

# Innehåll

## Underlagsrapporter

1	Shankar Menon: Rivning av kärntekniska anläggningar – En interationell översikt av projekt och kostnader .....	5
2	Bent Flyvbjerg: Financial Risk in Major Investment Projects.....	61
3	Esbjörn Segelod: En jämförande studie av för- och efterkalkyler i stora projekt .....	89
4	Statskontoret: Kärnavfallsfondens uttagsprocess.....	265
5	Studsвик RadWaste AB: Utredningen om så kallat övrigt kärnavfall .....	295
6	Marsh AB: Kärnavfallsprojektet och de finansiella åtagandena – möjligheter och begränsningar för en försäkringsgivare .....	309
7	Göran Skogh: Finansiering av slutförvar av radioaktivt avfall från svenska kärnkraftverk .....	235

# Innehåll

## Underlagsrapporter

1	Shankar Menon: Rivning av kärntekniska anläggningar – En interationell översikt av projekt och kostnader .....	5
2	Bent Flyvbjerg: Financial Risk in Major Investment Projects.....	61
3	Esbjörn Segelod: En jämförande studie av för- och efterkalkyler i stora projekt .....	89
4	Statskontoret: Kärnavfallsfondens uttagsprocess.....	265
5	Studsвик RadWaste AB: Utredningen om så kallat övrigt kärnavfall .....	295
6	Marsh AB: Kärnavfallsprojektet och de finansiella åtagandena – möjligheter och begränsningar för en försäkringsgivare .....	309
7	Göran Skogh: Finansiering av slutförvar av radioaktivt avfall från svenska kärnkraftverk .....	235

# Rivning av kärntekniska anläggningar

**En internationell översikt av projekt och kostnader**

**Shankar Menon**

**Menon Consulting AB**

**INNEHÅLLSFÖRTECKNING**

<b>1. Inledning.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Bakgrund.....</b>	<b>9</b>
<b>3. Pågående arbete inom internationella organisationer .....</b>	<b>13</b>
3.1 IAEA.....	13
3.2 European Commission .....	13
3.3 OECDs Nuclear Energy Agency (OECD/NEA).....	14
<b>4. Pågående/planerad rivning i vissa länder .....</b>	<b>19</b>
4.1 Belgien.....	19
4.1.1 Nationell bakgrund .....	19
4.1.2 Eurochemic.....	20
4.1.3 BR3.....	21
4.2 Finland .....	23
4.2.1 Nationell bakgrund .....	23
4.2.2 Rivning av Loviisa kärnkraftverk.....	23
4.2.3 Rivning av Olkiluoto.....	24
4.3 Frankrike.....	25
4.3.1 Nationell bakgrund .....	25
4.3.2 EDFs Rivningsprogram för första generationens kärnkraftverk.....	26
4.3.3 Brennilis .....	28
4.4 Tyskland.....	29
4.4.1 Nationell bakgrund .....	29
4.4.2 KKN Niederaichbach.....	31
4.4.3 Greifswald.....	32
4.5 Italien .....	34
4.5.1 Nationell bakgrund .....	34
4.5.2 Pågående rivningsarbeten .....	36
4.6 Japan.....	36

4.6.1	Nationell bakgrund.....	36
4.6.2	JPDR.....	38
4.6.3	Tokai 1 .....	39
4.7	Spanien.....	39
4.7.1	Nationell bakgrund.....	39
4.7.2	Vandello 1 .....	41
4.8	Storbritannien .....	42
4.8.1	Nationell bakgrund.....	42
4.8.2	Windscale Advanced Gas Cooled Reactor (WAGR) .....	45
4.9	USA .....	46
4.9.1	Nationell bakgrund.....	46
4.9.2	Shippingport.....	49
4.9.3	Fort St Vrain.....	49
4.9.4	Översikt över några pågående rivningsprojekt .....	50
<b>5.</b>	<b>Trender, tendenser och iakttagelser.....</b>	<b>52</b>
5.1	Teknik.....	52
5.2	Organisationsaspekter .....	53
5.3	Kostnader .....	53
5.4	Svensk beredskap för rivning av kärnkraftverk.....	55
	<b>Referenser .....</b>	<b>57</b>

## Rivning av kärntekniska anläggningar

### En internationell översikt av projekt och kostnader

#### 1 INLEDNING

När ett kärnkraftföretag bestämmer sig för att avställa sitt kärnkraftverk för gott, måste anläggningen ”rivas”\*) på ett acceptabelt säkert sätt och den kvarvarande radioaktiviteten vid verkets förläggingsplats (”siten”) måste vara vid sådana nivåer som tillåter en återanvändning av området utan en oacceptabel påverkan av dess strålning, s.k. ”green field conditions”.

I många länder pågår projekt som visar att nedlagda kärntekniska anläggningar kan rivas till det tillståndet på ett sätt som acceptabelt skyddar arbetarna, allmänheten och miljön samt att detta kan göras till en acceptabel och relativt väl förutsägbar kostnad [1]. Föreliggande rapport ger en överblick över några av dessa projekt som pågår internationellt. Projekten är indelade landsvis och den respektive nationella bakgrunden som gäller i varje land beskrivs kortfattat. Innan dess ges en kort allmän bakgrund samt en översyn över arbeten som pågår i internationella organisationer inom detta område. Rapporten avslutar med en sammanfattning av tendenser som kan iakttas inom detta tekniska område. Översikten har inriktat sig på vad som händer i Västeuropa, USA och Japan. Det pågår arbete även i Östeuropa och, i mindre grad, i Sydkorea och Kina, vilket inte har omfattats av denna rapport. Inte heller har arbete i Sverige ingått i denna översikt eftersom det inte var en del av uppdraget. Det kan dock tilläggas att

- Sveriges första forskningsreaktor R1, som låg i ett berggrum på Drottning Kristinas Väg i Stockholm, har rivits och dess förläggingsplats friklassats. Rivningsarbetet utfördes av Studsvik RadWaste AB mellan åren -81 och -83.
- Sveriges första kommersiella reaktor i Ågesta Kraftvärmeverk utanför Farsta i Stockholm var i drift mellan 1964 och 1974. Ågesta var en tungvattenmodererad tryckvattenreaktor. Efter avställning 1974, tömdes systemen. Bränslet

---

\* ”Rivning” är uttrycket som används för det engelska ordet ”decommissioning” vilket dock kan täcka hela kedjan av aktiviteter från avställning av drift, dekontaminering/demolering/borttransport av system och komponenter samt demolering av byggnader.

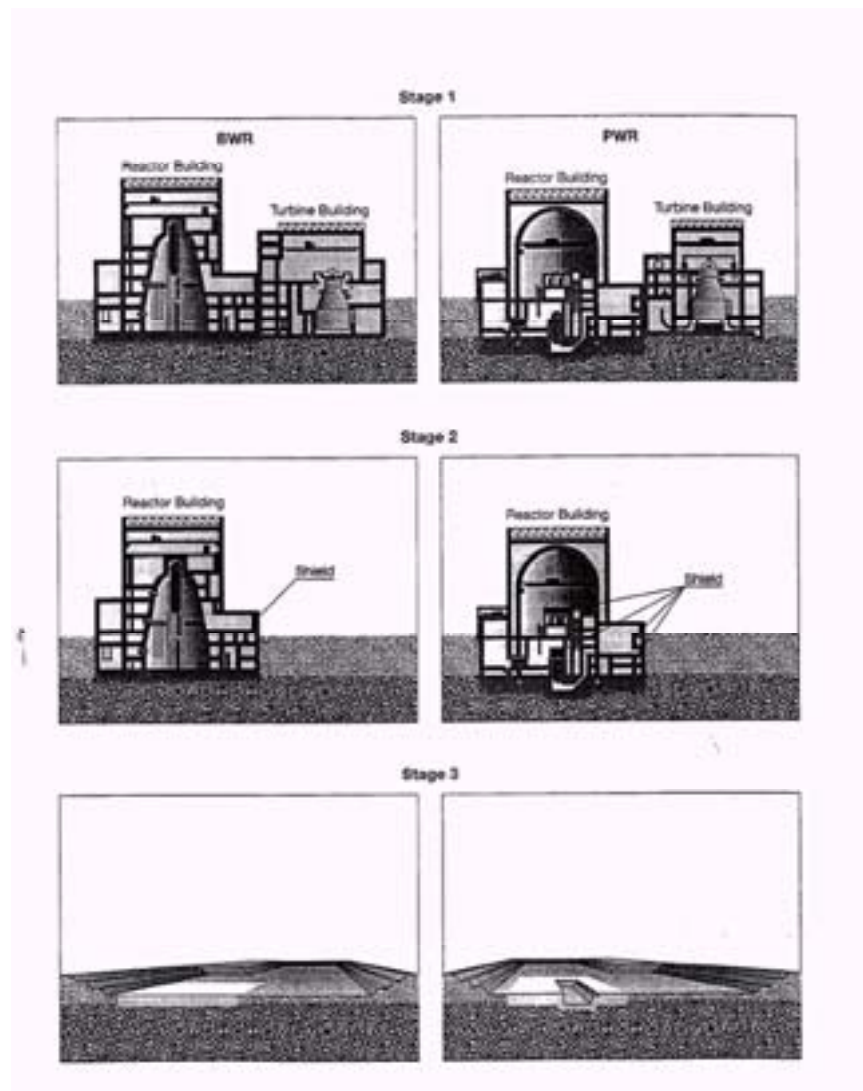
och tungvattnet transporterades från platsen och anläggningen har varit i ett s.k. rivningsstadium 1 (Se nedan).

## 2 BAKGRUND

IAEA har definierat tre stadier i rivningsförfarande enligt följande:

- Stadium 1: "Säker avställning" med övervakning och periodisk inspektion (betecknas "SAFSTOR" eller "delayed DECON" av amerikanska Nuclear Regulatory Commission (US NRC))
- Stadium 2: Koncentration av radioaktivitet i minsta möjliga utrymme. Mindre övervakning och mindre tät periodisk inspektion än för stadium 1 (betecknas "ENTOMB" av US NRC)
- Stadium 3: All radioaktivitet (över friklassningsgränsen) avlägsnas. Området friklassas (s.k. "green field conditions") för alternativ användning (betecknas "DECON" av US NRC)

Se figur 1 nedan som hämtats från ref. 2.



*Figur 1* Schematisk beskrivning av de tre rivningsstadierna för kärnkraftverk



Enligt IAEAs website var det 440 kraftreaktorer i drift i november 2003. På websiten visas även åldersfördelning av reaktorerna i ett stapeldiagram. Med det diagrammet som underlag och ett antagande av en driftperiod på 40 år för varje reaktor, kan man grovt uppskatta behovet av reaktorrivning samt även när detta behov skulle uppstå. Resultatet visas i Tabell 1.

Tabell 1:

Period	Antal reaktorer som uppnår 40 års "pensionsålder"
Före 2010	13
Mellan 2010–2020	115
Mellan 2020–2030	217
Mellan 2030–2040	73
Efter 2040	23

Det ska noteras att ovanstående tabell gäller avställning av reaktorer, dvs. när reaktorer kan väntas tas ur drift efter en 40-års driftperiod. Själva rivningen kan vara senare beroende på ett antal faktorer, t.ex.:

- Längden av perioden för "säker avställning" (som varierar avsevärt i olika länder),
- Lagstiftning och institutionella faktorer,
- Tillgång till slutförvar för radioaktivt avfall,
- För anläggningen specifika aspekter. För t.ex. en avställd reaktor vid ett verk där andra reaktorer fortfarande är i drift, kan den finnas gemensamma anläggningsdelar vars drift kunde störas av rivningsarbete på den avställda reaktorn.

Vid många kraftverk i många länder pågår arbete intensivt på "life extension" (förlängning av driftperioden) för reaktoranläggningar, vilket på ett signifikant sätt kan påverka det grundläggande antagandet om en 40-årig driftperiod.

Förutom kraftreaktorer, var det över 320 forskningsreaktorer i drift år 1991, vilka kan väntas ställas av före kraftreaktorerna. De flesta kommer att rivas, relativt snart efter avställning, av personal från forskningsinstitutet i fråga.

## FAKTARUTA OM STRÅLNING/PERSPEKTIV OM STRÅLDOSER

- Joniserande strålning uppkommer vid sönderfall av olika radioaktiva ämnen. Aktivitet är den mätbara fysikaliska storhet som anger radioaktiva sönderfall per tidsenhet. Aktivitet mäts i *Bequerel* (*Bq*) som betecknar ett radioaktivt sönderfall per sekund.
- När joniserande strålning tränger in på ett bestrålat objekt, överförs energi som kallas *stråldos*, vilket kan definieras på olika sätt. Med *absorberad dos* menas absorberad energi per massenhet som mäts i enheten *Gray* (*Gy*). Den biologiska effekten per enhet absorberad dos kallas *effektiva dos equivalenten* och uttrycks i enheten *Sievert* (*Sv*). Oftast mäts dosen i millisievert ( $\text{mSv} = 0.001 \text{ Sv}$ )
- Genomsnittliga stråldosen för en person i Sverige är ca. 4 mSv/år, sammansatt av
 

Kosmisk strålning	0.3 mSv/år
Berggrunden	0.5 mSv/år
Radon i bostäder	2.0 mSv/år
Egna kroppen	0.2 mSv/år
Medicinsk bestrålning	0.6 mSv/år
Industri, Kärnkraft, kärnvapen, nedfall	mindre än 0.1 mSv/år
Tjernobył	0.3 mSv/år (varierar)
- Människor som bor i många andra länder är utsatta för mycket högre stråldoser än vi i Sverige. Ett extremt fall är Ramsar, en stad i norra Iran, där invånarna är exponerade till upp till 260 mSv/år. Hittills gjorda utredningar har inte visat några negativa biologiska effekter av den höga bakgrundsdosen.
- Arbetare vid kärnkraftverk i Sverige och i de flesta andra europeiska länder är tillåtna en årlig stråldos på högst 20 mSv.

### 3 PÅGÅENDE ARBETE INOM INTERNATIONELLA ORGANISATIONER

Utrednings- och utvecklingsarbete inom området rivning av kärntekniska anläggningar pågår både nationellt och inom internationella organisationer. Internationellt är det följande organisationer som är mest engagerade:

- International Atomic Energy Agency (IAEA), Wien,
- European Commission (EC), Bryssel,
- OECD Nuclear energy Agency (OECD/NEA), Paris.

#### 3.1 IAEA

IAEAs arbete siktar sig i huvudsak på att utarbeta internationellt accepterade riktlinjer för olika aspekter av rivningsarbete samt att sammanställa state-of-the-art rapporter om teknologier som utnyttjas. Arbetet är fördelat inom två områden:

- Säkerhet,
- Teknik.

Under rubriken "säkerhet" sorterar dels "krav"-typ dokument ("Requirements") dels rådgivande dokument ("Guides"). Det finns t.ex. en "requirement" om konditionering av radioaktivt avfall (inklusive rivningsavfall) före slutdeponering (WS-R-2, 2000). Guides har utgivits om rivning av kraft- och icke kraftproducerande kärntekniska anläggningar (WS-G-2.1, 1999; WS-G-2.2, 1999; WS-G-2.4, 2001). Det förbereds "guides" om radioaktivt material som inte behöver regleras samt friklassning av byggnader och siter.

Under rubriken "teknik" ges rapporter ut om t.ex. TECDOCs (tekniska dokument) om rivning av medicinska och forskningsanläggningar, planering av rivning, rivning av underjordiska anläggningar, m.m.

#### 3.2 European Commission

European Commission (EU) har, mellan 1979 och 2003, genomfört fem 5-åriga program som sponsrade forsknings- och utvecklingsarbete på rivningsteknik i de olika medlemsländerna. Programmet inkluderade även delfinansiering av demonstrations-

projekt på reaktorer och en bränsleupparbetningsanläggning. Det femte 5-åriga programmets omfattning visade att stödet för FoU-insatser har minskat betydligt och begränsas till småprojekt, typ insamling av data om olika rivningstekniker och dylikt. Detta kan tas som ett tecken på att tekniken för rivning av kärntekniska anläggningar numera anses vara känd och etablerad.

EC har (istället?) startat en Thematic Network on Decommissioning of Nuclear Installations (TND), där tillverkare, kärnkraftverk, myndigheter, universitet, forskningsinstitut, dvs. alla som har med rivning av kärntekniska anläggningar att göra, ska delta i ett EC-stött utbyte av vetenskaplig och teknisk information. Ca. 50 organisationer har blivit medlemmar av TND, som fungerar huvudsakligen genom uppläggning av information på TNDs website.

### 3.3 OECDs Nuclear Energy Agency (OECD/NEA)

OECD/NEAs Co-operative Programme on Decommissioning (CPD) startade i 1985 för att utbyta erfarenheter och information om pågående rivningsprojekt. Målet med programmet var att samla sådana data som sedan kan användas för att planera den framtida industriella fasen av rivning av kommersiella kärnkraftverk. Efter tre femårsperioder har programavtalet förnyats ytterligare. En lista över deltagande projekt inom CPD och viss data visas i Tabellerna 2–5 [3].

Arbetet inom programmet var från början huvudsakligen inriktat på informationsutbyte. Sedan etablerades speciella arbetsgrupper som studerade frågor av gemensamma intressen, t.ex. kostnader för rivning, återanvändning av material från rivningsprojekt, m.m. Med åren blev programmet även en talesman för dem som höll på med rivningsprojekt, och förde en viss lobbyverksamhet vid internationella möten för att uppnå en harmonisering av regler och förordningar. Detta motsatte sig USA vilket ledde till att från 1 januari 2004 ska programmet begränsas till informationsutbyte.

OECD/NEA har också för några år sedan etablerat en Working Party on Decommissioning and Dismantling (WPDD) som ska samla information om alla aspekter av rivning. En del av informationen som ges i efterföljande kapitel kommer från WPDD källor.











## 4 PÅGÅENDE/PLANERAD RIVNING I VISSA LÄNDER

### 4.1 BELGIEN [4]

#### 4.1.1 Nationell bakgrund

- Kraftreaktorer: 7 st, svarar för 57 % av elproduktionen
- Andra kärntekniska anläggningar omfattar bl.a.:
  - F.d. uppberetningsanläggning Eurochemic, Dessel
  - Kärnforskningsanläggning SCK-CEN, Mol
- Myndigheter:
  - Federal Agency for Nuclear Control (FANC) (ungefär motsvarande SKI+SSI)
  - National Agency for Radioactive Waste and Enriched Fissile Materials (ONDRAF/NIRAS) (ungefär motsvarande SKB, men är statsägd och har en myndighetsfunktion)
- Finansiering:
  - För kraftreaktorer: År 2003 utgavs en lag om medel för finansiering av rivning av de 7 kärnkraftverken samt omhändertagande av utbränt bränsle. Fonden ska förvaltas av Synatom (bränsleleverantör) på basis av råd från en "surveillance committee" där ONDRAF/NIRAS är representerad och har ett slags bestämmande, "golden share". Kostnadsuppskattningar som utgör underlaget för fondens storlek utförs av kraftverken och revideras vart femte år. I kalkylen antas att kraftverken har en 40-års drifttid. Fonden samlas genom ett tillägg till kraftpriset.
  - För andra kärntekniska anläggningar: Finansiering av rivning av anläggningar för vilka inga medel har insamlats tidigare säkras genom årliga bidrag från staten samt från kärnkraftproducenterna. Hittills har fyra "nuclear liability funds" etablerats enligt denna modell. De gäller:
    - Eurochemic uppberetningsanläggning
    - SCK-CENs anläggningar för avfallshantering
    - SCK-CENs övriga anläggningar
    - Institut för radioisotoper.

