden innebär den tid det tar för ett radioaktivt ämne att halvera sin strålningskraft. Det är alltså inget kortsiktigt problem vi skapar för oss själva och

kommande generationer genom användandet av kärnkraft och kärnvapen.

*Bild: Kärnkraftverk i Barsebäck, Oskarshamn, Forsmark och Ringhals*

De svenska kärnkraftsreaktorerna producerar i genomsnitt drygt 20 ton använt bränsle per år och reaktor. Ungefär 230 ton använt bränsle tas ut per år från de tio svenska kärnkraftsreaktorerna. Man räknar med att det sammanlagt kommer att genereras 8 000–9 000 ton använt kärnbränsle från det svenska kärnkraftsprogrammet. Den exakta mängden beror på hur länge de olika reaktorerna drivs.<sup>1</sup>

Kärnkraften står för 16 procent av världens totala produktion av elektricitet och det finns idag (mars 2008) 438 kommersiella kärnkraftsreaktorer i 30 länder i världen. I många länder i väst byggdes kärnkraften ut främst under 1970- och 1980-talet, medan andra länder som Kina och Sydkorea bygger nya kärnkraftverk idag. 35 kärnreaktorer är under uppbyggnad runtom i världen. Uppbyggnaden av ytterligare

91 reaktorer diskuteras, men tillstånd och ekonomi gör att beslutsprocessen ofta tar många år. Förslag har lagts fram för att bygga 228 utöver detta. Under år 2008 kommer världens kärnkraftsreaktorer att sluka sammanlagt 64 615 ton uran.<sup>2</sup>

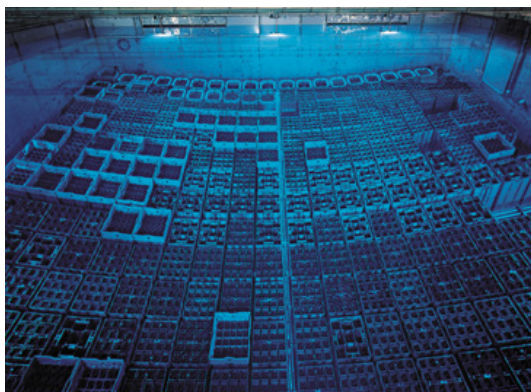
I takt med att befolkningen växer och den teknologiska utvecklingen går framåt ökar behovet av energi i världen, och kärnkraft har framförts som ett miljövänligt alternativ i kampen mot klimatförändringen och växthuseffekten. Eftersom en stor del av världens kärnkraftsreaktorer är gamla och kommer att stängas kan vi räkna med att antalet reaktorer om tio år inte är högre än idag. Om kärnkraften skall kunna lämna något stort bidrag till världens totala energiförsörjning måste antalet reaktorer flerdubblas vilket kommer att ta många decennier och kräva enorma resurser. Med tanke på den miljöpåverkan som äger rum under hela processen från uranbrytning till slutförvaring av radioaktivt avfall är dock kärnkraftskritikerna många.

Med 438 kärnkraftsreaktorer i 30 länder runtom i världen som under ett års tid (2008) tillsammans behöver nästan 65 000 ton uran för att producera elektricitet behöver man inte vara någon stor matematiker för att förstå att detta kommer att lämna efter sig enorma mängder kärnbränsleavfall. Skrämmande är att man ännu efter så många år av kärnkraftsdrift runtom i världen inte har löst frågan om slutförvaring av det högaktiva kärnavfallet, som är radioaktivt upp till miljontals år efter att det har tagits ur reaktorn.

#### *Olika typer av kärnbränsleavfall och hantering<sup>3 4</sup>*

<b>Radioaktivitetsnivå</b>	<b>Förklaring</b>	<b>Hantering</b>
Lågaktivt avfall	Ett kärnkraftverk använder mycket vatten. När processvattnet renas fastnar de radioaktiva ämnena i olika filter som sedan blir radioaktivt avfall. Vid underhålls- och reparationsarbete uppstår även avfall som kan innehålla radioaktiva ämnen: till exempel metallskrot, isoleringsmassa, plastskydd, skyddsdräkter och städtillbehör. Avfallet är antingen lågaktivt eller medelaktivt beroende på vilka radioaktiva ämnen det innehåller.	Lågaktivt avfall kan hanteras utan strålningskydd. Det innehåller radioaktiva ämnen som kan orsaka betydande stråldoser om de kommer in i människokroppen till exempel genom andningsluften. Detta avfall måste därför hållas isolerat från omgivningen i 50 till 100 år.
Medelaktivt avfall	Medelaktivt avfall består, precis som lågaktivt kärnavfall, främst av de filtermassor man använder för	Det medelaktiva kärnavfallet kräver vanligtvis enbart strålskärning och gjuts

