

# Rivning

av kärnkraftverk

Nov 2005



Byte av ånggenerator på Ringhals kärnkraftverk.

Foto: Börje Förstær/Hellands Bild



Svensk Kärnbränslehantering AB

# Reparationer ger erfarenhet

De svenska erfarenheterna av att helt montera ned kärntekniska anläggningar är begränsade. Mycket kunskap finns dock att hämta utomlands samt från reparationer och ombyggnader av kärnkraftverken.



Foto: Börje Forsäter/Hollandis Bild

Byte av ånggenerator vid Ringhals kärnkraftverk.

**S**vensk Kärnbränslehantering AB (SKB) kommer att få en stor roll i arbetet med att riva de svenska kärnkraftverken.

Kraftföretagen har visserligen huvudansvaret för att riva själva anläggningarna, men det är SKB som ska ta hand om det radioaktiva avfall som uppkom-

mer. Till dess måste vi ha anpassat transportsystemet och byggt ut SFR (Slutförvar för radioaktivt driftavfall) i Forsmark för att få plats med rivningsavfallet.

Sedan mitten av 1980-talet följer vi vad som sker internationellt såväl när det gäller teknikutveckling som forsk-

ning. Detta ger oss ett bra underlag såväl från teknisk synpunkt som för att jämföra och bedöma våra kostnadsberäkningar.

Låt oss börja med att konstatera att erfarenheterna av att montera ned svenska kärntekniska anläggningar fullständigt är begränsade. Rivningen



av forskningsreaktorn R1 vid Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm är den enda kompletta rivningen som genomförts. I dag slutförs avveckling och rivning av en forskningsanläggning i Studsvik. Detta rivningsprojekt är inte direkt jämförbart med rivning av ett kärnkraftverk, men ger mycket information och kunskap som sedan kan överföras till kraftverken.

### Lär från reparationer

Det betyder emellertid inte att kraftbolagen saknar kunskap inom området. Mycket går att lära från de reparationer och ombyggnader som gjorts och görs vid kraftverken. Arbetsmomenten är i många fall desamma.

I Ringhals 2 och 3 har till exempel ånggeneratorerna bytts ut och vid ombyggnaden av Oskarshamn 1 gjordes bland annat en omfattande dekontaminering (rengöring), något som också kommer att göras inför rivning.

Det finns också mycket kunskap att hämta utomlands. Mer än 60 reaktorer har lagts ned runt om i världen. Främst rör det sig om mindre forskningsreaktorer och reaktorer i små eller halvstora kärnkraftverk. Av dessa har omkring 20 rivits helt.

### Ekonomiska skäl

För närvarande pågår rivningsprojekt i en rad länder, bland annat i Tyskland och USA. I de allra flesta fall har skälen till nedläggningarna varit rent ekonomiska.

En reaktor kan i princip drivas så länge man vill. Efter 40–60 år ökar dock kostnaderna för att upprätthålla säkerheten. Därmed blir också anläggningen dyrare att driva och till slut blir den olönsam.

Det finns dock fall där anläggningarna stängts av politiska skäl. Italien beslöt till exempel att stänga sina reaktorer efter en folkomröstning. I Sverige stängdes Barsebäck 1 år 1999 och Barsebäck 2 år 2005 av politiska skäl, efter cirka 25 års drift.

### Ena reaktorn tömd

I dag har Barsebäck 1 tömts på allt bränsle, men rivningen av reaktorn beräknas inte starta förrän ett system för att ta hand om avfallet tagits i drift.

Rivningsarbetet kan påbörjas tidigast ett år efter det att en reaktor i ett kärnkraftverk stängts av. Detta förutsätter att ingen närliggande reaktor är i drift. Fördelarna med att riva en reaktor så snart efter driftstoppet är att driftpersonalen finns kvar och kan bidra med sina speciella kunskaper om anläggningen, samt att området snabbare kan användas för andra ändamål. Den främsta nackdelen är att strålningsnivåerna blir högre, vilket försvårar rivningen.