- Annat av intresse:

Hittills har utbränt bränsle från kraftverken skickats till Frankrike för upparbetning. Det pågår en utredning ang. om man ska fortsätta med upparbetning eller direktdeponera bränsle. Tre leveranser av förglasat högaktivt avfall har mottagits från COGEMA (Frankrike). Det finns inget slutförvar i drift i Belgien. Ett dotterföretag till ONDRAF/NIRAS, Belgoprocess, svarar för mellanlagring av avfallskolli i väntan på ett slutförvar.

#### 4.1.2 Eurochemic [1]

Upparbetningsanläggningen Eurochemic i Dessel ägdes ursprungligen av 13 OECD länder (bl.a. Sverige) och var i drift mellan 1966 och 1974. Efter nedläggning var anläggningen överförd till Belgisk ägo. Platsen har byggts om till en kärnavfallshanteringsstation och utnyttjas även som ett centralt mellanlager för behandlat kärnavfall. Företaget Belgoprocess (100 % ägt av ONDRAF/NIRAS) har etablerats för att ta hand om alla aktiviteter på platsen, inklusive rivningsprojektet.

Anläggningens huvudbyggnad är 80 m lång, 27 m bred och 30 m (7 våningar) hög. Ca. 55 000 m<sup>2</sup> betongyta måste rengöras/kontrolleras. Dessutom måste 1 500 t utrustning av metall omhändertas.

Projektet kännetecknas av

- Att det utförs med egen personal över en relativt lång tid
- Målinriktat utvecklingsarbete för att lösa tekniska problem
- Minimering av kostnader genom friklassning av material
- Utnyttjande av kommersiellt tillgänglig modifierad teknik, där det behövs, för bruk i nukleär miljö.

Av intresse att notera:

- En ”raknings”-teknik har utvecklats för att rengöra betongytor. Tekniken använder ett diamantborrhuvud, vilket ger en jämn yta som förenklar mätning för friklassning, ger mindre sekundärt avfall samt är mer hanteringsvänlig för arbetarna än tidigare metoder.
- En torrblästringsmaskin i industriell skala har tillverkats för rengöring av kontaminerade metalliska profiler, plåt och rör. Mellan Maj 1996 och maj 2001 behandlades 523 t mate-

rial, varav 182 t kunde friklassas efter kontrollmätning. Resten kunde friklassas efter smältning vid en special smältugn (Studsvik).

- Avfallshanteringen av de stora betongmassorna har utgjort ett stort problem för projektet. Ytmätningarna har inte varit tillräckliga för att hitta all radioaktivitet, speciellt i sprickor, övergångar, m.m. Således tillämpas följande procedur:
  - En komplett 100 %-ig aktivitetsmätning av ytor/borttagning av aktivitet som hittas,
  - Kontrollerad demolering av byggnaden,
  - Krossning av betong till mindre bitar för att tillåta separering av armering och stålrör,
  - Krossning/homogenisering till mindre partiklar för kontroll av aktivitetskoncentration. På detta sätt behandlas betongen på samma sätt som kontaminerade stålkomponenter när de smälts t.ex. i Studsvik.

En betongkrossanläggning för detta ändamål togs i drift i Juni, 2001. Efter 9 månaders drift hade den behandlat 390 t betong varav 260 t kunde friklassas.

När projektet kom igång i 1989 med en arbetsstyrka på ca 24 personer skulle det avslutas år 2004. Idag består arbetsteamet av 37 personer med en ledningsgrupp av ytterligare 12 personer. 1987 uppskattades att projektet skulle vara klart 2002 men idag planerar man med totalrivning till 2011. Orsaken till förseningen är huvudsakligen den att Belgoprocesspersonal samtidigt måste ta hand om icke inplanerat rivnings- och dekontamineringsarbeten på annat håll. Projektkostnaden uppskattades till 5750 MBEF år 1987.

#### 4.1.3 BR3 [5]

BR3 var den första (väst-)europeiska tryckvattenreaktorn (PWR) med en effekt på 10.5 MWe. Reaktorn avställdes 1987 efter 25 års drift. Projektet valdes av EU som ett av fyra demonstrationsrivningsprojekt.

Den första rivningsoperationen (1991) var kemisk dekontaminering av primärkretsen. Siemens CORD-process tillämpades i tre omgångar. Totalt minskades strålningsdosraten i reaktorsystemets omgivning med en faktor 10 i medeltal.

Tre kapningstekniker jämfördes vid segmentering av det termiska skyddet i reaktorkärlet:

- Mekaniska metoder (bandsåg)
- ”elektro-discharge” bearbetning (EDM = ”gnist”-kapning)
- plasmaskärning under vatten.

Mekanisk sågning visade sig vara överlägsen de andra metoderna genom att det blev mindre sekundärt avfall och tidsåtgången var acceptabel jämfört med de andra metoderna. Således valdes denna metod för olika typer av mekanisk sågning i projektets fortsättning. Den metoden har använts för att segmentera alla invändiga delar samt till den cylindriska delen av reaktortanken. Komponenterna kapades till en storlek lämplig för packning i 400-liters fat för transport till Belgoprocess, där de behandlades genom ingjutning i cement. Avfallsfaten förvaras i Belgoprocess mellanlager för kärnavfall i väntan på ett licensierat slutförvar.

Försök har pågått under en längre tid för att utveckla en kapningsmetod med högtrycksvatten (High Pressure Water Jet Cutting) för att segmentera stålkomponenter med tjockare vägg t.ex. reaktortankens topp- och bottengavlar. Kontrollsystem för fjärr-operation verkar behöva utvecklas vidare.

En kemisk dekontamineringsmetod MEDOC (Metal Decontamination by Oxidation using Cerium) har utvecklats för rengöring av rostfritt- och kolstålskomponenter. Hittills har 80 % av behandlat material kunnat friklassas genom kontrollmätning. Resten bedöms ha en kvarvarande aktivitet under 1 Bq/g och skulle kunna friklassas genom smältning vid en smältanläggning i kontrollerat område (typ Studsvik). Ett intressant exempel är BR3s ånggenerator som MEDOC-behandlades under 2002. Ytmätningar har antytt att materialet (tuber) ska kunna friklassas efter smältning. Det borde dock nämnas att ånggeneratortuberna i fråga är av rostfritt stål. Alla senare PWR ånggeneratorer har tuber av zircalloy (eller motsvarande material).

## 4.2 FINLAND [4]

### 4.2.1 Nationell bakgrund

- Kraftreaktorer: 4 (2 st PWR i Loviisa och 2 st BWR i Olkiluoto). Motsvarar ca 30 % av elproduktionen (1 till reaktor under beställning)
- Myndigheter:
  - Strålskydds- och kärnsäkerhetsmyndigheten (STUK) svarar för detaljreglering under industridepartementets översyn.
- Kostnader och finansiering:

Enligt 1983 års regeringsbeslut ska kärnkraftsägarna upprätta rivningsplan med uppskattade kostnader. Planen ska uppdateras vart femte år. Senaste uppdateringen för Olkiluoto ägde rum 1998. För Loviisa gjordes en ny revision av rivningsplanen vid slutet av 2003. Med rivning menas endast borttagande av all radioaktivitet över friklassningsnivåerna. Byggnadsrivning ingår inte. Rivning av Loviisa-reaktorerna antas äga rum omedelbart efter avställning, dvs. inom 10 år. Däremot blir det en ”SAFSTOR” period på 30 år vad gäller Olkiluoto-reaktorerna.

Lagen om kärnenergi kräver uppsättning av fonder för rivning och omhändertagandet av det uppkomna kärnavfallet. Kraftverksägarna samlar medel i dessa fonder varje år. Behovet av medel och fondens storlek kontrolleras varje år av myndigheterna.

### 4.2.2 Rivning av Loviisa kärnkraftverk [6]

Enligt senaste revisionen av rivningsplanen ska driftperioden för reaktorerna utökas till 50 år. Rivningen planeras börja år 2027 för Loviisa och 2030 för Loviisa 2. Rivning ska pågå i 27 år och avslutas år 2053. Anläggningen väntas rivas omedelbart efter avställning. En fördel anses vara tillgången till driftspersonal med god kännedom om stationen. Hela primärsystemet kommer att dekontamineras innan rivning.

Ett kännetecknande av Loviisa rivningsplan är att större komponenter, typ reaktortanken och ånggeneratorer, ska deponeras hela

och inte segmenterade som är mest vanligt. Detta förfaringssätt skulle spara både tid och stråldoser.

Ett slutförvar för driftavfall håller på att byggas i bergmassan under Loviisaverket. Delar därav har varit i drift sedan 1998. Slutförvar för rivningsavfall planeras vara en utbyggnad till det för driftavfall. Konceptet och utförandet av slutförvaret är snarlikt SFR-anläggningen vid Forsmark, med förvarsutrymmen i bergstunnlar och silos. Dessa utrymmen kommer att ligga ca. 110 m under marknivån.

Totala volymen av rivningsavfall uppskattas till 15 500 m<sup>3</sup>. Själva rivningen kommer att behöva en insats på ca. 2 800 manår. Den kollektiva dosen för personal uppskattas till ca. 9.5 manSv. Den beräknade kostnaden är ca. 216 M€.

Loviisas utbrända bränsle kommer att förvaras på plats i 20 år efter verkets avställning. Därefter kommer det att transporteras till inkapslingsanläggning för slutdeponering.

#### 4.2.3 Rivning av Olkiluoto [4]

Innan rivning så spolas alla kontaminerade system noggrant. Brandfarligt material tas bort. Ventilationen och avloppen modifieras innan anläggningen läggs i s.k. SAFSTOR tillstånd för en 30-års period.

Själva rivningen planeras starta med uppförandet av en hanteringskammare vid reaktorhallarna för segmentering av reaktorkärl och invändiga komponenter. Den senaste revisionen av rivningsplanen diskuterar även bortförande och deponering av reaktorkärl med interna detaljer i ett stycke. Den huvudsakliga konklusionen är att det är mycket fördelaktigt att ta bort reaktortanken i ett stycke jämfört med att segmentera den. Inspektionsprocedurerna under rivningen väntas inte vara annorlunda än de under större reparationer och avfallshantering under drifttiden.

Även vid Olkiluoto finns ett slutförvar som idag tar emot driftavfall. Det är meningen att den befintliga anläggningen på plats, som ligger ca. 100 m under marknivån, ska utökas med 3 silon, två för lågaktivt avfall och ett för mellanaktivt avfall. De första två ska vara klädda i betong medan i den tredje ska finnas en intern betongsilo. Avfallet kommer att packas i betonglådor som staplas i silon.

## 4.3 FRANKRIKE [4, 7, 8]

### 4.3.1 Nationell bakgrund

- Kraftreaktorer: 58 st i drift, svarar för nästan 80 % av elproduktionen. Alla dessa är PWR.

- Operatörer av kärntekniska anläggningar:

Huvudsakligen            Electricité de France (EDF)  
                                 Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA)  
                                 Compagnie Générale des Matières Nucléaires (COGEMA)  
                                 Agence Nationale pour les Déchets Radioactifs (ANDRA)

EDF står för kraftproduktion, CEA för forskning och utveckling, COGEMA för kärnbränslecykeln från uranproduktion till avfallshandling och ANDRA för slutförvar av radioaktivt avfall. Ett kännetecknande för alla dessa organ är att de är till stor del eller helt statsägda. CEA och EDF är stora delägare i COGEMA och ANDRA. Dessutom är CEA en signifikant delägare av många (de flesta?) större företag inom kärnkraftindustrin, typ Framatome, SGN, m.fl. CEAs kommersiella verksamhet styrs genom ett holding bolag, CEA Industrie, som har en omsättning på mer än 8 miljarder € varje år.

- Myndigheter:

- Direction de la Sûreté des Installations Nucléaires (DSIN) är kärnsäkerhetsmyndigheten. DSIN har ett forskningsinstitut (Institute de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, IRSN) som rådgivande organ och rapporterar till miljö- och industridepartementen. Strålskyddsfrågor hanteras av hälso- och arbetsmarknadsdepartementen med Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants (OPRI) som rådgivare.

- Finansiering:

Ägarna till alla kärntekniska anläggningar måste beräkna rivningskostnaderna inklusive avfallshandling för deras anläggningar och sätta undan medel för att finansiera detta. De samlade medlen måste kontrolleras varje år för att ta hänsyn till t.ex. inflation och

en acceptabel ränta. För CEA har det etablerats en specialfond för att finansiera rivning av deras laboratorier.

- Annat av intresse:
  - Frankrike har haft slutförvar i drift i många år. Det första, Centre Manche, nära La Hague, togs i drift 1969 och kunde ta emot 530 000 m<sup>3</sup> lågaktivt avfall innan den stängdes 1994. Den andra, Centre l'Aube, har varit i drift sedan 1992. Den har en kapacitet på 1 miljon m<sup>3</sup>. Ett tredje slutförvar håller på att byggas för s.k. "very low level waste" (VLLW), vilket omfattar kortlivade nuklider med ett aktivitetsinnehåll på några Bq/g (upp till 100 Bq/g?). Enligt uppgift ska det tredje slutförvaret inte klassas som en kärnteknisk anläggning utan istället ska betraktas som en slutstation för farligt avfall
  - Officiellt har Frankrike inga friklassningsgränser. Således släpps inte något radioaktivt material ut från rivning. Det tillämpas "zonindelning" vid anläggning som ska rivs. Utrymmen delas i "nukleära" och "icke nukleära" områden baserade på driftshistorik. De "nukleära" områdena rensas till s.k. "target levels", f.n. 0.4 Bq/cm<sup>2</sup> respektive 0.4 Bq/g för att klassas som "icke nukleärt".

#### 4.3.2 EDFs Rivningsprogram för första generationens kärnkraftverk

Fram till det sena nittioåret hade EDF planerat att låta sina uttjänta avställda reaktorer stå i "säker avställning" (SAFSTOR) i ca. 50 år innan nedmontering och rivning till s.k. "stadium 3", då området kunde friklassas. Myndigheten DSIN var orolig att sådana "interima" situationer lätt kunde permanentiseras och gav 1996 uppdrag åt CEA och EDF att inkomma med ett förslag till totalrivning av Brennilis EL4 reaktor innan slutet av 1999. Förslaget till totalrivning av Brennilis levererades 1999. Två år senare gick EDF ett steg vidare och presenterade ett förslag till totalrivning till stadium 3 av

- Alla 6 avställda gasgrafit reaktorer (Chinon A1, A2 och A3; Bugey 1 och St Laurent A1 och A2)
- Brennilis PHWR



- Chooz A PWR
- Creys-Malville (Superphenix) snabb bridreaktor
- Förvaringssilon vid St Laurent för grafithylsor till gasgrafit reaktorer motsvarande ca. 2 000 t grafit).

Den nya offensiva strategin siktar mot

- Att visa att totalrivning på en industriell skala är fullt möjlig
- Att det finns kapacitet att hantera det uppkomna avfallet
- Att ta tillfälle att etablera en ”rivningsgrupp” inom EDF, som kan ta vid när det blir aktuellt med rivning av de PWR som nu är i drift.

Rivningen ska äga rum i två etapper över totalt ca. 25 år. Totalt uppskattas kostnaderna till hela programmet till 3 miljarder Euro, varav planerings/ingenjörskostnader utgör 20-25 %, rivningsarbete 40-45 % och avfallshantering 20-25 %. Under den första etappen ska Brennilis, Superphenix, Chooz A och Bugey 1 rivas. Erfarenheter från Bugey 1 ska kunna tillämpas vid rivning av de andra gasgrafit reaktorerna vid Chinon och St Laurent under den andra etappen. De huvudsakliga målen med programmet är

- Förenkling av administrativa procedurer, t.ex. tillstånd från statliga och lokala myndigheter och kommittéer
- Kartläggning av avfallsrutter för
- 670 000 t icke radioaktivt avfall
- 400 000 t radioaktivt avfall, varav
  - 200 000 t VLLW är avsett för det CSTFA slutförvar som är under bygge
  - 100 000 t kortlivat låg- och medelaktivt avfall till Centre l’Aube
  - 80 000 t är betong kontaminerat med natrium
  - 20 000 t grafit till ett grafit-(mellan?)lager som väntas bli klart 2010
  - 1 000 t långlivat medelaktivt avfall som måste mellanlagras, eventuellt i långtids-mellanlagringsanläggningen ICEDA, som ska vara färdig 2027.
    - Uppsättning av en industriell organisation för rivning. EDF har redan etablerat en ny avdelning,

CIDEN, för att samla alla deras kunskaper om rivning, avfallshantering och miljö.

CEA har också satt igång ett program för rivning av laboratorier, celler, forskningsreaktorer och avfallshanteringsanläggningar över den kommande 10 års perioden.

#### 4.3.3 Brennilis

Brennilis var en 73 MWe, tungvatten modererad, gaskyld (CO<sub>2</sub>) prototyp tryckvattenreaktor som avställdes 1985 efter ca. 20 års drift. Sedan dess har bränslet transporterats bort till mellanlager i Caderache, primärsystemet dränerats och torkats och bränslebassängen tömts m.m. Fram till nyligen var anläggningen gemensamt ägd och driven av EDF och CEA. Numera är EDF ensam ägare.

Rivningen kom igång 1997. Målet var ett stadium 2 där endast reaktorinneslutningen med innehåll skulle vara kvarstående år 2005. Byggnaderna för konditionering av vätskeformigt avfall (ETS), för förvaring av utbränt bränsle (SFB) och för lagring av fasta driftavfall (SWS) skulle tömmas och rivas, liksom alla andra icke kontaminerade byggnader.

Som nämndes tidigare, officiellt så friklassas inget radioaktivt material i Frankrike. Brennilis är det första projektet där principen tillämpas i praktiken. Hela anläggningen delas in i två zoner: en "nukleär", varifrån allt avfall räknas som radioaktivt och den andra "konventionella" varifrån allt avfall är icke radioaktivt per definition. Varje rum i den "nukleära" zonen analyseras med hänsyn till den process som har pågått och historiken av händelserna där. Ytorna klassas i 4 kategorier och behandlas enligt medan:

	Karakteristik	Behandling
Kategori 0	Utan radioaktiv kontamination	Ingen
Kategori 1	Misstänkt torr kontamination på yta	Borttagning av färgskikt
Kategori 2	Misstänkt ytkontamination med vätskor	Borttagning av minst 6 mm ytmaterial
Kategori 3	Misstänkt djup kontamination	Behandling bestäms från fall till fall

Alla ytor utsätts för kontrollmätningar efter behandling: endast "statistiska" kontroller (ca. 10 % av ytorna) för kategori 0, 1 och 2, men 100 % av ytorna klassade som kategori 3. Vid kontrollmätningarna används "target levels" (målnivåer) av 0.4 Bq/cm<sup>2</sup> respektive 0.4 Bq/g som högsta acceptabla värden. Om mätningarna visar värden under dessa nivåer, förbereds en "declassification file" åt myndigheterna för godkännande.

Hittills har byggnaderna SFB, ETS och SWS blivit rensade till ovanstående nivåer. Vad gäller den sistnämnda, SWS, så har myndigheterna godkänt dess "declassification file" och byggnaden har demolerats.

Det tidigare beslutet att riva Brennilis till stadium 2 har, som nämndes tidigare, ändrats av EDF till en totalrivning till stadium 3. Det nuvarande rivningsprojektet ska vara klart 2005 varefter det nya projektet fortsätter så att allt radioaktivt ska vara borta från platsen och byggnaderna vara demolerade till år 2015.

## 4.4 TYSKLAND [4]

### 4.4.1 Nationell bakgrund

- Kraftreaktorer:

19 st i drift, varav 13 st PWR och 6 st BWR. Kärnkraft svarar för mer än 30 % av elproduktionen.

Dessutom har 17 kraft- och prototyp-reaktorer avställt. 2 av dem (KKN i Niederaichbach och HDR i Grosswelzheim) har rivits till stadium 3, dvs. s.k. "green field", 2 är i s.k. SAFSTOR tillstånd medan de andra 13 håller på att rivas till stadium 3.