Radioaktivitetsnivå	Förklaring	Hantering
	att fånga upp radioaktiva ämnen ur reaktorvattnet, men innehåller kraftigare strålning radioaktiva ämnen än ovanstående.	in i behållare av betong eller stål vid kärnkraftverken. Därefter transporteras avfallet i transportbehållare med ca 7-20 cm tjocka väggar av stål.
Högaktivt avfall	<p>Högaktivt avfall produceras vid användningen av uran i kärnreaktorer. Det använda kärnbränslet strålar till en början ytterst kraftigt när det tagits ut ur reaktorn. Även om radioaktiviteten till en början avtar snabbt förblir den länge på en farlig nivå.</p> <p>Radioaktiviteten i använt kärnbränsle som kylts i bassänger i ett års tid har fortfarande stark radioaktiv strålkraft. Detta högaktiva kärnavfall får inte komma i kontakt med biosfären på flera hundra tusen år.</p>	<p>Man kan bara vistas i närheten av använt kärnbränsle som nyss tagits ut ur reaktorn om man befinner sig bakom ett strålskydd som består av minst några meter vatten eller en meter betong. Kärnavfallet producerar också hela tiden värme, vilket gör det krångligare att hantera. Kärnavfallet skall förvaras i 20-40 års tid i bassänger i bevakade lagerutrymmen. Med åren avtar strålningen och värmeproduktionen, vilket sedan gör det lättare att hantera avfallet. Slutförvaringen av högaktivt avfall är i stort en olöst fråga, men många länder planerar att kapsla in avfallet och begrava det djupt i urberget eller gräva ner det djupt i marken.</p>



I Sverige mellanlagras det använda bränslet omkring 40 år i en anläggning intill Oskarshamns kärnkraftverk, CLAB, för att sedan placeras i ett slutförvar. Platsundersökningar för slutförvaret pågår. Det använda bränslet ska kapslas in i koppar och stål och förvaras i urberget. Metallerna kan därför inte återvinnas. Övrigt radioaktivt avfall lagras i bergrum utanför Forsmark (SFR).<sup>5</sup> Svensk kärnbränslehantering AB

(SKB) räknar med att kunna stoppa ner den första kapseln med använt kärnbränsle i slutförvaret omkring 2017. Det kommer sedan att ta flera årtionden innan deponeringen av allt använt kärnbränsle genomförts.<sup>6</sup>

### *Halveringstid och strålkraft*

Med tiden avtar mängden radioaktiva klyvningsprodukter och mängden stabila klyvningsprodukter ökar motsvarande mycket. På mycket lång sikt, hundratusentals till miljontals år, har sönderfallet gått så långt att bränslet börjar likna det uran med dotterprodukter, så som radium och radon, som finns i naturligt uran. Även efter miljontals år innehåller bränslet radioaktiva ämnen som bildats i reaktorn. Bland dessa finns neptunium-237 och jod-129, med två respektive 16 miljoner års halveringstid.

Statens kärnkraftsinspektion som ansvarar för kärnkraftssäkerheten i Sverige medger att det använda kärnbränslet alltid kommer att vara radioaktivt. Det är tillverkat av uran och det allra mesta uranet är kvar i bränslet även efter användning. Uran är som vi vet radioaktivt och har så lång halveringstid – 4,5 miljarder år – att det fortfarande kommer att finnas kvar när vår sol slocknat. De radioaktiva ämnen som bildats medan bränslet använts i en reaktor har alla olika halveringstider, från mycket korta tider, mindre än sekunder, till miljontals år. Man kan därför inte ange någon typisk halveringstid för aktiviteten i bränslet.<sup>7</sup>

### *Miljöfaror*

Kärnkraften är miljöfarlig på olika sätt. Dels kräver kärnreaktorerna uran för att producera energi, vilket kräver en miljöfarlig uranbrytnings- och malningsprocess som också är mycket vattenkrävande. Om detta står mer att läsa i styckena "Uranbrytning" och "Yellow cake" ovan. En olycka i ett kärnkraftverk kan innebära katastrofala miljökonsekvenser, som utvecklas mera i stycket "Kärnkraftsolyckor" nedan. Slutligen har vi det miljöfarliga kärnavfallet att ta hand om.