Foto: Studsvik AB

Nedsmutnade områden borras bort och tas om hand.

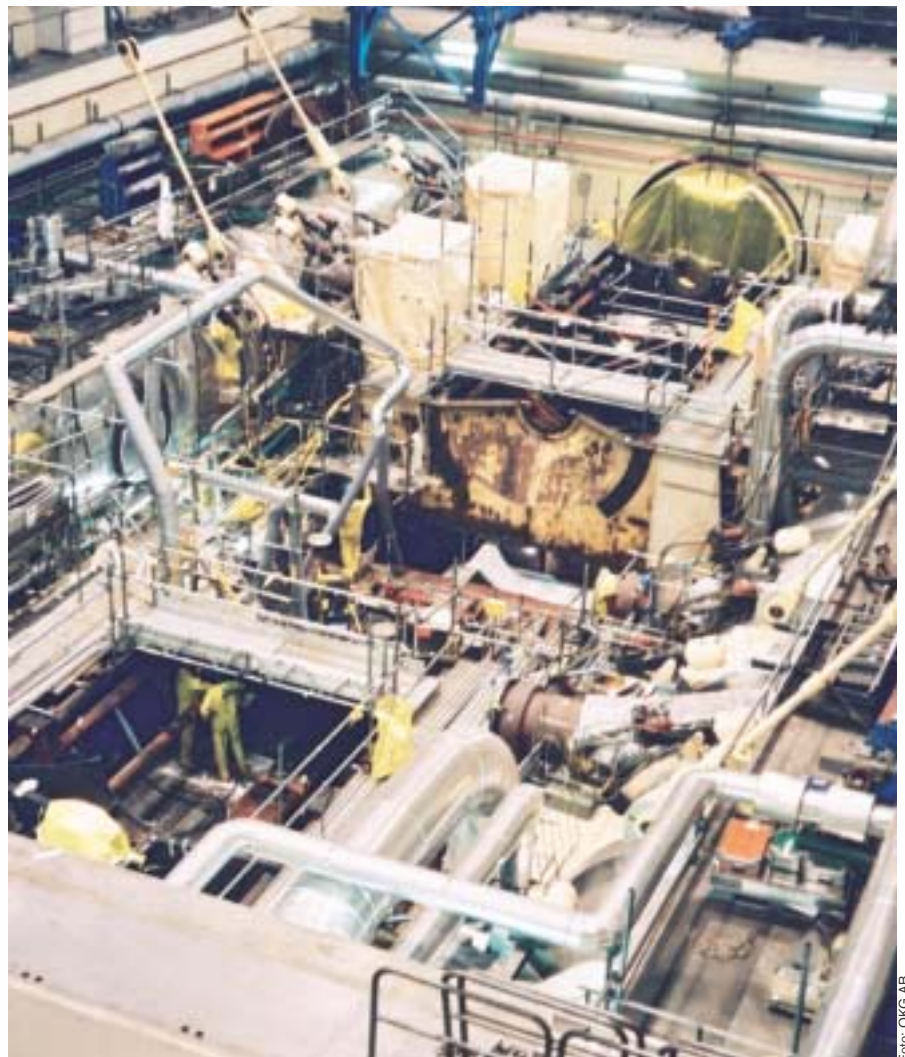


Foto: OKG AB

Turbinbyte vid Oskarshamns kärnkraftverk.

# Rivning i tre steg

En reaktor kan börja rivas ett år efter det att den har stängts av och tömts på allt kärnbränsle. Under den tiden klingar en del av radioaktiviteten av och nedmonteringen av anläggningen underlättas.

Ibland talar man om tre steg vid rivningen av ett kärnkraftverk: Under det första steget avlägsnas bränsle från reaktorn och manöver-systemen kopplas bort. Anläggningen övervakas och inspekteras regelbundet.