Reaktorerna ägs av privata eller kommunalägda kraftföretag eller av staten. Enligt atomenergilagen 2002 ska kärnkraft fasa ut över en period av ca. 20 år. De nu fungerande reaktorerna ska var och en köras över en nominell total driftperiod på 32 år, vilket betyder att den sista reaktorn ska avställas år 2021.

- När ska rivning ske?

Både regeringen och kraftföretagen föredrar en omedelbar rivning till stadium 3, dels för att utnyttja driftpersonalens erfarenheter och kunskap. Dels för sociala och kostnadsorsaker. Å andra sidan måste det finnas ett slutförvar för låg- och medelaktivt avfall tillgängligt, vilket inte är fallet nu. Således kan

kraftföretagen välja om de vill företa en totalrivning eller ett stadium 1 SAFSTOR

- Myndigheter/ licens för rivning:

Licens för rivning ges av delstat ("land") där respektive kraftverk finns. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) överser licensiering för att åstadkomma en harmonisering av procedurer. BMU stöds av strålskyddsmyndigheten Bundesamt für Strahlenschutz (BFS) och andra tekniska expertorganisationer. Licensieringsmyndigheten i respektive delstat anlitar teknisk expertis för råd och dessutom informerar/rådgör med allmänheten.

- Finansiering:

Enligt atomenergilagen ska kraftverksägarna samla medel för att täcka kostnaderna för rivning av respektive verk och omhändertagande av rivningsavfall. Kraftverken uppskattar att totalrivning av en 1 200 MWe PWR skulle kosta i storleksordning 300 M€ medan motsvarande kostnad för en 800 MWe BWR skulle vara ca. 350 M€.

Rivning av forskningsreaktorer och uppberedningsanläggningen WAK finansieras av staten eller delstaten där anläggningen finns med allmänna medel med årliga anslag.

- Annat av intresse:

- BMU har etablerat en arbetsgrupp för att ta fram kriterier för platsval för ett slutförvar. Innan kriterierna är klara – efter framtagning och diskussion med allmänheten och andra intresserade parter – kommer inga nya platser bli valda eller ens undersökta. BFS har av bundesregeringen tillgivits ansvar för konstruktion, uppförande och drift av slutförvar.
- Som nämndes ovan finns inte något slutförvar i drift för närvarande. Dock har det funnits ett tidigare. Slutförvaret i f.d. saltgruvan i Morsleben (Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben ERAM) tog emot låg- och medelaktivt avfall mellan 1971 och 1998, totalt ungefär 36 800 m<sup>3</sup>. ERAM måste stängas på grund av ett domstolsbeslut. Det ska inte tas i drift igen. BFS har sökt tillstånd att bakfylla och slutligen täta till ERAM, men licensieringsprocessen har visat

- sig vara lång och krånglig. Koncept till avtätning är under diskussion.
- Den f.d. järngruvan Konrad har studerats och undersökts för slutdeponering av låg- och medelaktivt avfall med försumbar värmeutveckling. Deponin ska vara ca. 800–1 300 m under marknivån. Efter en licensieringsprocess på 10 år, fick BFS ett tillstånd i Juni 2002. Det har dock överklagats i domstol. Det väntas ta många år tills domstolsprocessen är avklarad.
  - Saknaden av slutförvar har lett till ett stort behov av mellanlagring av avfall från de pågående rivningsprojekten. Två stora sådana mellanlager har etablerats vid Greifswaldprojektet och Forschungszentrum Karlsruhe (FzK).
  - Hittills har man tänkt har två olika slutförvar för kärnavfall som alstrar värme respektive icke värmegenererande avfall. Enligt en ny lag ska Bunderregeringen leta efter en gemensam deponi för båda typerna. Tiden för att hitta platsen, konstruera och licensiera en sådan deponi uppskattas till 30–40 år. Således måste allt konditionerat avfall hållas i mellanlager över den perioden. Vid Forschungszentrum Karlsruhe, där det finns ett större mellanlager för låga och medelaktivt avfall, betyder det omkonditionering av 55 000–60 000 fat som ska placeras i s.k. ”Konrad”-behållare, inspekteras av berörda myndigheter och certifieras innan faten ingjuts i injekteringsbetong i Konradbehållaren. Detta arbete beräknas ta 12–15 år.

#### 4.4.2 KKN Niederaichbach [1]

Anläggningen vid KKN Niederaichbach var en 100 MWe gaskyld tungvattenmodererad reaktor. Den togs i drift 1972, avställdes 1974 och sattes i ”säker avställning” status (stadium 1) år 1981. Tillstånd för rivning till stadium 3 beviljades 1987, efter utdragna ”hearings” och domstolsprocesser.

Ett huvuddrag i projektet var användande av en specialkonstruerad, fjärrmanövrerad rivningsmaskin för borttagande av de aktiverade komponenterna i reaktorkärlet. Denna högprecisions, roterande masttyp maskin med manipulator utnyttjade många tekniker för demontering av de vertikalt orienterade invändiga detaljerna i trycktubsreaktorn. Bland annat användes

- Slipning,
- Plasmaskärning,
- Rörkniv,
- Skruvborttagning,
- Dammsugning.

Fjärrmanövrerad nedmontering och segmentering av KKNs hårdkomponenter ägde rum under 1990–93. 522 t material togs ut med ett totalt radioaktivitetshåll på  $8.6 \times 10^{12}$  Bq. Material har packats i 139 st avfallsbehållare, som ska transporteras till Konrad slutförvar, när det tas ur drift. Under tiden förvaras behållarna i mellanlager i Forschungszentrum, Karlsruhe. Omkring 20 % av det uttagna materialet var under 200 Bq/g. Denna fraktion har skickats till smältanläggningen Siempelkamp i Krefeld för återanvändning, efter smältning, inom kärnkraftindustrin (t.ex. för att tillverka avfallsbehållare).

Nästa åtgärd var borttagning av all aktiverad betong under april–november 1993. Därefter dekontaminerades alla ytor i byggnaden och ca. 200 000 ”friklassnings”-mätningar gjordes, med efterföljande kontrollmätningar införda av kärnkrafts- samt miljömyndigheter. Anläggningen befriades från lydelse under ”atomenergilagen”, byggnaden demolerades och ”green field” status åstadkoms i juli 1995.

Ett intressant särdrag av KKN- rivningsprojektet var att det utfördes under ett fastpriskontrakt med en huvudentreprenör.

#### 4.4.3 Greifswald [1]

Det finns åtta 440 MWe ryska tryckvattenreaktorer typ VVER vid Greifswaldverket i nord-östra Tyskland. Fyra (Block 1–4) hade varit i drift mellan 1973 och 1990, en (Block 5) hade just tagits i drift 1989, en var färdig att startas och två höll på att byggas år 1990, när det fattades ett beslut att ställa av och riva hela anläggningen. Greifswaldverket hade levererat ca. 17 000 MWår elkraft till nätet över åren. Rivningsprojektet är förmodligen det största reaktorrivningsprojektet i världen.

Omedelbar totalrivning till stadium 3 valdes för anläggningen istället för SAFSTOR över en period innan totalrivning av följande orsaker:

- Det skulle leda till lägre kostnader, lägre total dos till personalen, lägre mängd radioaktivt avfall,
- Fortsatt arbete för verkets personal. Greifswald var en av de största arbetsgivarna i området.

Att notera vid Greifswaldprojektet:

- Efter godkännandet av rivningskonceptet utförs projektet under ett antal dellicenser, som ges ut successivt. Det har krävts stor flexibilitet i planeringsarbetet för att anpassa projektarbetet till vissa förseningar i tillståndsgivning.
- En central aspekt av projektet är dess mellanlager (Interim Storage North ISN). ISN har 8 salar var och en med ett förvaringsutrymme på 25 000 m<sup>3</sup>. Allt utbränt bränsle från Greifswald (och Rheinsberg kraftverk) ska torrförvaras här i väntan på ett slutförvar. ISN gör det också möjligt att kapa ut stora helkomponenter från systemet för senare segmentering/konditionering i en av ISNs salar, vilket förkortar projekttiden.
- Alla bränsleelement (totalt ca. 5 000) ska packas i CASTOR-typ behållare för torrförvar i ISN. Enligt nuvarande planer ska detta ske före Juni 2004.
- Stora insatser läggs ner på dekontaminering för att minska doser till personal samt mängd radioaktivt avfall. Både kemiska och elektro-kemiska metoder används. Alla primärkretsar dekontamineras innan rivning.
- Fjärrstyrd utrustning ska användas vid nedmontering av reaktorkärlens (Block 1–4) inre komponenter. Utrustningen ifråga har testats först på de mindre aktiva komponenterna i Block 5.
- Det har blivit en drastisk minskning i arbetsstyrka vid Greifswaldverket. Från 5 000 anställda vid avställningen så har den minskat till 1 200 idag. Detta har åstadkommit bl.a. genom tidig pensionering, privatisering av tekniska tjänster och några oundvikliga uppsägningar.

Efter en jobbig start (verkets avställning var inte planerad) har projektet fungerat bra. De viktigare dellicenserna har avskaffats. Avfallshantering, speciellt friklassning av mycket lågaktivt material, löper trubbfritt. ISN togs i drift 1998. Idag lagras 26 CASTOR behållare innehållande 2 016 bränsleelement samt 15 700 t radio-

aktivt avfall där. Dessutom flyter arbetet med avfallskonditionering utan komplikationer. Ca. 2 200 t avfall är behandlats hittills.

## 4.5 ITALIEN [9]

### 4.5.1 Nationell bakgrund

- 4 kraftreaktorer ägda av statliga ENEL i drift när, efter en folkomröstning och ett efterföljande regeringsbeslut, de avställdes 1987. Reaktorerna var:
  - Garigliano 160 MWe BWR (avställdes redan 1978),
  - Trino 270 MWe PWR,
  - Latina 210 MWe GCR (avställdes 1986),
  - Caorso 860 MWe BWR (avställdes 1986).

P.g.a. brist på bl.a. rivningsplaner, pengar och slutförvar valdes SAFSTOR-alternativet för rivning. Arbetet för att etablera detta tillstånd pågick med snigelfart delvis därför att randvillkoren för SAFSTOR för de olika reaktorerna inte var klart definierade. Således etablerades organisationen SOGIN 1999, som skulle svara för rivning och konditionering av rivningsavfall, först som en avdelning av ENEL och sedan, 2000, som en helt självständig organisation. SOGIN är helt ägd av finansdepartementet.

- Andra avställda kärntekniska anläggningar omfattar bl.a.:
  - Upparbetningsanläggningen (pilotskala) EUREX i forskningsinstitutet ENEAs Saluggia Centro,
  - Upparbetningsanläggningen (pilotskala) ITREC i ENEAs Trisaia Centre,
  - Bränsletillverkning (pilotskala) PLUTONIUM och ”Hot Cell”-anläggningen OPEC i ENEAs Cassacia Centre,
  - Bränsletillverkning industriell skala vid Fabricazioni Nucleari (FN) i Bosco Marengo.

År 2003 överfördes licenser för innehav av ovannämnda anläggningar till SOGIN som därmed övertog ansvaret för dess rivning.

I början på året fick SOGIN ansvar för teknisk specifikation och konstruktion av ett slutförvar för låg- och medelaktivt kärnavfall.

- Rivningsstrategi:



1999 ändrades SAFSTOR-strategin. Den italienska riksdagen beslöt att SOGIN ska planera för en totalrivning av alla 4 reaktorerna (och ENEAs anläggningar) före år 2020. Orsakerna var huvudsakligen:

- Det bedömdes att det skulle bli omöjligt att bibehålla kärnteknisk kunskap under en längre period i ett land där kärnkraft är övergiven som teknik,
- Viktigt därför att utnyttja personalens expertis,
- Behovet av platserna för andra industriella bruk, t.ex. kraftverk.

Riksdagsbeslutet täcker även ENEAs anläggningar, dvs. de ska också totalrivas före år 2020.

Beslutet kräver uppförande av ett nationellt slutförvar för låg- och medelaktivt avfall. Enligt strategiplanen ska platsen väljas före år 2005 och förvaringsanläggningen ska stå färdig för bruk år 2009. Rivningsplaneringen vid de fyra reaktorerna är baserade på detta antagande. Framtill dess ska de uppkomna konditionerade avfallen mellanlagras vid verken.

Det utbrända bränslet från Garigliano, som f.n. mellanlagras i Avogadroanläggningen, ska sändas till BNFL i Storbritannien för uppberedning. Bränsle från Trino och Caorso ska mellanlagras torrt i CASTOR behållare. Detta gäller också bränsle från ENEAs EURIX och ITREC anläggningarna.

- Myndigheter:

- Agenzie Nazionale per la Protezione dell' Ambiente (ANPA) som bl.a. agerar som ett slags kombinerat SKI/SSI. Den sorterar under industridepartementet. ANPA svarar för detaljreglering, kontroll/inspektion,
- Industridepartementet för tillstånds- och licensfrågor.

- Finansiering:

ENEL hade fram till att SOGIN etablerades samlat en fond för rivning m.m. Den oväntat tidiga avställningen av alla verk gjorde det att fonden inte räckte till. För att komplettera denna fond tas 0.036 Eurocent ut per kWh el som säljs. SOGIN ger en statusrapport om förväntade framtidskostnader varje år, korrigeringar till uttaget görs vart tredje år.

Fonden förvaltas av "National Authority for Electricity and Gas".

För att finansiera rivning av ENEAs anläggningar tas en avgift ut på 0.026 Eurocent per sålda kWh.

#### 4.5.2 Pågående rivningsarbeten

##### Garigliano

Vid Gariglianoverket har man konditionerat mellan- och högaktivt avfall, dekontaminerat och nermonterat ett antal avfallstankar samt ställt reaktorbyggnaden i ett SAFSTOR tillstånd. Under de närmaste åren (2003–2006) ska man gräva upp, sortera och konditionera avfall från markförvar vid verket, tömma turbinbyggnaden och bygga ett nytt mellanförvar för konditionerat avfall.

##### Latina

Under åren 2002–2009 är det planerat att ta bort ånggeneratorerna (totalt ca. 3 800 t) och konditionera driftavfall. Primärkretsen (stora CD2-ledningar) håller redan på att rivas.

Ungefär likadana aktiviteter pågår även vid Caorso och Trino anläggningarna.

#### 4.6 JAPAN [4, 10, 11]

##### 4.6.1 Nationell bakgrund

- Kraftreaktorer: 52 st, motsvarar 34 % av landets elproduktion. Dessutom 2 st som håller på att rivas: Tokai 1 (en gaskyld reaktor) och Fugen (prototyp lättvattenkyld/tungvatten modererad reaktor)
- Andra kärntekniska anläggningar:  
Laboratorier och forskningsreaktorer hos Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI). Kärndrivna skeppet Mutsu och Japan Power Demonstration Reactor (JPDR) har rivits. Två anläggningar (JRTRF Japan Reprocessing Test Facility och JRR-2 Japan Research Reactor No 2) håller på att rivas.

- Myndigheter/Lagar:
  - Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) svarar för kommersiella kärnkraftverk medan forskningsanläggningar sorterar under Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT),
  - Kraven gällande rivning av alla kärntekniska anläggningar framgår av lagen: "Law for the Regulation of Nuclear Source Material, Nuclear Fuel Material and Reactors (LRNR)". För kärnkraftverken gäller dessutom "the Electric Utilities Industry Law". Dessa lagar reglerar när rivningsplanen ska lämnas in, ändringar i säkerhetsregler m.m.
- Finansiering:

Enligt en METI förordning ska en kärnkraftverksägare reservera medel som har fonderats under verkets driftperiod. 2004 uppskattades kostnaderna för rivning av en 1 100 MWe BWR till 39 miljarder JPY (ca. 2.8 miljarder SEK) och för en PWR av samma storlek till 41 miljarder JPY. Dessutom ska avfallshandtering och deponi kosta 15 miljarder JPY för BWR och 17 miljarder JPY för PWR. Kostnadsuppskattningar gjordes av en (METI?) Sub-committee on Nuclear Energy och fonderade belopp kontrolleras periodiskt av myndigheterna.
- Annat av intresse:
  - Det privata företaget, Japan Nuclear Fuel Ltd (JNFL) äger ett slutförvar för lågaktivt avfall samt ett mellanlager för utbränt bränsle och förglasat högaktivt avfall. Anläggningarna är i Rokkasho (Aomori distriktet). Deponin för lågaktivt avfall var konstruerat för att ta emot 1 miljon 200 l fat, men planeras utöka kapaciteten till 3 miljoner fat. Mellan 1992 och 2002 har ca. 138 000 fat deponerats i Rokkasho. Mellanlagret för förglasat avfall kan acceptera 1 400 avfallsbehållare idag men ska byggas ut för att ta emot 3 000 behållare.
  - Det pågår diskussioner mellan METI och kraftföretagen om kriterierna för deponering av mycket lågaktivt avfall (Very Low Level Waste) samt om friklassningsnivåerna.
  - Beträffande slutförvar av högaktivt avfall, etablerades the Nuclear Waste Management Organisation (NUMO) of Japan för att hitta en lösning inom den privata sektorn.

#### 4.6.2 JPDR

Japan Power Demonstration Reactor (JPDR) var en 90 MWt ko-karreaktor som var i drift mellan 1963 och 1976. Målen med rivningsprojektet, som sattes igång 1981, var att

- Erhålla handgripliga erfarenheter om rivning,
- Utveckla/demonstrera lämpliga teknologier,
- Samla projektbaserade data om personaldos, avfall, kostnader, mm.

Projektet började med ett femårs forsknings- och utvecklingsprogram på olika tekniker av intresse samt förberedelse av en rivningsplan. Utvecklingsarbetet fortsatte även efter att själva rivningsarbetet startades 1986, med storskaliga prov på olika tekniker.

JPDR-projektet kännetecknades av de stora antal tekniker som utnyttjades och demonstrerades i de olika projektaktiviteterna. Reaktorns interna delar kapades med plasmaskärning. Röranslutningar till reaktorkärlet avlägsnades med sprängteknik eller med kapskivor. En s.k. "arc saw" användes för att segmentera reaktorkärlet. Demolering av det biologiska skyddet av betong var med diamant sågning och borrar, vattenstrålar med slipmedel eller sprängteknik. Flera metoder användes vid dekontaminering av betongytor.

JPDR uppnådde stadium 3 "green field" status under 1996. Databasen som samlades användes för att verifiera ett datorprogram för projektledning inom kärnkrafttrivning: Code Systems for Management of Reactor Decommissioning COSMARD, som senare använts i planeringen av rivning av japanska kärnkraftverk i framtiden.

JPDRs rivning resulterade i totalt 22 400 t avfall varav 14,5 % klassades som radioaktivt avfall. De relativt högaktiva komponenterna, såsom reaktorkärl samt dess interna delar, har placerats i strålskyddade behållare och mellanlagras hos JAERI, vilket även är fallet för det lågaktiva avfallet. 18 000 t icke radioaktivt betong har använts inom JAERI området som fyllnadsmassor, 2 000 t friklasat stål har återvunnits.

Totalkostnaden för JPDR projektet var 23 miljarder JPY (mot-svarande ca. 1,6 miljarder SEK) inklusive kostnader för forsknings- och utvecklingsprogram.

### 4.6.3 Tokai 1

Tokai 1 kärnkraftverk var en gas/grafit reaktor som var i drift 1966 till 1998. Det utbrända bränslet togs ut från reaktorn och transporterades bort från siten mellan 1998 och 2001. Anläggningen håller på att rivas till ett stadium 3 "green field" status och ett nytt kärnkraftverk ska förmodligen byggas där.