De största mängderna kärnavfall i våra grannländer finns i det forna Sovjetunionen. På Kolahalvön finns upplagda atomdrivna ubåtar som är i dåligt skick samt använt bränsle från atomdrivna isbrytare. Här finns ca 100 ton använt bränsle som ger ifrån sig kraftig strålning. Det finns också stora mängder annat avfall, såsom radioaktivt metallskrot. Vid Leningrad kärnkraftverk i Sosnovyi Bor finns ca 3000 ton använt bränsle. Det finns inga planer på att upparbeta bränslet, så det kommer troligen att ligga kvar på området i långa tider. I Sosnovyi Bor finns också Radonkombinatet som skall ta hand om områdets radioaktiva avfall. Kombinatets lager är i dåligt skick och innehåller 60 000 kubikmeter radioaktivt avfall. Nära staden Sillamäe i Estland vid Finska vikens kust finns det ett avstjälningsområde för avfall från anrikning av uranmalm. Sammanlagt finns här ca 6 miljoner kubikmeter avfall.<sup>8</sup>

Även vid ett "välordnat" slutförvar av högaktivt kärnavfall finns miljöfaror. Det inkapslade avfallet som man planerar begrava i urberget kommer att omges av grundvatten, som under tusentals år kommer att fräta på metallkapslarna. Risken finns att radioaktivt ämne får möjlighet att läcka ut. Kritiker har lyft problemet med

långsiktigheten när det gäller slutförvaring av kärnavfall. Också i våra svenska urberg förekommer rörelser och ibland mycket kraftiga sådana, påpekar exempelvis geologen Nils-Axel Mörner. Även professor Nils Hast, expert på spänningar i berg, och professor Markus Båth, f d chef för seismologiska institutionen vid Uppsala universitet, har kommit med liknande varningar. Ingen kan garantera vad som händer nere i berget under de tusentals eller miljontals år som avfallet ska förvaras.<sup>9</sup>

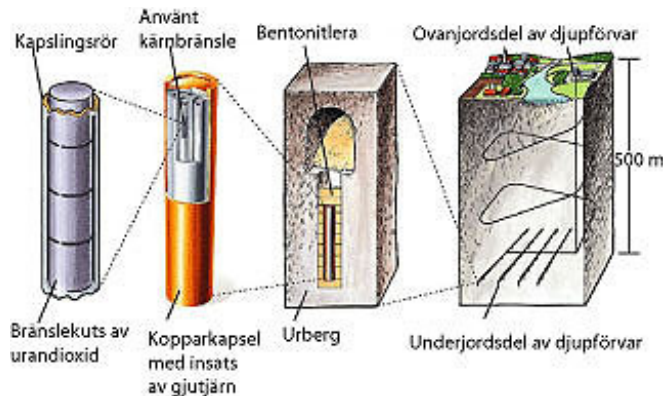


Bild: Slutförvaring av högaktivt kärnavfall. Källa: SKI.

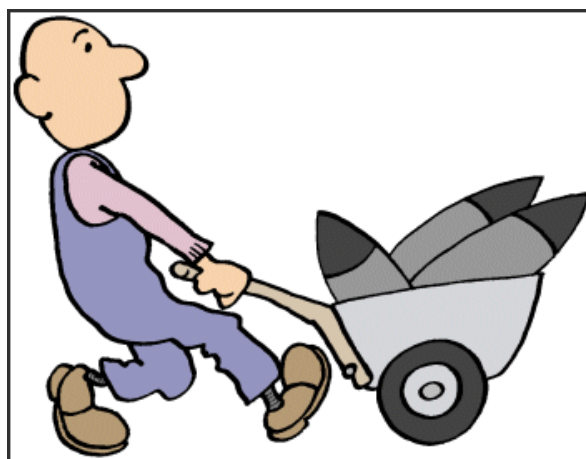
Det amerikanska Yucca Mountain, som sedan 20 år tillbaka är den enda platsen som undersöks för slutförvaring av USA: s högaktiva kärnavfall, är beläget mitt i ett område med hög seismisk aktivitet. Området korsas av inte mindre än 35 förkastningssprickor, där alltså marken är som mest känslig vid jordbävningar. Och jordbävningar i Nevadaområdet är inte ovanliga.<sup>10</sup> Att planera slutförvaring av starkt radioaktivt avfall i ett jordbävningssområde har stött på massiv kritik i delstaten.<sup>11</sup>

### **Kostsamt projekt**

Det radioaktiva avfall som produceras i kärnkraftverk anses utgöra ett av de farligaste miljögifter som människan skapat. Kostnaden för Sveriges del för hantering och slutförvaring av det högaktiva kärnavfallet, främst använt kärnbränsle, samt för rivning av föråldrade kärnkraftverk förväntas uppgå till cirka 65 miljarder kronor. Dessa kostnader är beräknade på att varje reaktor drivs i 25 år. Vid slutet av 2004 hade cirka 14 miljarder kronor redan förbrukats. Denna summa omfattar i huvudsak kostnader för planering, transporter och mellanlagring samt för forskning och utveckling. De framtida kostnaderna förväntas uppgå till cirka 50 miljarder kronor. Av dessa beräknas slutförvaret för använt kärnbränsle stå för den största delen, ungefär 14 miljarder kronor. Att riva kärnkraftverken uppskattas kosta ungefär 15 miljarder kronor. En annan stor post är de 12 miljarder kronor som man bedömer att det kommer att kosta att lagra det använda kärnbränslet samt att konstruera, bygga och driva en inkapslingsanläggning.<sup>12</sup> Det är alltså ett av de största industriprojekten någonsin i Sverige.