Nästa steg innebär att huvuddelen av de komponenter som innehåller radioaktivt material tas om hand och förpackas i lämpliga avfallskollin.

Avfallet transporteras till mellanlager eller slutförvar. Detta stadium kräver mindre övervakning än det tidigare, men anläggningen kan inte lämnas helt utan tillsyn.

I slutstadiet har allt radioaktivt material tagits bort. Strålningsnivåerna är då så låga att de är ofarliga för människor. Området kan då friklassas och användas för andra ändamål.

## Rivning kräver planering

När flera reaktorer i ett land är nästan lika gamla måste hänsyn tas till att rivningspersonal och rivningsutrustning ska räcka till alla. Detta kräver planering på nationell nivå och kan leda till att rivningen sker under en ganska lång tidsperiod.

De utländska reaktorer som inte rivits har lagts i malpåse. Bränslet har



Alla ytor som på något sätt har varit i kontakt med vattnet i reaktorn är mer eller mindre nedsmutsade av radioaktiva ämnen.



tagits bort och i många fall har de övriga radioaktiva delarna koncentrerats till ett litet förslutet utrymme. Där får de sedan stå i några årtionden, så att en del av radioaktiviteten klingar av och ett slutförvar för det ännu radioaktiva materialet färdigställs. Under hela denna tid övervakas anläggningen.

### Rivning i Sverige

Rivningen av de svenska kärnkraftverken planeras och utförs i samarbete mellan kraftföretagen och SKB. I några fall återstår att bestämma vilken teknik och strategi som ska användas. Ett av dessa är hur reaktortanken och betongskyddet närmast denna ska demonteras och tas om hand.

Tidigare erfarenheter av byten av ånggeneratorerna på Ringhals 2 och 3 talar för att det är möjligt att lyfta ut stora komponenter i ett enda stycke. I annat fall kan komponenterna tas ut i mindre bitar. I rivningssammanhang finns internationella erfarenheter från båda metoderna.

### Styrstavar ut först

Några av de delar som ska tas om hand vid en rivning är långlivade och så radioaktiva att de måste strålskärmas. Främst rör det sig om styrstavar och andra interna delar av reaktorn.

Dessa utgör bara en mycket liten del av den totala volymen rivningsavfall, men står för nästan all radioaktivitet. Avfallet kan mellanlagras i Clab (Centralt mellanlager för använt kärnbränsle) utanför Oskarshamn, eller på annan plats, i väntan på deponering i ett slutförvar. Detta slutförvar beräknas vara färdigt att ta emot avfall omkring år 2045.

### Fjärdedel av Globen

Parallellt med detta rivs även mindre radioaktiva låg- och medelaktiva delar. De uppgår till cirka 150 000 kubikmeter för alla kärnkraftverk tillsammans. Volymen motsvarar knappt en fjärdedel av volymen hos Globen i Stockholm. Det kortlivade låg- och

medelaktiva avfallet ska enligt planerna deponeras i SFR. Anläggningen ligger vid kärnkraftverket i Forsmark och är byggd under havsbotten. Underjordsdelen består för närvarande av fyra bergrum och en silo med plats för olika typer av driftavfall.

### Fler bergrum behövs

För att allt kortlivat låg- och medelaktivt rivningsavfall ska få plats måste vi bygga ut SFR med ett antal bergrum. Att göra detta tar ungefär sju år och kräver särskilt tillstånd. I dag är förvaret, som framgår av namnet, bara avsett för driftavfall.

Inför rivningen av kärnkraftverken avser SKB att ansöka om tillstånd för att bygga ut SFR och för att förvara rivningsavfall där. Enligt SKB:s och kraftverkens planering kommer slutförvaret att stå färdigt omkring 2020.

### Största delen friklassas

Alla ytor som på något sätt varit i beröring med vattnet i reaktorn är mer eller mindre nedsmutsade av radioaktiva ämnen. Partiklarna kan frigöras och sköljas bort med hjälp av en lösning av exempelvis citronsyra. För många ytor räcker det att tvätta med vatten. Sköljvattnet renas sedan med hjälp av filter och jonbytare.