Själva reaktorområdet och biologiska skyddet ska bevaras i ett SAFSTOR tillstånd under 10 år. Under tiden ska de icke radioaktiva delarna av anläggningen rivas för att säkerställa en transportrutt för rivningsavfall samt för att få plats för avfallskonditionering på plats. Detta sätt att planera projektet gör att det blir en relativ jämn arbetsbelastning över projektets 17-års period. Projektprogrammet är delat över tre faser:

- Första fasan från 2001–2005 då de "konventionella" delarna av verket avlägsnas,
- Andra fasan från 2006–2010. Ånggeneratorerna och primära gasledningar ska tas bort,
- Tredje fasan från 2011–2017 omfattar rivning av reaktorn och dess byggnad. Efter rivningen kontrolleras området med aktivitetsmätningar. Marken återställs till grundnivå. Allt radioaktivt avfall transporteras bort. Totalt uppskattas uppstå det 18 100 t radioaktivt avfall.

Projektet uppskattas kosta 89 miljarder JPY (drygt 6 miljarder SEK).

## 4.7 SPANIEN [4, 12]

### 4.7.1 Nationell bakgrund

- Kraftreaktorer: 9 st, svarar för 28 % av elproduktionen
- Andra kärntekniska anläggningar inkluderar:
  - CIEMAT forskningscentrum där det finns avställda anläggningar, t.ex. forskningsreaktor JEN-1, pilot upparbetningsanläggning, bränsletillverkningsfabrik, behandlings- och förvaringsanläggningar för vätskeformigt avfall, m.m. Hela

CIEMAT forskningscentret ska friklassas. Rivning där ska påbörjas 2003 och planeras ta ca. 4 år.

- Vid Andujar fabriken producerades uranconcentrat från malm mellan 1959 och 1981. Processen resulterade i 1.2 Mt avfall ("mill-tailings"). Mellan 1992 och 1994 revs alla byggnader och området restaurerades miljömässigt. Sedan dess pågår restauration av 19 nedlagda urangruvor. Alla dessa projekt utförs av det statsägda företaget ENRESA.
- Myndigheter, m.m.:
  - Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) svarar för kärnsäkerhet och strålskydd. Organisationen sorterar under "Ministry of Economy" (tidigare under industri- och energidepartementet) men är oavhängig av regeringen. Den rapporterar direkt till riksdagen.
  - ENRESA är ett företag ägt av CIEMAT och SEPI (ett statligt holdingbolag) och är ansvarigt för hantering av radioaktivt avfall i Spanien, inklusive rivning av kärntekniska anläggningar. Enligt spanska regler gällande rivning, produceras en rivningsplan av ENRESA som efter godkännande av CSN och "Ministry of Economy" måste välsignas av miljödepartementet. Därefter följer en period av diskussion med lokala myndigheter och allmänheten. Vid positivt utslag överförs anläggningen temporärt till ENRESA, som då tar ansvar för rivningsarbetet. När rivningen är klar (till stadium 3) och siten är friklassad, återförs platsen tillbaka till den ursprungliga ägaren.
- Finansiering:

När ENRESA etablerades 1984, bestämdes enligt lagen (Royal Decree 1522/1984) att kostnaderna för hantering av radioaktivt avfall och rivning av kärntekniska anläggningar ska bäras av avfallsproducenter. En fond etablerades för ändamålet och förvaltas av ENRESA under översyn av berörda regeringsorgan.

Inbetalning till fonden sker på två sätt:

  - Kärnkraftsproducenterna betalar i förväg medel till fonden som har insamlats genom en tilläggsavgift till elförsäljningen. Avgiften beräknas av ENRESA och revideras varje år baserad på en utredning som är en del av "General Radioactive Waste Plan" och som underkastas Ministry of Economy för godkännande.

- Andra avfallsproducenter betalar till fonden för av ENRESA utförda tjänster enligt en tariff vars priskriterier godkänns av Ministry of Economy.
- Annat av intresse:
  - ”Spanska protokollet”. Vid smältverket ACERINOX i Spanien 1998, smältes en Cs 137 strålkälla som hade kommit på vift tillsammans med annat skrot. Det resulterade i atmosfärisk kontamination i Frankrike och Italien upp till 1 000 gånger den naturliga bakgrunden. För att undvika sådana olyckor skrevs ett avtal (Protokoll) om proceduren då portalmonitörer vid skrotinkörning till smältverk skulle upptäcka radioaktivitet i skrotlasten. Mycket kortfattat uttryckt, ska verken informera ENRESA som då ska skicka personal för att kontrollera lasten. Om aktiviteten är under tillåtna nivåer (friklassningsnivåer) kan det smältas. Protokollet skrevs under av regeringsministerier, CSN, ENRESA, CIEMAT, stålverksföreningen samt av fackföreningar. En sidoeffekt av detta är att industrin accepterar friklassade (mycket lågkontaminerade) material för återvinning.

#### 4.7.2 Vandellos1

Vandellos 1 var en 500 MWe gaskyld reaktor som var i drift mellan 1972 och 1989. Dess rivning planerades och licensierades mellan 1989–1998. Rivningsalternativet stadium 2 valdes för anläggningen. I fallet Vandellos 1 innebar detta lagring av allt kvarvarande radioaktivt material i dess tjockväggiga reaktorkärl av förspänd betong och rensning av alla andra byggnader till friklassningsnivåer innan de demolerades. ENRESA övertog ansvaret för siten från kraftverksägaren HIFRENSA innan arbetet påbörjades på platsen. Arbetet för att uppnå stadium 2 startades 1998 och avslutades under 2003. Några av lärdomarna från projektarbetet:

- En anläggning under rivning är en dynamisk aktivitet eller process, inte en installation som under driftsperioden,
- ENRESA och kontrollmyndigheterna var tvungna att samråda och samarbeta hela tiden då projektets fysiska och radiologiska konturer ändrades hela tiden,

- Drifthistorik och radiologisk kartläggning är av stor vikt i planering av strålskydd,
- Den enorma kvantitet av varierande materialtyper som uppkommer från rivning gör det nödvändigt att ha ett mycket strikt kontrollsystem för hantering av material. Vid Vandello 1, ”hanterades” 12 000 t metalliskt material och 72 000 t betong,
- Karakterisering av mycket lågaktivt avfall är en central aspekt av friklassning för att minska mängden radioaktivt avfall,
- Det är viktigt att integrera erfarenheter från driftpersonal in i rivningsteamet, även om driftorganisationen kanske inte är den mest lämpliga för rivningsprojektet.

## 4.8 STORBRITANNIEN [4, 13]

### 4.8.1 Nationell bakgrund

- Kraftreaktorer: 27 st motsvarar 22 % av elproduktionen. Dessutom 18 st avställda reaktorer.
- Andra kärntekniska anläggningar omfattar bl.a.
  - Forsknings- och utvecklingsanläggningar ägda av United Kingdom Atomic Energy Authority (UKAEA) på fyra ställen: Dounreay, Harwell, Windscale och Winfrith.
  - Laboratorier och kärnbränslecykelanläggningar ägda av British Nuclear Fuel Ltd (BNFL), Fusionsforskningsanläggningen JET ägd av UKAEA.
- Ägare av kärntekniska anläggningar:
  - British Energy,
  - BNFL,
  - Magnox Electric plc (dotterföretag till UKAEA),
  - UKAEA.Alla ovannämnda är statsägda utom British Energy som är privatägd.
- Myndigheter:
  - Department of Trade and Industry (DTI) har policyansvar för rivning och säkerhet vid siten,



- Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) har policyansvar för hantering av radioaktivt avfall,
- Department of Transport, Local Government and Regions (DTLR) har ansvar över transport av radioaktivt material,
- Under departementen detaljregleras licensiering, kärnsäkerhet, avfallshantering m.m. av Nuclear Installations Inspectorate (NII) som är en del av Health & Safety Executive. Miljömyndigheterna (Environment Agency i England och Wales och Scottish Environmental Protection Agency i Skottland) reglerar deponering av alla former av radioaktivt avfall. HSE/NII och miljömyndigheterna samarbetar intimt. Dessutom har Office of Civil Nuclear Security ansvar över fysisk säkerhet vid verken.

Ovannämnda beskriver det nuvarande läget. En omfattande omorganisation är på gång. Det håller på att etableras en Nuclear Decommissioning Authority (NDA) som kommer att svara för den statliga delen av civila (dvs. icke-militära) "nuclear liabilities". Detta utgör ca. 21 olika siter och omfattar 85 % av den civila sektorn. NDA ska sortera under DTI enligt lagförslag om energi som utgavs nyligen. För att sätta upp NDA har DTI etablerat en Liabilities Management Unit under sitt Nuclear and Coal Liabilities Directorate.

- Finansiering:

För de privatiserade kärnkraftverk som ägs av British Energy har bolaget satt upp "segregerade" fonder för rivning och hantering av det avfall som uppkommer. Kostnaderna för rivning av den statsägda delen som NDA ska svara för uppskattas idag till ca. 48 miljarder GBP. Detta belopp väntas öka när man detaljstuderar omfattningen av upprensningsarbetet. Energi-lagförslag som är framlagt inkluderar provisioner för att etablera en Statutory Segregated Account, s.k. Nuclear Decommissioning Funding Account (NDFA) för att finansiera NDAs aktiviteter. NDFA kommer att absorbera Nuclear Liabilities Investment Portfolio, som BNFL hade samlat för rivning, pengar som hade satts undan för de tidiga gaskylda reaktorerna (Magnox-typ) samt ytterligare anslag från staten. NDA kommer att behöva 25–30 miljarder GBP som driftbudget varje

år. Rivningskostnad per år som NDA ska svara för uppskattas bli ca. 2 miljarder GBP per år.

- Annat av intresse:
  - Radioaktivt avfall i Storbritannien klassificeras enligt följande:
    - Mycket lågaktivt avfall (Very Low Level Waste VLLW) med aktivitetshalt maximalt 400 kBq/0.1 m<sup>3</sup> av beta/gamma aktivitet (motsvarande 4 Bq/cm<sup>3</sup>) eller enskilda objekt med mindre än 40 kBq. Kan deponeras med vanliga sopor,
    - Lågaktivt avfall (LLW) med aktivitetshalt över den för VLLW men maximalt 4 GBq/t (dvs. 4 kBq/g) alfa aktivitet eller 12 GBq/t (dvs. 12 kBq/g) beta/gamma aktivitet. Kan deponeras vid slutförvaret Drigg (se nedan),
    - Mellanaktivt avfall (Intermediate Level Waste ILW) har högre aktivitetskoncentration än LLW men har inga värmegenererande nuklider som man måste ta hänsyn till vid konstruktion av mellanlager eller slutförvar,
    - Högaktivt avfall (High Level Waste HLW) som genererar värme p.g.a. sin radioaktivitet.
  - Slutförvaret för lågaktivt avfall, DRIGG, har varit i drift i 40 år och tar emot LLW från kärntekniska och andra industrier, universitet och sjukhus. Kapaciteten bedöms räcka till år 2050. LLW från UKAEAs Dounreay-site väntas vara 150 000–200 000 m<sup>3</sup> i volym över de kommande 60 åren. För närvarande mellanlagras en del LLW i Dounreay. Ett alternativ som studeras är omvandlingen av mellanförvaret till ett permanent slutförvar. UKAEA har även börjat konstruktionen av ett mellanlager för ILW som uppkommer i samband med rivningsarbetet under de kommande 60 åren. Byggandet väntas komma igång 2005 och lagret ska vara klart för drift 2008.
  - Företaget NIREX etablerades under det tidiga 80-talet för att studera djupgeologiskt slutförvar av huvudsakligen ILW. Företaget ägs av BNFL och UKAEA. Regeringen har en bestämmande "golden" aktie.
  - Medan utvecklingen i de flesta länder har gått i riktning mot totalrivning till stadium 3 så tidigt som möjligt, så har

Storbritannien valt att sätta avställda kärnkraftverk i mycket långa "SAFSTOR" perioder. Vid avställning töms reaktorn på bränslet, all utrustning utanför biologiska skyddet avlägsnas och det biologiska skyddet avtätas. Sedan ska aktiviteten avklinga över 100 års "SAFSTOR" innan reaktordelen slutligen rivs.

#### 4.8.2 Windscale Advanced Gas Cooled Reactor (WAGR)

WAGR var en 100 MWt som var prototyp för Advanced Gas Cooled reaktorer. Den var i drift mellan 1962 och 1981. När reaktorn avställdes, togs bränslet bort och ett totalrivningsprojekt till stadium 3 startades som ett demonstrationsprojekt för rivning av kraftreaktorer. Målsättningen med projektet har senare ändrats till

- En demonstration att härden och härddetaljer av en AGR kan rivas efter en relativt kort period efter avställning (Biologiska skyddet och inneslutningsbyggnaden ska demolerats senare),
- Att detta kan göras på ett ur säkerhetssynpunkt och miljömässigt acceptabelt sätt med kommersiellt tillgänglig teknik och rimlig kostnad.

Målsättningen är naturligtvis av stor signifikans med tanke på att WAGR är prototypen till 14 andra AGR-typ kraftreaktorer i Storbritannien.

WAGR-projektet, dess tidsplan och utförande, har varit mycket påverkat av den omfattande omorganisationen inom ägaren UKAEA som ägde rum under 80- och 90-talet. En stor del bröts ut som AEA-Technology som först var ett statsägt företag och sedan privatiserades. Under åren när detta skedde var projektbudgeten, som var finansierad med årliga anslag, mycket knapp, vilket ledde till förseningar för vissa aktiviteter.

Två karakteristiska drag av projektet är

- Den fjärrstyrda rivningsmaskinen för reaktorkärlets invändiga delar (Remote Dismantling Machine RDM),
- Avfallsrutten för material som avlägsnas från reaktorn.

RDM har en central mast och en vridbar arm som en manipulator som kan nå alla de vertikala bränslekanalerna i reaktorn. Tre RDM

tillverkades, två för redundans, en för att träna arbetsstyrkan. Hitills har det visat sig enklare och snabbare att t.ex. använda manuell verktyg med förlängda handskaft än att utnyttja RDM. Men nu, med arbete som pågår i de mest aktiva inre delarna av härden, väntas den utnyttjas mera.

Avfall från WAGR-rivning packas i boxar av förspänd betong med måtten 2.4 x 2.2 x 2.2 m. De används både för LLW som skickas till Drigg och för ILW som mellanlagras vid siten.

Både RDM och betongboxarna för avfall är projektspecifika. RDM kan inte användas vid andra verk p.g.a. dimensionella och andra problem. NIREX planerar för avfallsboxar av rostfritt stål men har givit ett specialtillstånd för WAGRs betongboxar. Betongboxarna har dock en fördel. De behöver inte temperatur- och fuktkontroll under den långa förvaringstiden som det förmodligen blir: minst 50 år innan ett NIREX slutförvar blir klart.

Projektet utförs i en serie av 10 kampanjer varav 7 st är klara. Projektet i helhet löper väl, de senaste 3 kampanjerna har tagit mindre tid än planerat. De 3 sista kampanjerna väntas avslutas tidigt under 2005, ca. 18 månader tidigare än den reviderade tidsplanen.

## 4.9 USA [14, 15, 16, 17, 18]

### 4.9.1 Nationell bakgrund

- Kraftreaktorer: 104 st svarar för ca. 22 % av elproduktionen. Dessutom 22 st avställda.
- Andra kärntekniska anläggningar omfattar bl.a.:
  - Ett stort antal laboratorier, anriknings- och uppberedningsanläggningar i anslutning till kärnvapenproduktion. De flesta av dessa sorterar under Department of Energy.
  - Forskningsreaktorer och laboratorier vid stora nationella institutioner vid Oak Ridge, Hanford, Idaho m.m.
- Myndigheter:
  - Nuclear Regulatory Commission (NRC) som är huvudmyndighet när det gäller licens för rivning. NRC kräver uppställning av en Site Decommissioning Management Plan både för kraft- och forskningsreaktorer. Inom 2 år

efter inlämnande av notifikation om permanent avställning måste kraftverksägaren lämna in en Post Shutdown Decommissioning Activities report (PSDAR) som ger en tidsplan och en kostnadsberäkning för hela rivningen. PSDAR ska även omfatta en analys av miljöpåverkan. Därefter organiseras ett offentligt möte av NRC för en diskussion med allmänheten.

- Andra myndigheter som granskar denna verksamhet är Environmental Protection Agency (EPA) samt delstats energi- eller miljömyndigheter.

- Finansiering:

NRCs regler (10 C FR 50.75) kräver att den som har en licens för ett kärnkraftverk ska på ett acceptabelt sätt visa att det finns finansiella medel för att riva anläggningen. I sak betyder det att verket ska producera en rivningsrapport som ska inkludera en kostnadsuppskattning av rivning och garantier att pengar ska finnas kvar den dag verket ska rivas. Vissa minimisummor nämns (1986 USD):

För PWR av storlek 3 400 MWt eller större	MUSD 105
- mellan 1 200 MWt och 3400 MWt	MUSD (75+0.0088 P)
- under 1 200 MWt, P antas vara 1 200 MWt formeln	

För BWR av storlek 3 400 MWt eller större	MUSD 135
- mellan 1 200 MWt och 3 400 MWt	MUSD (104+0.009 P)
- under 1 200 MWt, P antas vara 1 200 MWt i formeln (P=MWt)	

Summorna ska justeras med en faktor  $0.65 L + 0.13 E + 0.22B$ , där L och E är eskalationsfaktor för arbetskraft och energi baserade på Department of Labour statistik och B är en eskalationsfaktor för avfallsdeponikostnader som ska tas från NRC rapport NUREG-1307, Report on Waste Burial Charges.

10 CFR 50.75 indikerar ett antal olika sätt att försäkra finanserna för att genomföra verkets rivning.

Enligt en sammanställning från Juli 1999, då NRC tog emot rapporter gällande 122 reaktorer (104 i drift och 18 avställda), hade ägarna deponerat ca. 22.5 miljarder USD i "external decommissioning trust fund accounts". De totala minimikraven enligt de generiska formulan skulle vara 31 miljarder USD. De totala uppskattade

kostnaderna, enligt ägarna, var 38.7 miljarder USD, detta p.g.a. att flera ägare inkluderade poster såsom hantering av utbränt bränsle, demolering av byggnader, m.m., som NRC inte hade med i sin uppskattning.

På basis av den generiska formulan, har 15 av verken finansiering till 100 %, 46 har samlat mellan 50–100 % av behovet och mindre än 43 enheter hade finansiering till mindre än 50 % av den beräknade kostnaden för rivning.

- Annat av intresse:
  - USA har ett slutförvar för högaktivt avfall Waste Isolation Pilot Project (WIPP), som har byggts i New Mexico för transuraniskt avfall från försvarsprogrammet (vapentillverkning).
  - Tidigt på åttiotalet (?) skrevs avtal mellan dåvarande motsvarighet till U S Department of Energy (DOE) och ägarna till kommersiella kärnkraftverk där DOE åtog sig att bygga ett slutförvar för utbränt bränsle (+ annat högaktivt avfall?) från kommersiella verk. Förvaret skulle vara klart för att börja ta emot bränsle från 1998. I gengäld skulle kärnkraftverken betala 0.1 cent (0.001 USD)/kWh kärnkraftel som säljs. Pengar skulle samlas i en s.k. "Nuclear Waste fund", som skulle vara en "designated fund". Fram till december 2002, hade 19.6 miljarder USD samlats i fonden. Av dessa hade 5.9 miljarder USD spenderats på forskning och utveckling. Det fanns kvar 13.8 miljarder USD i fonden. Men DOE har inget slutförvar att erbjuda kraftverken för deras utbrända bränsle.
  - En del av Nuclear Waste Fund har använts för att bygga tunnlar och en "exploratory facility" vid Yucca Mountain i Nevada, för ett slutförvar av kärnbränsle. Läget där är att US Environmental Protection Agency (EPA) har utvecklat "standards" för slutförvar. Baserade på dessa har US Nuclear Regulatory Commission (NRC) tagit fram "regulations" för ett slutförvar. Anläggningen i Yucca Mountain ska användas av DOE för att ta fram geologiska och annan data för att tillfredsställa NRCs "regulations" och EPAs "standards". Yucca Mountain kan börja ta emot utbränt bränsle från kommersiella kärnkraftverk först efter ett tillstånd från NRC.