### *Gamla kärnvapen som bränsle*

Ett av de centrala orosmomenten kring kärnkraft har länge varit att uran som är avsett för att användas i kärnreaktorer istället ska och användas till kärnvapen. Problemet kvarstår, men idag sker också en omvandling tvärtom: från kärnvapen till reaktorbränsle. Ett flertal avtal mellan USA och Ryssland kräver nedrustning av staternas arsenaler, ner till 80 % av nivåerna under kalla kriget. Kärnmaterial som deklarerats som överskott i USA och Ryssland kan konverteras till bränsle för kommersiella kärnkraftsreaktorer.



Redan 1993 slöts ett avtal mellan Ryssland och USA där ryskt militärt höganriktat uran efter omvandling används som bränsle i amerikanska kärnkraftsreaktorer.<sup>13</sup> År 2005 skedde den första leveransen till en amerikansk kärnkraftsreaktor av omvandlat bränsle från USA:s egna militära lager.<sup>14</sup> Det huvudsakliga materialet är höganriktat uran, som kan blandas ut till låganriktat uran, vanligen med lägre än 5 % uran-235.

Höganriktat uran i amerikanska, ryska och andra länders lager av kärnvapen uppgår till ca 2000 ton, vilket är ungefär tolv gånger så mycket uran som utvinns i uranbrytning per år. Världens sammanlagda lager av vapengradigt plutonium rapporteras vara runt 260 ton, vilket om det används som mixed oxide bränsle (MOX) skulle motsvara lite över ett år av världens totala uranproduktion. Militärt plutonium kan blandas med uranoxid till mixed oxide bränsle (MOX). Efter att låganriktat uran eller MOX-bränsle har använts för energiproduktion i kärnkraftverk är bränsleavfallet inte längre användbart för att producera kärnvapen.<sup>15</sup>

<sup>1</sup> Statens Kärnkraftsinspektion <http://www.ski.se/page/2/25.html?18700>

<sup>2</sup> World Nuclear Association <http://www.world-nuclear.org/info/reactors.html>

<sup>3</sup> Radiation and Nuclear Safety Authority [http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinjatteet/ydinjate/sv\\_FI/matalat/](http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinjatteet/ydinjate/sv_FI/matalat/)

<sup>4</sup> Radiation and Nuclear Safety Authority [http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinjatteet/ydinjate/sv\\_FI/korkea/](http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinjatteet/ydinjate/sv_FI/korkea/)

<sup>5</sup> Vattenfall

[http://www.vattenfall.se/www/vf\\_se/vf\\_se/518304omxva/523914miljx/524274miljx/524394kxrnk/index.jsp](http://www.vattenfall.se/www/vf_se/vf_se/518304omxva/523914miljx/524274miljx/524394kxrnk/index.jsp)

<sup>6</sup> Statens Kärnkraftsinspektion <http://www.ski.se/page/2/19.html?18700#7>

<sup>7</sup> Statens Kärnkraftsinspektion <http://www.ski.se/page/2/25.html?18700>

<sup>8</sup> Radiation and Nuclear Safety Authority

[http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinjatteet/ydinjatteet\\_maaillalla/sv\\_FI/lahialueet/](http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinjatteet/ydinjatteet_maaillalla/sv_FI/lahialueet/)

<sup>9</sup> Folkkampanjen mot kärnkraft/kärnvapen <http://www.folkkampanjen.se/fakta4.html>

<sup>10</sup> State of Nevada, Nuclear Waste Project Office <http://www.state.nv.us/nucwaste/yucca/seismo01.htm>

<sup>11</sup> The 2006 State of Nevada Yucca Mountain Survey Summary Report, The Nevada Agency for Nuclear Projects, oktober 2006.

<sup>12</sup> Statens Kärnkraftsinspektion <http://www.ski.se/page/2/38.html?18700>

<sup>13</sup> World Nuclear Association <http://www.world-nuclear.org/info/inf13.html>

<sup>14</sup> Webb, Greg. "US to Convert Weapons Plutonium into Nuclear Fuel". Global Security Newswire, 17 September, 2007.

<sup>15</sup> World Nuclear Association <http://www.world-nuclear.org/info/inf13.html>