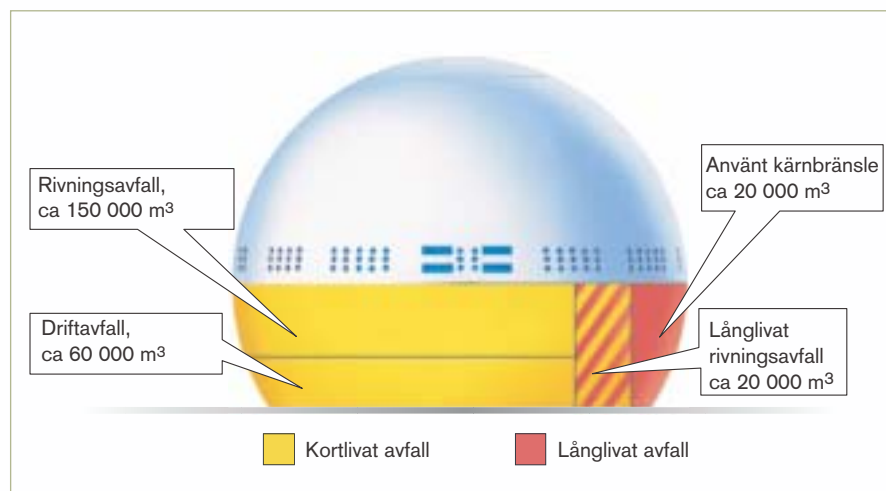


Foto: Börje Fröster/Hellands Bild

Personal och utrustning måste räcka till för rivningen av alla Sveriges kärnkraftverk.

Den allra största delen av allt avfall som uppkommer vid rivning av ett kärnkraftverk utgörs av betong, som inte alls är radioaktiv. Den kan därför behandlas som vilket byggavfall som helst, dvs deponeras på tipp eller återanvändas.

Vi räknar med att över 90 procent av den totala volymen rivningsavfall kan friklassas, antingen direkt eller efter rengöring. Den exakta andelen går inte att precisera i dag, utan beror på hur villkoren för friklassning kommer att se ut.



Det långlivade avfallet utgör en liten del av den avfallsmängd som uppkommer vid rivningen av kärnkraftverken.

# Vem betalar?

Rivningen av våra svenska kärnkraftverk kommer att kosta drygt tolv miljarder kronor, vilket är ungefär en miljard per reaktor. Att ta hand om avfallet kostar ytterligare tre miljarder kronor. Kärnkraftverkens ägare betalar regelbundet in pengar till detta.



Foto: Pictorbid/IBL

Kostnaden för den el vi använder i dag ska inte belasta kommande generationer.

**N**är rivningen av de svenska kärnkraftverken kommer att ske vet vi inte i dag. Många olika faktorer, inte minst politiska, kommer att påverka tidsplanen.

Ytterst är det kraftföretagen som avgör om reaktorerna ska rivas direkt eller läggas i malpåse. Arbetet kommer igång tidigast år 2015, eftersom

såväl projekteringen som tillståndprocessen för slutförvaringen av det radioaktiva avfallet kräver en gemensam planering för hela landet.

#### **Kostnaderna varierar**

Kostnaden för att riva en reaktor och för att ta hand om det avfall som upp kommer varierar beroende på när det

sker, vilken typ av reaktor det rör sig om och hur pass väl samordnad rivningen är med andra rivningsprojekt. SKB:s beräkningar visar att priset kommer att ligga i storleksordningen en miljard kronor per reaktor, räknat i dagens penningvärde. Till detta kommer kostnaden för att ta hand om avfallet. Den uppgår till omkring

tre miljarder kronor för alla kärnkraftverken. Tanken är att kostnaderna för den el vi använder i dag inte ska belasta kommande generationer. Varje år avsätter därför kärnkraftverkens ägare en summa pengar till en fond, som bland annat ska bekosta rivningen av anläggningarna. Pengarna sätts in på Kärnavfallsfondens konto i Riksgäldskontoret.