#### 4.9.2 Shippingport [1]

Shippingport Atomic Power Station nära Pittsburgh hade en 72 MWe PWR som togs i drift 1957 och avställdes 1982. Det bestämdes att totalriva hela anläggningen till ett stadium 3 status ("green field") för att demonstrera att ett fullskaligt kärnkraftverk kunde rivas på ett säkert och kostnadseffektivt sätt. Detta innebar demontering av 17 100 m kontaminerat rör och 16 800 m icke-kontaminerat sådant samt 1 300 kärl av olika storlekar.

Det mest anmärkningsvärda om Shippingport-projektet var borttagandet av reaktorkärlet med invändiga delar i ett stycke (Reactor Pressure Vessel Package). Kärlets invändiga komponenter fixerades på plats genom injicering med lättbetong. Paketet innehöll  $6.09 \times 10^{14}$  Bq av de totala  $6.14 \times 10^{14}$  Bq radioaktivitet som avlägsnades från anläggningen. Det flyttades med pråm från USAs ostkust genom Panamakanalen till Department of Energy's deponi vid västkusten i Hanford.

Själva rivningsarbetet startades i September 1985 och avslutades i Juli 1989, ca. 6 månader tidigare än tidsplanen. Den totala projektkostnaden var 91.3 MUSD dvs. 7 MUSD mindre än den beräknade kostnaden 98.3 MUSD. Siten friklassades i December 1989. Bilden på sid – visar siten före och efter rivningen.

#### 4.9.3 Fort St Vrain [1]

Fort St Vrain anläggningen i Colorado var en 330 MWe högtemperatur gaskyld reaktor och var den enda reaktor av den sort som togs i kommersiell drift. Den levererade elström till nätet mellan 1976 och 1989. Verkets ägare, Public Service Company of Colorado, bestämde att totalriva anläggningen till ett stadium 3 efter en utredning som jämförde omedelbar rivning med alternativet att "säkert förvara" över 55 till 60 år.

Bränslet flyttades till en tillfällig specialbyggd torr förvarsanläggning på plats, en s.k. Independent Spent Fuel Storage Installation (ISFSI). Därefter startades rivningsprojektet i Juli 1992. Några av de mest intressanta aspekterna som kännetecknade Fort St Vrains rivningsprojekt var:

- Fast pris kontrakt baserade på anbud,
- Diamant-wire sågning användes för att kapa ut locket på reaktortryckkärlet av förspänd betong,

- Alla genomföringar i reaktorkärlet avtätades, varefter kärlet fylldes med vatten (unikt för ett gaskylt reaktorprojekt). Interna delarna segmenterades under vatten,
- Mycket kort rivningsperiod (39 månader),
- Lyckat förhållande med allmänheten genom mycket väl-fungerande kommunikationer med den lokala kommunen samt med media, delstats- och federala myndigheter.

Ett gaseldat kraftverk har byggts på platsen.

#### 4.9.4 Översikt över några pågående rivningsprojekt [14, 17, 18]

##### Trojan

- 1 095 MWe PWR i drift över 16 år. Avställdes 1992 p.g.a. problem med ånggenerator,
- Kostnadsuppskattning för totalrivning: 509 MUSD (1992) gjord av TLG Services,
- Ägarna valde ”incremental” rivning p.g.a. brist på pengar. Genom att förhandla sig till ett förmånligt deponipris (1 800–2 500 USD/m<sup>3</sup>) vid Hanford slutförvar, kunde de riva stora komponenter såsom reaktorkärl, ånggeneratorer och tryckhållningskärl. Reaktorkärl med inre komponenter deponerades i ett stycke. Inneslutningens inre betongskikt har också avlägsnats och sänts till deponi,
- Bränslet förvaras i ett ISFSI på plats i NUHOMS typ torrbehållare. Efter rivning av bränslebassängen väntas driftlicensen upphöra under 2005.

##### Maine Yankee

- 840 MWe PWR som var i drift från 1972–1997. Ägarna (Maine Yankee Atomic Power Company MYAPC) valde totalrivning till stadium 3. Ett fast pris kontrakt gavs till Stone & Webster Engineering Corporation, som senare fick finansiella svårigheter som eventuellt skulle sluta med konkurs. Kontraktet togs tillbaka och projektet drevs med egen personal,



- MYAPC hade föreslagit att deponera krossat betong från demolerade byggnader i fundamenten på siten. Förslaget underkändes efter protester frändelstaten Maine och anti-kärnkraft grupper. Betongen ska nu transporteras till Envirocare´s slutförvar i Utah,
- Ånggeneratorerna, tryckhållningskärl och reaktorkylpumparna har skickats till Barnwell slutförvar i South Carolina med pråm. Även reaktorkärl med segmenterade inre delar har skickats till Barnwell. De delar som har höga aktivitetskoncentrationer (s.k. ”greater than Class C) har skickats till Department of Energy,
- Bränslet håller på att flyttas till en ISFSI på plats. Transferarbetet väntas vara färdigt under 2003.

### San Onofre Unit 1

- 410 MWe PWR i drift från 1968-1992,
- Rivning till stadium 3 vald av ägarna. Hittills har turbinbyggnaden och andra icke radioaktiva byggnader rivits,
- Stora komponenter såsom ånggeneratorer, tryckhållare och reaktorkärl har lyfts ut genom inneslutningstaket (efter borttagandet av sfärens övre del). Alla dessa delar har transporterats per pråm till Barnwell, med undantag av reaktorkärl. Kanalbolaget gav inget tillstånd för kärlets genomfart genom Panamakanalen. Så den måste tas per pråm runt Sydamerika till Barnwell,
- Ett ISFSI är under uppförande.

### Big Rock Point

- 67 MWe BWR i drift från 1962–1997: den längsta driftperioden för ett kärnkraftverk i USA,
- Ska rivs till stadium 3. TLG Services uppskattade kostanden till 29.4 MUSD (1997),
- Allt bränsle har laddats i torra behållare för mellanförvar i ett ISFSI på siten,
- Hela recirkulationskretsen har dekontaminerats kemiskt med en dosreduktionsfaktor av ca. 10,

- Projektet är ca. 70 % färdigt och driftlicensen väntas upphöra år 2005.

## 5 TRENDER, TENDENSER OCH IAKTTAGELSER

Som framgår av kapitel 4, så har rivningsprojekt som hittills utförts eller håller på att utföras ett brett spektrum av karakteristik. Omständigheterna beträffande organisation, regler, ekonomi, m.m. varierar mycket från land till land, även mellan olika projekt inom samma land. En annan viktig iakttagelse i detta sammanhang är att typer av anläggningar som hittills har rivits skiljer sig enormt från varandra. Om man tittar på utvecklingen över de senaste 10–15 åren, kan man dock identifiera vissa trender och tendenser i organisation, teknik och erfarenheter. Här nedan sammanfattas några:

### 5.1 Teknik

#### *Allmänt*

Erfarenheter över de senaste 10 åren har visat att rivning av kärnkraftverk utnyttjar, för det mesta, mycket standard beprövad teknologi. Många projekt och företag har köpt kommersiellt tillgänglig teknik och, med små ändringar, gjort den tillämpbar inom radioaktivt område.

#### *Rivning av stora komponenter*

I de flesta fall måste stora komponenter såsom ånggeneratorer, värmeväxlare, stora kärl, m.m. segmenteras för att packas i avfallsbehållare. Segmenterings/packningsoperationerna kan vara mycket tidskrävande och kan blockera andra arbeten. Huvudsakligen för att vinna tid, men också för att minska arbetardos, har många projekt valt att flytta ut sådana komponenter i ett stycke till anvisade områden utanför inneslutningen, för att segmentera och packa för mellanlagring eller slutförvar.

### *Användning av robotar*

Utnyttjandet av robotar i rivning har varit betydligt mindre än tilltänkt för några år sedan. Istället har man i många projekt rivit aktiva komponenter manuellt med verktyg försedda med långa handtag. Sådana manuella metoder har visat sig mycket mer effektiva när man tänker på tiden som går åt till att lära upp personal och att göra underhåll på verktyg. Naturligtvis är robotar nödvändiga för visst arbete i mycket hög aktiva områden.

## **5.2 Organisationsaspekter**

Under de senare åren har rivning av kärntekniska anläggningar utvecklats från att vara forskning och utveckling till att bli en industri med kommersiell verksamhet. Den utvecklingen har haft vissa konsekvenser i sitt följande:

- Företag som har ackumulerat erfarenheter säljer sina specialkunskaper, speciellt inom områden som projektplanering och projektledning, även för projekt som ligger i ett annat land.
- Det är en lägre benägenhet att fritt lämna ut projektinformation och erfarenheter till andra, speciellt kommersiellt intressanta sådana.

## **5.3 Kostnader [19, 20, 21]**

- OECD/NEAs Co-operative Programme on Decommissioning (CPD) gjorde en utredning över rivningskostnader för 12 projekt under 1989–91. Huvudslutsatserna var att
  - Det var omöjligt att jämföra rapporterade totalkostnader för projekt i olika länder, p.g.a. olika innehåll av kostnader,
  - Det inte fanns någon internationellt standardiserad lista över kostnadsposter eller metodologi för kostnadsberäkningar.
- CPD startade om kostnadsutredningen 1994, med sikte på att jämföra kostnadsuppskattningar för rivning av kommersiella reaktorer. Denna utredning kunde dock inte färdigställas p.g.a.

att inte tillräckligt många projekt var beredda att lämna ut detaljkostnader, för att kunna göra jämförelser.

- CPDs initiativ till den andra kostnadsutredningen resulterade dock i en gemensam lista över kostnadsposter med definition utgiven av EC, IAEA och OECD/NEA. Enligt uppgift tillämpas idag listan rutinmässigt av den svenska SKBs rivningsstudier bl. a. i syfte att underlätta jämförelse med andra studier.
- OECD/NEA gjorde mellan hösten 2001 och våren 2003 en utredning över strategier och kostnader för rivning av kärnkraftverk. Underlaget var 50 st. "decommissioning cost data sets" från 24 länder. Målen var bl.a. att analysera de inkomna data och identifiera de viktigaste posterna ("cost drivers") inom rivningsprojekt. Enbart kommersiella kärnkraftverk av "klassisk" typ ingick i utredningen, dvs. PWR, VVER (ryska modellen av PWR), BWR, PHWR (tungvatten CANDU) och gaskylda GCR. Den tidigare nämnda av EC, IAEA och OECD/NEA gemensamt framtagna listan över kostnadsposter användes för att samla kostnadsinformation. Men svaren var inte alltid detaljerade nog. Således kan analysresultaten enbart betraktas som indikativa:

*Rivningskostnad i USD/kWe (2003–07–01)*

<b>Reaktortyp (Antal svar)</b>	<b>Medelkostnader</b>	<b>Standardavvikelse</b>
PWR (21)	320	195
VVER (8)	330	110
CANDU (7)	360	70
BWR (9)	420	100
GCR (4)	2 500	

*Rivningsavfall i t/MWe*

PWR	10
BWR	10
CANDU	13
VVER	17
GCR	100

*Huvud "cost drivers" verkar vara*

- Omfattning av rivningen,
  - Friklassningsgränser och avfallsklassificering,
  - Återanvändning av siten,
  - Avfallsdeponering.
- I USA har anläggnings specifika kostnadsuppskattningar för rivning utförts för ett stort antal kärnkraftverk. Många av dessa uppskattningar har gjorts av företaget TLG Services. I de rivningsprojekt som sedan har genomförts, har det funnits acceptabel träffsäkerhet: dvs. verkliga kostnader inom 10–20 % av de beräknade. Samma sak kan sägas även för CPD projekt där beräkningsförutsättningar inte har ändrats för mycket under projektutförandet.
  - Det måste påpekas att hittills gjorda kostnadsberäkningar som har verifierats gäller specifika anläggningar med klart definierade site-specifika villkor. De generiska kostnadsuppskattningarna, som ger underlag för beloppen som ska sparas för framtida rivning av dagens kärnkraftverk, bygger på ett antal antaganden om rivnings- och avfallshanteringsvillkor som är baserade på dessa utförda projekt. Om det inte blir för stora ändringar i dessa grundvillkor, kan man vänta sig en resonabel samstämmighet mellan uppskattning och verklighet.

#### **5.4 Svensk beredskap för rivning av kärnkraftverk**

Som framgår av den internationella översikten av verksamhet inom rivning av kärnkraftverk, är omständigheterna beträffande organisation, regler, tillgång till säkert förvar av avfall, finansiering, mm. mycket varierande i olika länder. I detta avsnitt sammanfattas läget i Sverige vad gäller några av dessa aspekter.

- Organisation: Rivningsplanering genomförs av kraftverken samt det av kraftverken gemensamt ägda företaget SKB. SKB har inget vinstkrav på sig. Det står för den allmänna planeringen, detaljplanering görs av kraftverken, och själva rivningsarbetet kommer att utföras huvudsakligen med egen personal istället för entreprenörer. Alla dessa faktorer skulle bidra till att hålla kostnaderna nere.

- Ett väletablerat system finns för att transportera radioaktivt avfall (inklusive stora komponenter) från kraftverken till slutförvaret.
- Ett slutförvar för kortlivat låg- och medelaktivt avfall har varit i drift sedan 1988. Detta är förberett för att byggas ut för att även ta emot rivningsavfall.
- Flera verk har erfarenheter av helsystemdekontaminering, som kan minska stråldos till arbetarna vid rivning.
- Flera verk har erfarenheter av rivningsliknande operationer, exempelvis utbyte av ånggeneratorer, turbiner, mellanöverhettare, mm.
- Det finns erfarenheter av byte av mer aktiva komponenter, såsom reaktorkärlets inre delar.
- Återvinning av lågkontaminerat metalliskt avfall är ett etablerat sätt att minska avfallsvolymen.
- Ett centralt mellanlager för kärnbränsle (och andra långlivade aktiva delar) har varit i drift sedan 1985. Djupförvaring av det använda bränslet beräknar man påbörja år 2018 och ett slutförvar för det långlivade avfallet planeras vara i drift från år 2045.
- Vid djupförvarslaboratorier i Aspö pågår ett internationellt fältarbete om den svenska metoden för att ta hand om utbränt kärnbränsle.
- Kostnaderna för att ta hand om kärnkraftens bakända inklusive rivning beräknas varje år av SKB. År 2002 uppskattades den totala kostnaden till ca. 70.000 MSEK, varav ca. 20 % avsätts till rivning. Då var bokvärdet av det dittills samlade medlet ca. 29.000 MSEK.

Med hänsyn till ovanstående kan det sägas att beredskapen för rivning av kärnkraftverk är tämligen bra i Sverige.

**REFERENSER**

1. The NEA Co-operative Programme on Decommissioning  
The First Ten Years 1985–1995  
OECD Nuclear energy Agency, Paris, 1996
2. PAUL R  
Comparison of the Methodology of Decommissioning Cost  
Estimations in Sweden and Germany  
SKB Arbetsrapport 95–25, March 1995
3. MENON S, VALENCIA L  
Sixteen Year of International Co-operation: The OECD/NEA  
Co-operative Programme on Decommissioning
4. OECD Nuclear Energy Agency  
The Decommissioning and Dismantling of Nuclear Facilities in  
OECD/NEA Member Countries  
A compilation of national fact sheets. November 2003
5. DADOUMONT J, MASSAUT V  
The dismantling Project of the BR 3 Reactor  
Proceedings of SFEN Conference “Decommissioning  
Challenges: An Industrial Reality?”, Avignon, France,  
November 2003
6. KALLONEN I, EURAJOKI T, MAYER E  
Decommissioning of the Loviisa NPP  
Fortum Nuclear Services Ltd, Vantaa, Finland, December 2003
7. ZASK G, CORCUFF A  
The Deconstruction Programme for EDF’s First Generation  
Plants  
Proceedings of SFEN Conference “Decommissioning  
Challenges: An Industrial Reality?”, Avignon, France,  
November 2003
8. POCHON E, BORDIER J-C  
CEA and COGEMA’s Decommissioning Strategies and Pro-  
grams for Nuclear Facilities  
Proceedings of SFEN Conference “Decommissioning  
Challenges: An Industrial Reality?”, Avignon, France,  
November 2003

9. NOVIELLO L et al  
Decommissioning Strategy for Italian Nuclear Installations  
Proceedings of SFEN Conference "Decommissioning Challenges: An Industrial Reality?", Avignon, France, November 2003
10. ISHIGURE K  
Decommissioning Strategies and Programme Developments of Japan  
Proceedings of SFEN Conference "Decommissioning Challenges: An Industrial Reality?", Avignon, France, November 2003
11. YANAGIHARA S et al  
Decommissioning project feedback experience in the Japan Atomic Energy Research Institute  
Proceedings of SFEN Conference "Decommissioning Challenges: An Industrial Reality?", Avignon, France, November 2003
12. RODRIGUEZ A  
Vandellos 1 NPP Decommissioning Feedback Experience  
Proceedings of SFEN Conference "Decommissioning Challenges: An Industrial Reality?", Avignon, France, November 2003
13. SELLERS R M  
The Management of Public Sector Civil Nuclear Liabilities in the UK  
Proceedings of SFEN Conference "Decommissioning Challenges: An Industrial Reality?", Avignon, France, November 2003
14. ORLANDO D, CRAIG CM  
Status of the NRC Decommissioning Program  
Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Environmental Remediation and Radioactive Waste Management, Oxford, United Kingdom, September 2003
15. US NUCLEAR REGULATORY COMMISSION  
Reporting and record keeping of decommissioning plants  
Code of Federal Regulations 10 CFR 50.75



16. US NUCLEAR REGULATORY COMMISSION  
Summary of Decommissioning Fund Status Reports  
SECY-99-170
17. US NUCLEAR REGULATORY COMMISSION  
Fact Sheet on Decommissioning Nuclear Power Plants
18. Tom La Guardia, TLG Services  
Personlig information
19. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION  
AND DEVELOPMENT, NUCLEAR ENERGY AGENCY,  
Co-operative Programme for the Exchange of Scientific and  
Technical Information Concerning Nuclear Installation De-  
commissioning Projects, Report from the Task Group on De-  
commissioning Costs, CPD/DOC(91), June, 1991.
20. EUROPEAN COMMISSION, INTERNATIONAL ATO-  
MIC ENERGY AGENCY, NUCLEAR ENERGY AGENCY  
OF THE ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPE-  
RATION AND DEVELOPMENT, A Proposed Standardised  
List of Items for Costing Purposes in the Decommissioning of  
Nuclear Facilities, Interim Technical Document, Paris, 1999.
21. BERTEL E, LAZO T  
Decommissioning Policies, Strategies and Costs: An  
International Overview  
Proceedings of SFEN Conference "Decommissioning  
Challenges: An Industrial Reality?",  
Avignon, France, November 2003

# Financial Risk in Major Investment Projects

**Bent Flyvbjerg**

# Finansieringsutredningen

## “Financial Risk in Major Investment Projects”

By

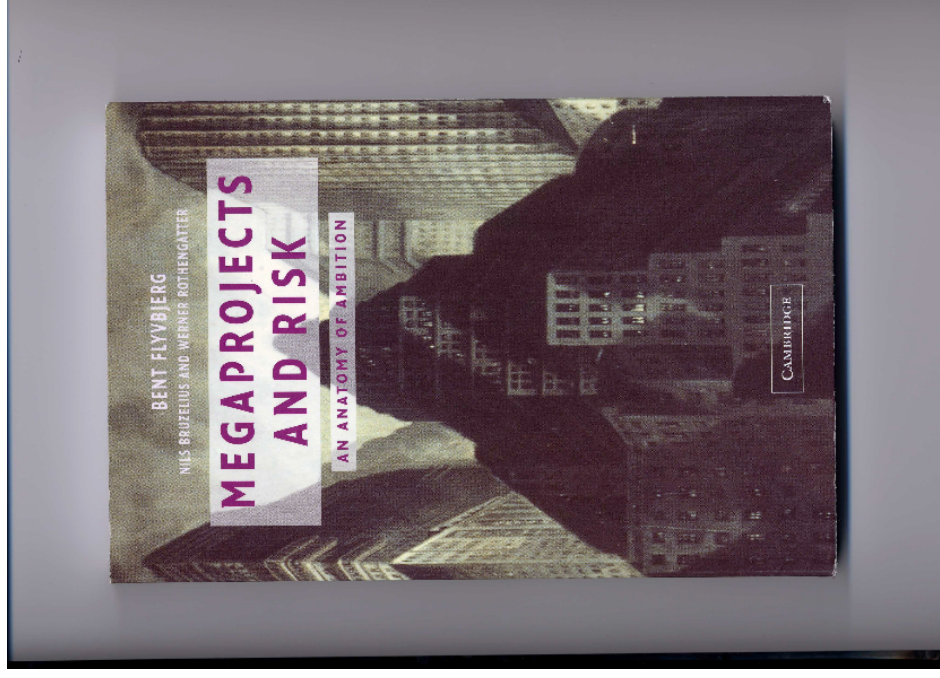
Bent Flyvbjerg  
Professor, Ph.D. & Dr. Techn.

Stockholm, June 4, 2004

# Agenda

1. Background
2. Financial risk in major projects
3. Comments on Kärnavfallsprojektet

# Research



- *Megaprojects and Risk* (Cambridge, 2003)
- "How Common and How Large Are Cost Overruns in Transport Infrastructure Projects?" *Transport Reviews*, 2003
- "What Causes Cost Overrun in Transport Infrastructure Projects?" *Transport Reviews*, 2004

# Adviser To

- Näringsdepartementet, Sweden
- Department for Transport, UK
- Parliament Committee on Infrastructure Projects, Netherlands
- Rail Procurement Agency, Ireland
- Auditor General, Denmark
- Ministry of Transport, Denmark
- Transport Council, Denmark

# Project Types

- **Transportation**
- **Dams**
- **Water projects**
- **IT systems**
- **Oil and gas extraction projects**
- **Aerospace projects**
- **Weapons systems**

# Size of Cost Overrun

Type of project	No. of cases (N)	Avg. cost overrun %	Standard deviation
Rail	58	44.7	38.4
Bridges & tunnels	33	33.8	62.4
Road	167	20.4	29.9



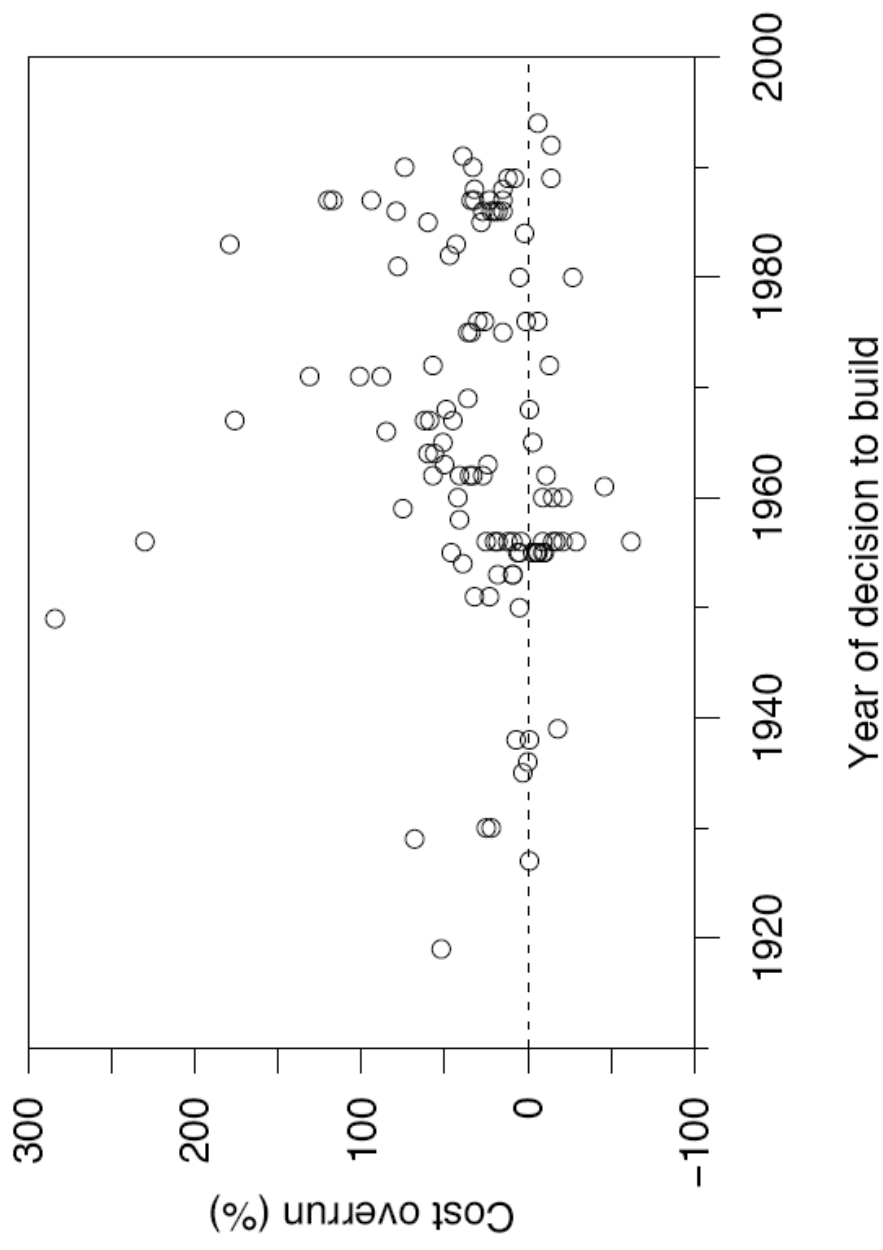
# How Overrun Is Calculated

- Constant (real) prices: Inflation excluded
- Base year: Time of decision to build
- Percentage cost overrun =  $(\text{Actual costs/forecasted costs} - 1) \times 100$
- 258 projects in 20 nations: Largest study of its kind

# Key Observations

- 9 out of 10 projects have cost overrun
- Overrun is found in 20 nations on 5 continents
- Overrun is constant for the past 70 years, estimates have not improved

# A Century of Cost Overrun



# In Sum

- The size and extent of cost overrun is large
- This translates into substantial **financial risk**
- It takes special measures to guard against this risk

# Conclusions Valid For

- **Transportation projects**
- **Dams**
- **Water projects**
- **IT systems**
- **Oil and gas extraction projects**
- **Aerospace projects**
- **Weapons systems**

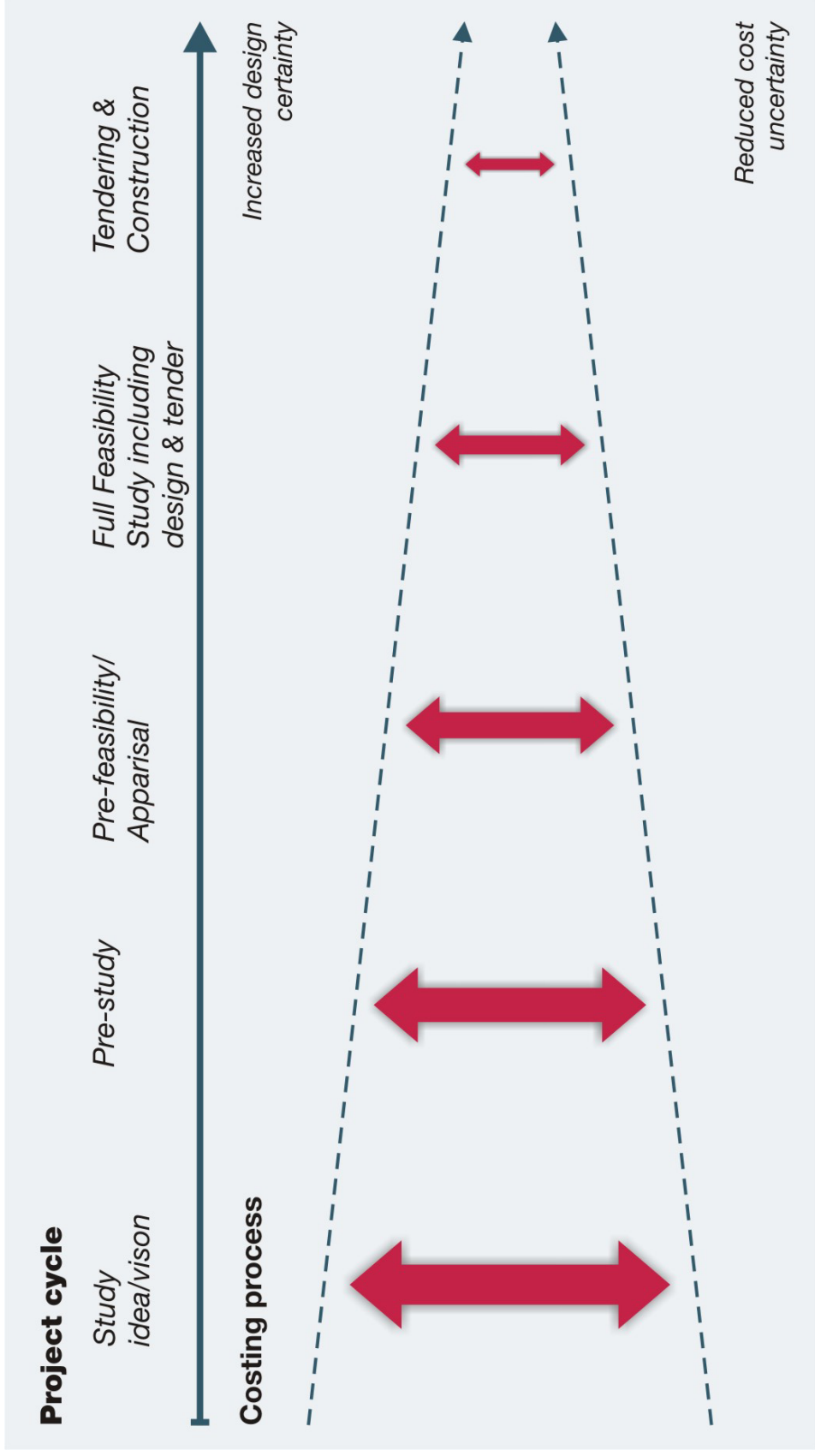
# Obvious Questions

- Are the conclusions regarding cost overrun also valid for projects like Kärnavfallsprojektet?
- If no, why not?
- If yes, how do we protect ourselves against risks of cost overrun?

# Special Risks

- One-off: First of its kind (in Sweden)
- Investment follows operations
- Huge time-lag: Accountability problems; sensitive to interest rate changes
- Sensitive to public/political opinion
- Absolute imperative for action
- Ultimate responsibility with government (risk of rent-seeking)
- Still very early in very long project cycle

# Project Cycle and Cost Uncertainty





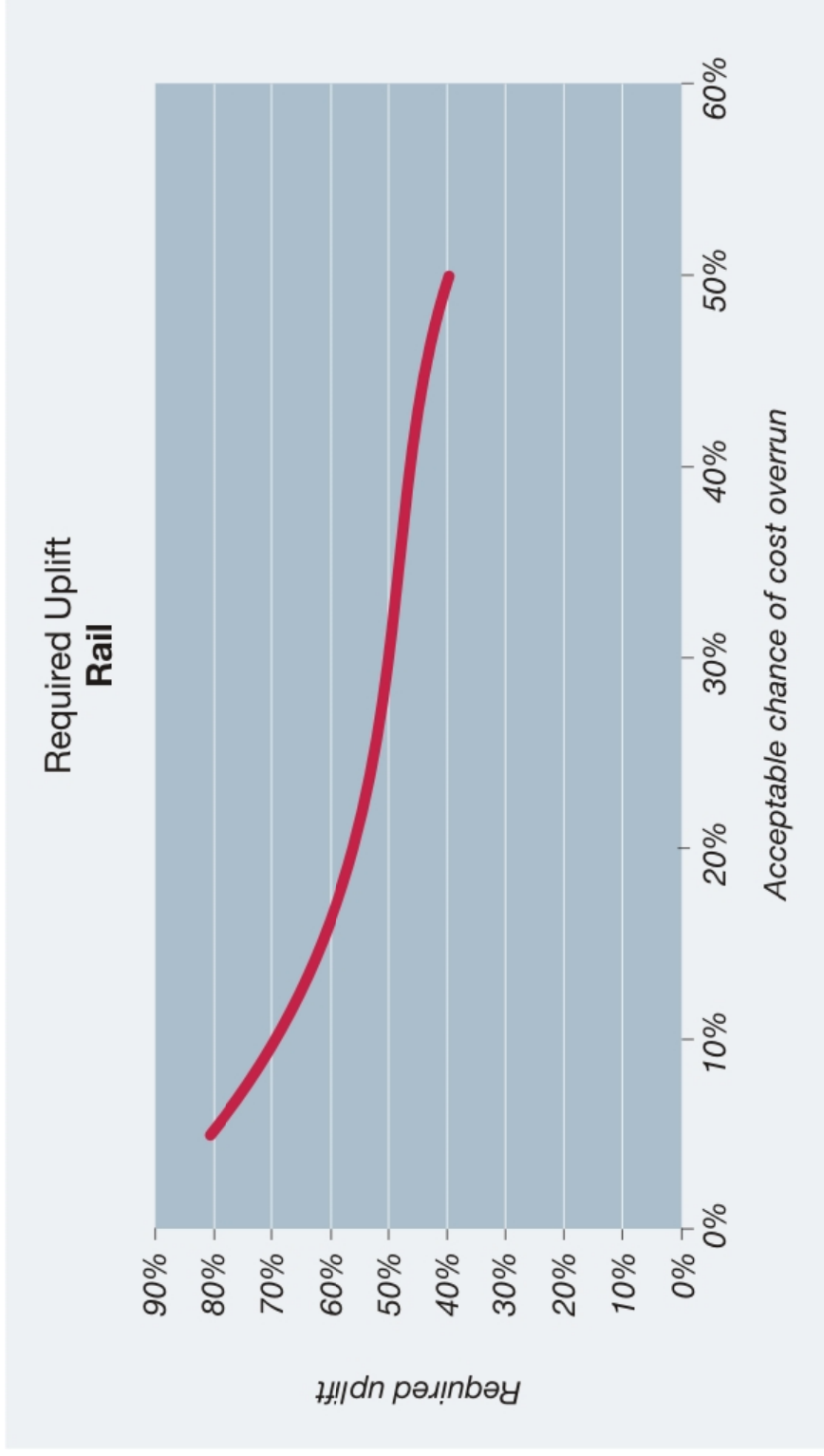
# Treatment of Risk in Kärnavfallsprojektet

- “The Successive Principle”
- Probability distribution based on subjective evaluations of risks by expert group
- Monte Carlo simulation

# Evaluation of Cost Estimate

- Estimated project costs: SEK 50 billion
- With 90% likelihood, project costs will be lower than SEK 60 billion
- For SEK 10 billion, or 20% contingencies, one achieves 90% insurance
- **Insurance is unusually cheap, and especially for a one-off project**

# Example Based on Real Costs



# Discussion of Successive Principle

- Based on subjective perceptions of risk
- Lacks empirically documented knowledge of risks
- Open to optimism bias and political bias
- Difficult to understand for lay people

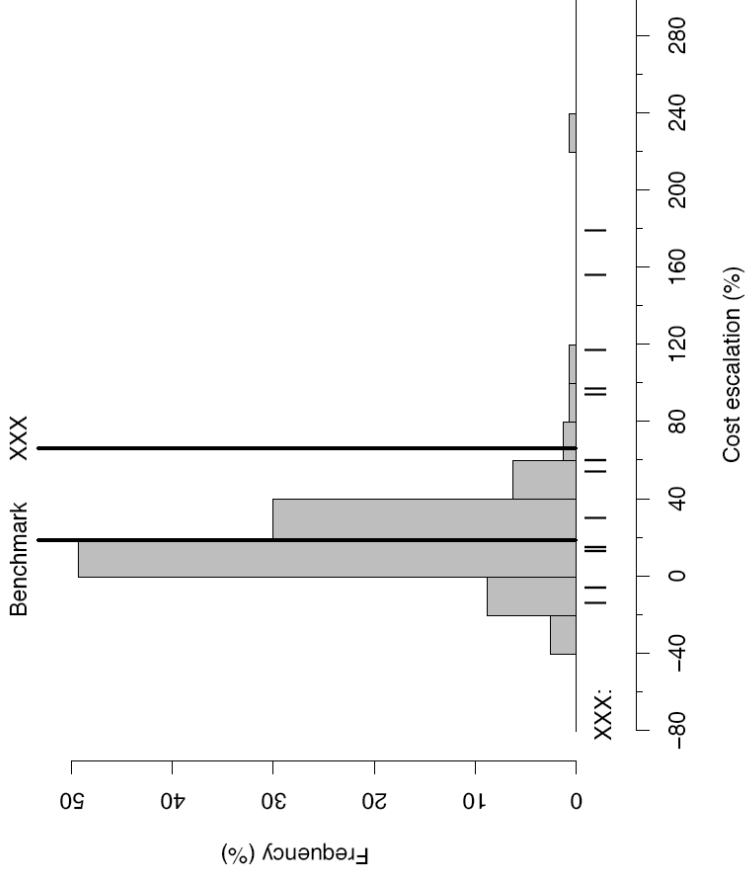
# Suggestions for Improvements in Risk Assessment

Keep successive calculation, but complement and test it with:

- Benchmarking
- Reference Class Forecasting
- Independent Risk Assessment Review Panel
- Insurance market costing
- One fully accountable project organization

# Benchmarking Cost Overrun in Country XXX

Cost Escalation in Percent  
Histogram: 160 non-XXX roads  
Bottom row: 12 XXX roads