Avgiften varierar mellan 0,3 och 0,9 öre per producerad kilowattimme. Den fastställs varje år av regeringen och grundar sig på de kostnadsberäkningar som SKB lämnar in till Statens kärnkraftinspektion. På detta sätt flyter omkring 500 miljoner kronor in i fonden årligen.

### En fjärdedel av fonden

Vid årsskiftet 2004/2005 uppgick fondens bokförda värde till nästan 32 miljarder kronor. Den beräknade framtida kostnaden för avfallshanteringen beräknas till drygt 52 miljarder kronor i dagens penningvärde. Till och med år 2004 har ungefär 17 miljarder kronor (löpande penningvärde) lagts ned. Kostnadsberäkningarna utgår från att reaktorerna drivs i 40 år.

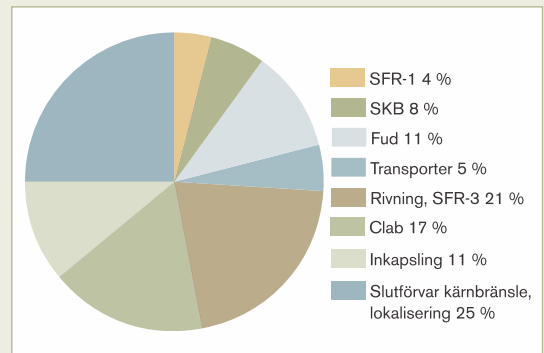
Trots att kärnkraftverken kan ha en livstid på 40–60 år, kommer varje kraftverk att ha betalat in sin andel av fonden när kraftverken blir 25 år gamla. Anledningen till detta är att man därmed försäkrar sig om att det finns tillräckligt med pengar för att



Det kostar drygt en miljard kronor att riva en reaktor.

riva kraftverket, även om det ställs av i förtid.

Knappt ett öre per producerad kilowattimme går till att finansiera hanteringen av kärnavfall.



Fördelning av totalkostnader (nedlagda och framtida) för det svenska avfallsprogrammet i dagens penningvärde under förutsättning att reaktorerna drivs i 40 år.



### Rivning på webben

- [www.nea.fr/html/rwm/wpdd](http://www.nea.fr/html/rwm/wpdd)
- [www-ns.iaea.org/tech-areas/waste-safety/decommissioning.htm](http://www-ns.iaea.org/tech-areas/waste-safety/decommissioning.htm)
- [http://europa.eu.int/comm/energy/nuclear/decommissioning/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/energy/nuclear/decommissioning/index_en.htm)
- [www.world-nuclear.org/wgs/decom/index.htm](http://www.world-nuclear.org/wgs/decom/index.htm)

# Rivning

Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) kommer att få en stor roll i arbetet med att riva de svenska kärnkraftverken. Kraftföretagen har visserligen huvudansvaret för att riva själva anläggningarna, men det är SKB som ska ta hand om det radioaktiva avfall som uppkommer.

Sverige har tre kärnkraftverk och sammanlagt tio reaktorer i drift. Reaktorerna i Barsebäck har stängts av, men än så länge har inte något kärnkraftverk rivits. Reparationer och ombyggnader ger dock erfarenhet och mycket kunskap finns att hämta utomlands. Mer än sextio reaktorer har lagts ned runt om i världen. Av dessa har tjugo rivits helt.

Rivningen av de svenska kärnkraftverken beräknas kosta drygt tolv miljarder och ta ett par decennier. Att ta hand om avfallet kostar ytterligare tre miljarder kronor. Finansieringen är ordnad men den exakta tidsplanen är ännu inte fastställd.



**Svensk Kärnbränslehantering AB**

Box 5864, 102 40 Stockholm  
Telefon 08-459 84 00  
[www.skb.se](http://www.skb.se)