# Result of Benchmarking of Country XXX

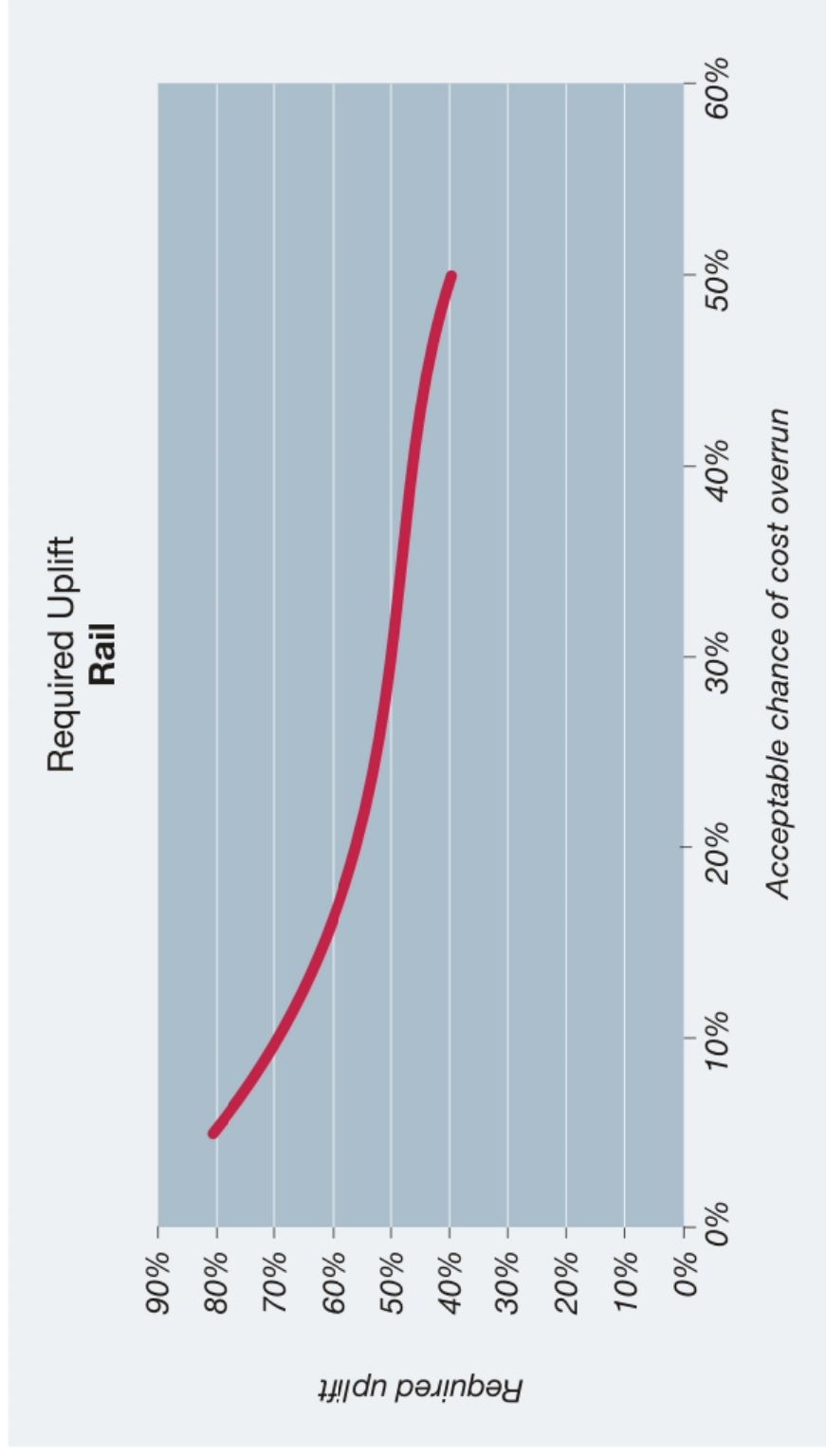
- Benchmark: 18% cost overrun for roads
- Country XXX: 62% cost overrun for roads
- Benchmarking: Cost overrun is 44 percentage points higher in country XXX than in benchmark

# Reference Class Forecasting

- Costs are estimated on basis of actual costs for 10 or more comparable projects in a **reference class**
- The reference class establishes a **probability distribution** of possible outcomes = risk



# Example of Referencing Class Forecasting



# Independent Risk Assessment Review Panel

- **Members:** Leading, independent, international experts
- **Task:** To evaluate independently the validity and reliability of risk assessment
- **Meetings:** App. once a year, or when new assessments have been made
- **Could also include risk management**

# Insurance Market Costing

- Objective: To obtain a market evaluation of risk and the cost of risk
- Decision to actually buy insurance is independent of evaluation
- But risk always has a cost, and the true cost should be known

# One Fully Accountable Project Organization

- If accountability or risk are shared by two organizations, each will take 20%
- Accountability and risk may be delegated, but should not be divided
- Ultimate accountability and risk should be placed in **one and only one** organization

# In Sum

- Kärnavfallsprojektet is a project with special, and especially large, financial risks
- Current contingencies appear to be on the low side, when compared with other (less risky) projects
- Risk assessment may be improved with (1) benchmarking, (2) reference class forecasting, (3) Risk Assessment Review Panel, (4) insurance market costing
- Risk and accountability should be placed with one organization

# The End

## Thank you!

# En jämförande studie av för- och efterkalkyler i stora projekt

med speciell referens till det svenska kärnavfallsprojektet

Esbjörn Segelod

Ekonomihögskolan vid Mälardalens högskola

En underutredning för Finansieringsutredningen M 2003:01

augusti 2004-10-20

De analyser och slutsatser som framförs i denna underutredning behöver inte överensstämma med Finansieringsutredningens.

## Innehållsförteckning

<b>1. Inledning med sammanfattning.....</b>	<b>96</b>
1.1 Utredningens uppdrag .....	96
1.2 Avgränsningar .....	96
1.3 Rapportens disposition och tillika en kortfattad sammanfattning .....	99
<b>2. Kostnadsskattningar och avvikelser i stora projekt .....</b>	<b>111</b>
<b>3. Avvikelser mellan för- och efterkalkyl definierat .....</b>	<b>118</b>
<b>4. Några studier av kostnadsavvikelser för grupper av stora anläggningsprojekt.....</b>	<b>123</b>
<b>5. Några studier av kostnadsavvikelser för grupper av utvecklings- och IT-projekt .....</b>	<b>132</b>
<b>6. Analys av tio påståenden om kostnadsavvikelser .....</b>	<b>137</b>
<b>7. Förklaringar som fokuserar på individen .....</b>	<b>168</b>
<b>8. Förklaringar som fokuserar på projektets organisering ..</b>	<b>179</b>
<b>9. Några karakteristiska i det svenska kärnkraftsavfallsprojektet.....</b>	<b>193</b>
9.1 Det amerikanska kärnavfallsprojektet .....	194
9.2 Det svenska kärnavfallsprojektet .....	201
9.3 Några aspekter på det svenska kärnavfallsprojektets kostnader och kostnadsutveckling.....	216
9.3.1 Kärnavfallsprojektets kostnadsnivå .....	216
9.3.2 Kärnavfallsprojektets kostnadsutveckling.....	218
9.3.3 Kärnavfallsprojektets karaktär .....	219
9.3.4 Några faktorer som kan påverka den framtida kostnadsutvecklingen .....	223



9.3.5	Kärnavfallsprojektets tidsplan.....	226
9.3.6	Kärnavfallsprojektets organisering .....	229
9.3.7	Risken för kostnadseskalation relativt andra risker.....	235
9.4	Några slutsatser och rekommendationer .....	241
	<b>Referenser .....</b>	<b>248</b>
	<b>Appendix: Totala, nedlagda respektive prognostiserade kostnader för det svenska kärnavfallsprojektet penningvärde januari 2004 .....</b>	<b>259</b>

## Tabellförteckning

1. Fyra stora amerikanska projekt inom kärnavfallsområdet .....	98
2. Kostnadsavvikelser vid ett stort pappersbruksprojekt ....	114
3. Kostnadsavvikelser vid Barsebäcksverkets första och andra aggregat .....	116
4. Kostnadsavvikelser enligt ett antal studier av grupper av stora anläggningsprojekt .....	128
5. Kostnadsavvikelser vid utvecklingsprojekt .....	134
6. Kostnadsavvikelser vid IT-projekt .....	135
7. Sambandet mellan kostnadseskalation, inflation och skärpta standards .....	146
8. Förekomsten av avvikelser större än 5% för några variabler i investeringskalkylen.....	149
9. Skattning av återstående kostnad i Concordeprojektet .	159
10. Kostnadsskattning för att säkerställa amerikanskt slutförvar .....	196
11. Nedlagda och prognostiserade framtida kostnader för det svenska kärnavfallsprojektet .....	204
12. Investering och drift för CLAB 1980-1989 .....	213
13. Avvikelse mellan prognos och under året förbrukade medel.....	215
14. Några olika staters tidsplaner för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter .....	228

<b>15. Real avkastning åren 1900-2000 .....</b>	<b>237</b>
<b>16. Konsekvensen av lägre förräntning relativt kostnadseskalation .....</b>	<b>240</b>

**Figurförteckning**

1. Förhållandet mellan förutsedd och oförutsedd kostnads- och kvantitetsavvikelse .....	119
2. Kostnadsavvikelseernas frekvens och fördelning för 193 stora projekt .....	138
3. Kostnadsavvikelse per månad för 67 transformatorer ...	140
4. Kostnadsavvikelse per månad för 37 kraftledningsprojekt .....	140
5. Sambandet mellan anläggningstid och kostnadsavvikelse för vattenkraftstationer.....	145
6. Kostnadsavvikelse före respektive efter investeringsbeslut vid några stora industriprojekt .....	151
7. Kostnadsavvikelse före respektive efter investeringsbeslut vid 74 kommunala projekt .....	153
8. Kostnadsavvikelse före respektive efter upprättandet av projektbudget vid väg- och järnvägsprojekt .....	154
9. Kleins lärhastighetshypotes .....	157
10. Skattning av slutkostnad och nedlagda resurser för Concordeprojektet .....	160
11. S-kurva för Concordeprojektet .....	160
12. Lärbanan för Concordeprojektets skattning av slutkostnad .....	161

13. Ackumulerade kostnader i löpande penningvärde för Yucca Mountainprojektet .....	197
14. Ackumulerade kostnader för det amerikanska kärnavfallsprojektet .....	200
15. Nedlagda och prognostiserade framtida kostnader för det svenska kärnavfallsprojektet .....	203
16. Kostnadsutvecklingen för färdigställda respektive ej färdigställda delsystem .....	208
17. Förändring i skattning av kostnaden för transporter, CLAB, SFR och upparbetning .....	209
18. Förändring i skattning av kostnaden för SKB adm. FoU/FUD, inkapsling, rivning och djupförvar .....	210
19. Förändring i prognostiserad slutkostnad relativt färdigställandegrad .....	212
20. Avvikelse mellan prognos och under året förbrukade medel .....	216
21. Förhållandet mellan kostnadsöverdrag och avkastning på fonderade medel .....	238

## 1. Inledning med sammanfattning

### 1.1 Utredningens uppdrag

För att tillse att dagens konsumenter av kärnkraftsel betalar för den framtida hanteringen av kärnkraftsavfall finns ett särskilt finansieringssystem. Finansieringssystemet är reglerat i lagen (1992:1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m. (finansieringslagen).

Genom nya energipolitiska beslut har emellertid förutsättningarna i viss utsträckning ändrats och det har dessutom visat sig ett antal frågetecken och svagheter med systemet såsom det f.n. är uppbyggt. Det handlar främst om systemet för årliga avgiftsberäkningar, underlaget för avgiftsberäkningar och de säkerheter kraftföretagen ställer. Regeringen beslutade därför i april 2003 att tillkalla en särskild utredare för att se över finansieringslagen.

Som underlag i det utredningsarbetet behövs bl.a. en jämförande analys av för- och efterkalkyler i stora projekt.

Konsulten ska göra en jämförande studie av för- och efterkalkyler i stora projekt.

En uppgift för konsulten är att härleda grunder för att sortera olika projekt och söka dra slutsatser av generell karaktär.

Konsulten ska förklara orsaker till olika slag av kostnadsförändringar i förhållande till förkalkyler.

Konsulten bör vidare söka peka på några karakteristika i det aktuella kärnavfallsprojektet enligt de sorteringsgrunder konsulten finner relevanta. (Citat från utredningsuppdraget)

### 1.2 Avgränsningar

Rivning av kärnkraftverk, omhändertagande och lagring av utbränt kärnbränsle och andra radioaktiva restprodukter är utan tvekan ett mycket stort och långsiktigt projekt. Sverige har valt att direktdeponera kärnbränsleavfallet och ägarna till de 12 kärnkraftverken har betalt in medel för att täcka dessa kostnader samt rivning av avställda kärnkraftverk. Nedlagda och idag beräknade kostnader för projektet beräknas i denna utredning uppgå till ungefär 78 miljarder i penningvärde januari 2004. Att kostnadsskattningar för omhändertagande och lagring av kärnkraftens restprodukter är osäkra framgår av tabell 1 som visar fyra stora amerikanska pro-

jekten inom området. Inget av projekten är ännu slutförda men kostnads- och framförallt tidsöverdragen är ändå mycket stora.

Utredningsuppdraget var att göra "en jämförande studie av för- och efterkalkyler i stora projekt". Vi ska undersöka var och varför avvikelser uppträder och vi ska applicera dessa kunskaper på det svenska kärnavfallsprojektet.

Vi kommer att göra fyra avgränsningar. För det första kommer vi inte att behandla den närliggande frågeställningen varför eskalerande projekt får fortsätta och inte läggs ned. Varför individer och organisationer fortsätter att tillskjuter pengar till eskalerande projekt trots att de får negativ information om projektens utveckling är, kanske än mer än avvikelser mellan för- och efterkalkyl, ett väl-etablerat forskningsområde. I det förra fallet betonas oftast psykologiska och sociala förklaringar, i det senare läggs större vikt vid projektspecifika förklaringar.

För det andra kommer vi, som anges i uppdraget, att avgränsa oss till att studera avvikelse i kostnad mellan för- och efterkalkyl. Tids-, kapacitets- och kvalitetsavvikelser kommer endast att studeras i den mån som dessa bidrar till kostnadsavvikelser.

För det tredje kommer vi inte att undersöka i vad mån studerade projekt har genomförts till lägsta möjliga kostnad. Det faktum att ett projekt inte har drabbats av kostnadsöverdrag innebär inte nödvändigtvis att satsade resurser har används på bästa sätt. Budgetramen kan ha varit tilltagen i överkant och ansvariga kan ha över-skattat kostnaderna för att genomföra projektet.





För det fjärde kommer vi inte att analysera om de fall som vi kommer att studera har varit lönsamma eller ej. Ett projekt kan vara lönsamt även om det drabbas av stora kostnadsöverdrag och tvärt om. T ex har utvinningen av olja i norra Alaska varit en mycket lönsam affär trots att den pipeline med hamn som byggdes mellan oljefältet Prudhoe Bay i norra Alaska och hamnterminalen Vadez i södra Alaska beräknades kosta \$863 miljoner när beslut togs 1969 men slutade på \$9.300 miljoner när den stod färdig 1977 (GAO, 1977, 1978), dvs. en kostnadseskalation på i grova tal 1.000%.

Och slutligen, för det femte, kommer vi att begränsa oss till att studera det svenska kärnavfallsprojektet såsom det avspeglas i de av Svensk kärnbränslehantering AB:s (SKB) till myndigheterna årligen redovisade kostnadsberäkningar för det svenska kärnavfallsprojektet (SKBF, 1982, 1983, SKB, 1984–2004). Denna avgränsning innebär att vi inte fullt ut kan utnyttja den teoretiska referensram som utvecklas i kapitlen 2–8.

### **1.3 Rapportens disposition och tillika en kortfattad sammanfattning**

Vi ska inleda med att i kapitel 2 med utgångspunkt från en pappersbruks- och en kärnkraftsinvestering illustrera när kostnads-skattningar görs och avvikelser uppträder. Det kommer att visa sig att avvikelserna kan vara stora i en projektbudget även om projektet som helhet håller kostnadsramen. Vi kommer också att se att det är delsystem som är av mindre vikt för anläggnings funktion som tenderar att drabbas hårdast av kostnadseskalation. Det är poster som kostnadsskattas i detalj och upphandlas först när det finns ett investeringsbeslut.

Därefter, i kapitel 3, ska vi definiera vad vi menar med en kostnadsavvikelse, kostnadsöverdrag och kostnadseskalation, samt diskutera mätproblem.

Sedan följer två kapitel i vilka vi kommer att undersöka hur vanligt det är med kostnadsavvikelser i stora anläggnings-, utvecklings- och IT-projekt. Det kommer att visa sig att kostnadsöverdrag är betydligt vanligare än motsatsen. I genomsnitt tenderar stora projekt bli dyrare än kalkylerat och utvecklingsprojekt tenderar att drabbas hårdare av kostnadseskalation, än anläggningsprojekt. Detta gäller även efter det att hänsyn tas till penningvärdeför-

sämring. Med utgångspunkt från dessa studier av grupper av projekt kommer vi att generera följande tio påståenden om avvikelser:

- P1 Kostnadsöverdrag mellan beslutad budget och redovisad slutkostnad är betydligt vanligare, än motsatsen.
- P2 Avvikelsena för beloppsmässigt mindre projekt är procentuellt sett större, än för större projekt.
- P3 Kostnadsöverdragen varierar med typ av projekt.
- P4 Kostnadsöverdrag tenderar bli större för udda och sällan genomförda projekt.
- P5 Ju längre tid som förflyter mellan godkänd budget och rapporterad slutkostnad, desto större tenderar kostnadsöverdragen bli.
- P6 Kostnadsöverdrag samvarierar med tidsöverdrag och andra typer av avvikelser mellan budget och slutredovisning.
- P7 Kostnadsöverdragen är inte alltid mindre för nyare projekt, än för äldre.
- P8 Kostnadsöverdragen är mindre i vissa organisationer, än i andra.
- P9 Kostnadsöverdragen är mindre i vissa regioner och länder, än i andra.
- P10 Ju större steg som tas i teknologisk utveckling, desto större tenderar kostnadsöverdraget att bli.

Dessa tio påståenden kommer att underbyggas och analyseras i det efterföljande avsnittet, kapitel 6, och i samband härmed kommer vi även att gå igenom några vanliga sätt att förklara förekomsten av avvikelser. Detta är det volymmässigt mest omfattande kapitlet.

Förklaringar till avvikelser brukar kunna härledas till teknologin, den som gör skattningen, dvs. individen, eller det organisatoriska sammanhang i vilket projektet genomförs, organiseringen. Kapitel 7 kommer därför att ägnas åt att diskutera förklaringar som fokuserar på individen och kapitel 8 förklaringar som fokuserar på projektets organisering. Syftet är inte att göra en fullständig genomgång av alla de teorier och förklaringar till att individer underskattar tider och kostnader, eller stora projekt drabbas av avvikelser, som förekommer i litteraturen, utan att visa på några sätt att förklara dessa företeelser. Det bör i detta sammanhang påpekas att vi tidigare har avgränsat oss ifrån den till kostnadsöverdrag närliggande frågeställning varför individer fortsätter tillskjuta friska pengar till eskalerande projekt. Om det senare finns det en riklig

flora av studier och förklaringar grundade på olika samhällsvetenskapliga teorier, som vi dock inte har möjlighet att gå igenom på den tid som föreligger för denna utredning.

Avslutningsvis ska vi, i kapitel 9, identifiera några karakteristika i det aktuella kärnavfallsprojektet som har likheter med de resultat som redovisats i föregående avsnitt, och formulera några preliminära implikationer för kärnavfallsprojektet. Analysen grundar sig huvudsakligen på tre källor: För det första, de statliga officiella utredningar som har gjorts inom kärnavfallsområdet; för det andra, de årliga kostnadsredovisningar för det svenska kärnavfallsprojektet som Svensk Kärnbränsleförsörjning AB (SKBF), senare Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), årligen är ålagda att redovisa enligt den s.k. finansieringslagen (1981:669, 1992:1537) och som granskas av Statens Kärnkraftsinspektion (SKI); samt, för det tredje, publikationer om det amerikanska kärnavfallsprojektet från "The United States General Accounting Office" (GAO). Det senare är ett revisionsorgan som gör revision, utvärderingar och undersökningar för USA:s kongress. Slutsatserna grundar sig sålunda på sekundärdata. Några studier av primärdata har inte ingått i utredningsuppdraget.

De slutsatser av generell karaktär om kostnadsavvikelser som redovisas i kapitlen 2 till 8 grundar sig på studier dels av grupper av projekt, dels fallstudier. För att kunna jämföra med det svenska kärnavfallsprojektet skulle vi behöva ha tillgång till kostnadsdata om och i samarbete med SKB granska kärnavfallsprojektets delprojekt. Senare beslutades det dock att vi i detta skede skulle begränsa oss till att studera kärnavfallsprojektets delprojekt genom de tidigare nämnda årliga rapporter som SKB publicerar. Det bedömdes lämpligt att utgå ifrån dessa rapporter, men det innebär samtidigt att vi i kapitel 9 egentligen inte fullt ut kan utnyttja tidigare gjorda analyser och göra de jämförelser och kopplingar till tidigare studier och kapitel som vi hade kunnat göra om vi även hade granskat kärnavfallsprojektets enskilda delprojekt. Det torde dock vara lämpligt att som ett första steg granska kärnavfallsprojektet via dessa rapporter om man i ett senare skede granska de enskilda projekten.

En mycket grov översiktlig kostnadsjämförelse mellan de amerikanska och svenska projekten visar att man i det amerikanska projektet räknar med högre kostnader för rivning av kärnkraftverk. I övrigt ligger kostnadsskatningarna på likartad nivå.

Det amerikanska projektet att utforma och licensiera slutförvar för långlivat avfall har drabbats av mycket stora kostnadsöverdrag. Nuvarande kostnader ligger dock i nivå med det svenska projektet räknat per kärnkraftverk.

Det svenska projektet har som helhet inte drabbats av någon kostnadseskaleration. År 2004 års prognos ligger i nivå med 1982 års prognos. I fast penningvärde minskade prognostiserade kostnader från 1982 till 1996 för att sedan dessa åter öka något. Detta hindrar inte att enskilda kostnadsposter drabbats av både kostnadseskaleration och kostnadsdeeskalation, samt varierar en hel del över tiden.

Projektet kan delas upp i två delar med avseende på hur långt delprojekten hunnit. I de fall som system har tagits i drift har kostnaderna i fast penningvärde deeskalerat sedan 1982 vad gäller transportsystemet med -46% och SFR med -42%. CLAB har enligt samma beräkning eskalerat med 10%. Icke oväntat har kostnadsprognoserna för dessa delsystem stabiliserats i och med att systemen tagits i drift och erfarenhet erhållits.

Den kostnadseskaleration som systemet erfarit från 1996 till 2004 härrör från nedlagda kostnader för SKB administration och FoU/FUD (+106%), inkapslingsanläggning (+4%), rivning av kärnkraftverk (+14%) och djupförvar (+16%), dvs. delprojekt som ännu inte tagits i drift. I SKB administration och FoU/FUD torde rymmas mycket av de utvecklingskostnader för slutförvar som i det amerikanska Yucca Mountainprojektet har bidragit till kostnadseskaleration. Kostnadsprognoserna för de delsystem som återstår att ta i drift, dvs. djupförvar och rivning av kärnkraftverk fortsätter att svänga, och det finns anledning att misstänka att de så kommer att fortsätta att göra, tills dess erfarenhet finns av att riva svenska kärnkraftverk och en första del av djupförvar för långlivat avfall har tagits i drift. Det finns därför anledning att bevaka kostnadsutvecklingen för just FoU/FUD, djupförvar och rivning.

Det är svårt, och i vissa avseenden ogörligt, att utifrån SKB:s årliga redovisningar följa upp hur delprojekten och kostnads-skattningarna förändras från år till år. En sådan uppföljning skulle avsevärt underlättas om SKB årligen, inte bara redovisade nedlagda och prognostisera framtida kostnader, utan även jämförde de aktuella kostnadsskattningarna med närmast föregående års kostnadsskattningar och i fotnoter lämnade förklaringar till större avvikelser mellan årens kostnadsskattningar.

SKBF/SKB:s och GAO:s rapporter förmedlar kontrasterande bilder av djupförvarprojektets risker. SKB betonar att projektet

baseras på känd och beprövad teknik och att inga avgörande brister vad avser krav på säkerhet och strålskydd skulle föreligga; en uppfattning som delas av SOU (1994:107). GAO å den andra sidan betonar tekniska osäkerheter i projektet. En förklaring kan vara att det DOE inte bara, som sin kollega SKB, har att troliggöra för tillståndsgivande myndigheter att man har teknik för säkert slutförvar av långaktivt radioaktivt avfall, utan även ett intresse av att synliggöra alla risker för att undvika framtida stämningar. Det statliga DOE måste vara berett att ta på sig ansvaret för slutförvaret långt efter det att det av kärnkraftsindustrin ägda SKB har lämnat över detta ansvar på den svenska staten.

En slutsats från studiet av forsknings- och utvecklingsprojekt har varit att ju större inslag av forskning och utveckling som ett anläggningsprojekt har, desto större tenderar kostnadseskalationen bli. Även i detta avseende ger SKB och GAO olikartade bilder. GAO och övriga studerade källor betonar att det amerikanska Yucca Mountainprojektet är ett anläggningsprojekt med stort inslag av forskning och utveckling. Av de i tabell 1 (se fotnot) tidigare angivna \$5.5 miljarderna bokförs ungefär hälften av kostnaderna för att certifiera slutförvaret som kostnader för forskning och utveckling, och hälften som anläggningsarbeten. Ett skäl till att projektet har blivit försenat 20–22 år anges vara att DOE inte har tillskjutit medel till forskning och utveckling i tidigare planerad omfattning. I SKB:s beskrivningar betonas projektets karaktär av anläggningsprojekt hårdare.

Om bristen på förebilder och behovet av att utveckla och certifiera nya tekniska lösningar talar för kostnadseskalation, så talar den långa tidsperiod som ansvariga har till sitt förfogande mot kostnadseskalation. Det föreligger inte någon tidspress som kan tvinga fram dåliga tekniska och ekonomiska lösningar.

Tyskland och USA har valt att gå före och tidigt ta i drift slutförvar för långaktivt avfall; Japan och Storbritannien har valt att relativt andra länder senarelägga idrifttagandet av ett sådant slutförvar. I flera av kärnkraftländerna torde idrifttagningstidpunkten snarare vara dikterade av politiska målsättningar och beslut och tekniska överväganden, snarare än ekonomiska överväganden. Samtidigt bedrivs det utvecklingsarbete parallellt i de flesta kärnkraftsländer, och eftersom kunskapsspridningen programmen emellan förmodligen är omfattande borde det vara billigare att köpa, än att utveckla ny kunskap. Ett skäl för att vara pionjär är att tidigt skapa sig en position på marknaden, men det argumentet kan

i detta fall inte gälla för Sverige. Stora kärnkraftsländer såsom USA, Frankrike, Japan och Tyskland bör med sina större ekonomiska resurser och hemma-marknader ha bättre förutsättningar att lyckas skapa sig en position på en eventuell framtida exportmarknad för kärnavfallsteknik. Ett viss kunskapsnivå är nödvändig för att kunna identifiera och upphandla ny teknik, men den kunskapen lär redan nu finnas. En senareläggning ger tid att observera och lära av det utvecklingsarbete som bedrivs världen över, samtidigt som osäkerheten om slutkostnaden blir lägre om man kan upphandla känd teknik istället för att utveckla okänd teknik. Frågan är om nuvarande tidsplan är den ekonomiskt mest kostnadseffektiva.

I Sverige har man valt att lägga ansvaret för att omhänderta kärnkraftens restprodukter på kärnkraftsbolagen och deras organ. Samtidigt som ansvaret för den långsiktiga övervakningen av slutförvaret ligger på staten. Med tanke på att det finansiella ansvaret för större olyckor, den långsiktiga förvaringen av radioaktivt avfall och vissa andra fall som kan inträffa, endast kan bäras av staten, är det naturligt att staten vill försäkra sig om att risken för att staten ska behöva skjuta till medel minimeras. Problemet för staten är att kärnkraftbolagen och SKB har ett stort informations- och kunskapsövertag gentemot staten och dess organ. Staten försöker på olika sätt utjämna informationsasymmetrin men det är uppenbart att det finns ett behov av att ytterligare utjämna denna informationsasymmetri.

Risken för kostnadseskalaion är endast en av flera större risker som kan komma att påverka kärnavfallsprojektet genomförande och finansiering. Andra faktorer som positivt eller negativt kan påverka projektet är t ex teknisk utveckling, säkerhetskrav och certifieringsprocessen för nya kärnavfallsanläggningar, när kärnkraftverken kommer att ställas av, en allvarliga kärnkraftsolycka någonsans i världen och avkastningen på fonderade medel; faktorer vars bedömning försvåras av den mycket långa planeringshorisonten. Den risk som är enklast att jämföra med risken för kostnadseskalaion är risken för att avkastningen på fonderade medel inte blir den man tänkt.

Om t.ex. förräntningen under de närmaste 20 åren blir 1 % lägre än förväntat motsvarar detta en kostnadseskalaion om 22 % för projektet som helhet. Mellanlager och slutförvar för lågaktivt avfall är redan idrifttagna. Något större kärnkraftverk har ännu inte rivits och slutförvar återstår att certifiera, bygga och ta i drift. Sannolikheten för att de senare posterna drabbas av avvikelser är därför

större, än för de förra. Låt oss anta att SKB adm. FoU/FUD, inkapslingsanläggning, djupförvar och rivning drabbas av kostnads-  
eskalation. En sådan kostnadseskalation kan uppgå till 33 % relativt  
2003 års siffror innan kostnadseskalationen får värre konsekvenser,  
än en sänkning av avkastningen på fonderade medel med 1 % under  
20 år. För en post som rivning motsvarar 1 % lägre avkastning en  
kostnadseskalation 102 %. Frågan är om sannolikheten för att  
kärnavfallsprojektet kommer att drabbas av en kostnadseskalation  
om 22 % är högre än risken för att avkastningen på fonderade  
medel blir 1 % lägre än förväntat under 20 år.

Dessa räkneexempel bygger på antagandet att tidsplanen inte på-  
verkas av kostnadseskalation, men förseningar och kostnadseskala-  
tion tenderar att samvariera. Tillkommande arbete och förändringar  
leder till förseningar och kostnadseskalation. I vad mån kostnads-  
eskalation kopplad till förseningar leder till att fonderade medel  
inte förmår att täcka kostnaderna för kärnavfallsprojektet beror av  
fonderade medels avkastning. Så länge som avkastningen i reala  
termer är positiv mildras effekterna av kostnadseskalation.

Avslutningsvis presenteras några slutsatser och förslag.

1. Den prognostiserade totala kostnaden per kärnkraftverk för det svenska kärnavfallsprojektet ligger på samma storleksnivå som det amerikanska. Kostnadsprognosen för rivning av kärnkraftverk är dock lägre i det svenska systemet.
2. Det svenska kärnavfallsprogrammet har inte erfarit någon kostnadseskalation sedan SKBF:s första planrapport 1982. Kostnadsprognoserna har dock varierat en del från år till år. Upp till 1984 ökade de för att sedan successivt minska fram till 1996 när prognoserna åter igen pekade uppåt. För närvarande, dvs. i SKB:s plan 2004-rapport, ligger prognosen ungefär på samma kostnadsnivå som i 1982 års prognos.
3. De tre delsystem som har tagits i drift, transportsystem, CLAB och SFR, uppvisar snarare kostnadsdeeskalation, än kostnadseskalation. CLAB uppvisar en mindre kostnadseskalation om ungefär 10 %, medan transportsystem och SFR underskrider den ursprungliga prognosen med ungefär 46 % respektive 42 %.
4. Enligt 2004 års prognoser har endast 36 % av projektet ännu genomförts. Huvuddelen av de återstående kostnaderna ligger på ännu ej idrifttagna system såsom inkapslingsanläggning, rivning och djupförvar. Sjuttiosex procent av prognostiserade

återstående kostnader är hänförliga till dessa tre delsystem. Det är också dessa delsystem som tillsammans med SKB adm. FoU/FUD har svarat för den kostnadsökning som prognoserna har visat sedan 1996. Prognosen för återstående kostnader har faktiskt för projektet som helhet ökat med 12,3 % åren 1996–2004, från att tidigare årligen ha minskat. Detta och det faktum att praktiska erfarenheter ännu saknas av inkapslingsanläggning, rivning och djupförvar gör att man bör noggrant följa dessa delsystems fortsatta kostnadsutveckling, förutom SKB adm. FoU/FUD, så att man i tid kan anpassa avgiftsnivån till förändringar i prognoserna för projektets slutkostnad.

5. Ännu har inte något svenskt kärnkraftverk rivits eller något slutförvar för långaktivt avfall tagits i drift. Liknande anläggningar är under uppförande i andra länder men ännu saknas det förebilder från anläggningar i drift. Vilka standardkrav som kommer att gälla när tillståndsprövning sker kan man inte med säkerhet förutse. Kärnavfallsprojektet har ett starkt inslag av utvecklingsprojekt och kostnadsfördyrande överraskningar kan därför tillstöta.

Å andra sidan finns också faktorer som talar för att projektet inte ska behöva drabbas av kostnadsökning. Det föreligger inte någon tidspress eller medelsbrist. Projektansvariga kan ta den tid som behövs för att utforma och välja bra tekniska och ekonomiska lösningar. Förändrade standardkrav kan komma att nödvändiggöra kostnadsfördyrande förändringar i projektet, men denna risk mildras av att kärnkraftsinnehavarna förmodligen har ganska bra möjlighet att genom det svenska samrådsförfarandet förutse och påverka utformningen av de krav som kommer att ställas vid en framtida tillståndsprövning. Avsaknaden av tidspress, medelsbrist, och behov av att anpassa produkten till marknadens svängningar bör dessutom leda till att SKB har goda möjligheter att ta tillvara de kostnadsreducerande vinster som teknisk utveckling och lärande kan ge, i jämförelse med projekt inom den konkurrensutsatta sektorn.

Vad gäller standardkrav bör vi betänka att det gäller att kunna förutse vilka krav som kommer att ställas den dagen i en framtid när slutförvar och rivning ska tillståndsprövas, och det är naturligtvis svårt att idag förutse exakt vilka krav som kommer att ställas om 10–20 år. Om de lösningar som SKB har utarbetat inte godkänns kan detta innebära betydande kostnadsökningar och senare-



läggning. Risken för detta bör dock reduceras genom det svenska samrådsförfarandet.

6. Kärnavfallsprojektet har i praktiken kommit att delas upp i två delar; rivning av kärnkraftverk och omhändertagande av radioaktiva restprodukter. Vad gäller omhändertagandet så bedrivs sedan mitten av 1980-talet ett omfattande forsknings- och utvecklingsarbete, det s.k. FUD-programmet. Kärntekniklagen stipulerar att det som senare kom att benämnas FUD-programmet ska innefatta både omhändertagandet av restprodukter och rivning av kärnkraftverk. Hitintills har dock programmet varit inriktat mot restproduktdelen. Rivning av avställda kärnkraftverk har inte givits samma prioritet. Likväl beräknas år 2004 rivning av kärnkraftverk svara för 31 % av återstående kostnader för ännu ej idrifttagna delsystem. För att kunna säkerställa att rivning av kärnkraftverk kan bekostas av avgifter från kärnkraftsel vore det därför ur kostnadsprognos-synpunkt önskvärt att ökad fokus gavs åt att ta fram underlag för att göra kostnadsskattningar av rivning av kärnkraftverk. Osäkerheten kring rivningskostnaderna späds på av att de svenska skattningarna framstår som låga jämfört med amerikanska skattningar.
7. Osäkerheten kring rivningskostnaderna bör kunna reduceras avsevärt när man har rivit ett av de svenska kärnkraftverken och på så sätt fått praktisk erfarenhet av vad det innebär att riva ett kärnkraftverk. Till följd av att rivning sker så lång tid efter avställning kan dock den situationen inträffa att samtliga 12 svenska reaktorer är avställda, eller snart kommer att bli avställda, när det första kärnkraftverket rivs. Det finns då ingen möjlighet att låta de som konsumerar kärnkraftsel betala eventuell kostnadsescalation. Ett sätt att reducera denna risk vore att riva ett av kärnkraftverken tidigt för att på så sätt få fram tillförlitligare kostnadsunderlag. Detta skulle dock i väntan på slutförvar ge extra kostnader för mellanlagring av radioaktivt rivningsavfall.
8. Tidpunkten för rivning av kärnkraftverk, byggande av inkapslingsanläggning och djupförvar verkar ännu inte ha utvärderats ekonomiskt. Liksom i andra länder är det oftare tekniska och politiska överväganden, samt lagstiftning, som har bestämt tidsplanen, än ekonomiska överväganden. Här kan det finnas möjlighet att finna en mer kostnadseffektiv tidsplan.

9. Om avkastningen på fonderade medel blir 1 % lägre än förväntat under de närmaste 20 åren motsvarar detta en kostnadseskala­tion om 33% för de delsystem som återstår att ta i drift, dvs. för SKB adm. FoU/FU, inkapslingsanläggning, rivning och djupförvar, eller en kostnadseskala­tion om 102 % för rivning eller 105 % för djupförvar från 2003 års siffror. Så länge som förräntningen är tillräckligt hög kan dessutom kostnadseskala­tion teoretiskt sett bytas mot en senareläggning. Frågan är vad som är mest sannolikt, en lägre avkastning än förväntat med 1 % under 20 år eller en ökning av kostnaden för rivning med 100 %. Kärnavfallsprojektet är som det mycket långsiktiga projektet är mycket känsligt för förändringar i förräntningen på fonderade medel. Detta är dock endast ett räkneexempel, ty effekten av sänkt förräntning och kostnadsöverdrag kan naturligtvis lika väl adderas som ta ut varandra.
10. Det är idag svårt att följa upp kostnadsprognoserna för de enskilda delprojekten utifrån SKB:s årliga redovisningar. Tidigare investeringar har omförts till drift och delprojekt har förändrats. Det skulle vara betydligt enklare att följa upp kostnadsutvecklingen för kärnavfallsprojektets delprojekt om SKB i sina årliga rapporter ställde föregående års prognos mot årets och i fotnoter gav förklaring till eventuella förändringar i delprojekten och deras kostnader.
11. Sedan det svenska systemet utformades för 25 år sedan har förut­­sättningarna dels för staten att utöva kontroll, dels för SKB att göra långsiktiga prognoser delvis förändrats och detta verkar inte riktigt ha uppmärksammats.

För det första är det tveksamt om man numera fortfarande kan utgå ifrån priser och lönestrukturen på den svenska marknaden när man gör prognoser över de närmaste 10–20 åren. Lönestrukturen kommer förmodligen att anpassa sig till vad som gäller inom EU vilket kan ha konsekvenser för de framtida kostnaderna för rivning, uppförande och drift av slutförvar. Det vore önskvärt att analysera vad en sådan harmonisering till prisnivån inom EU skulle kunna komma att betyda för kärnavfallsprojektets kostnader, för att på så sätt reducera den osäkerhet som denna utveckling har skapat med avseende på SKB:s kostnadsprognoser.

För det andra håller statens möjlighet att utöva effektiv kontroll på att förändras. När det svenska systemet skapades var Sydkraft AB ett svenskägt bolag med några sydsvenska kommuner som

huvudägare, och Statens Vattenfallsverk ett statligt verk. Idag är Sydkraft utlandsägt och Vattenfall ett bolag som i en framtid kan komma att börsintroduceras. Statens insyn och möjlighet att påverka kärnkraftsinnehavarna har därmed minskat. Detta och upplösandet av nationalstaten påverkar förutsättningarna för att utöva kontroll via samråd, en modell som i och för sig varit mycket framgångsrik och förmodligen bidragit till att hålla nere kostnaderna för förändringar, men vars förutsättningar delvis håller på att eroderas.

Eftersom samrådsmodellen har varit framgångsrik har det inte för ett litet land som Sverige funnits anledning att ta kostnaderna för att bättre separera utförare och kontrollorgan, och tillskapa kontrollorgan som har resurser att oberoende av utförarna göra egna utvärderingar. Möjligen kan även detta vara en sak som kommer att förändras på 10–20 års sikt i och med att Sverige numera är en del av EU.

12. Sverige var tidigt ute med att reglera organisation och finansiering av kärnkraftens restprodukter. En utgångspunkt var att det är kärnkraftsbolagen som ska ha det samlade tekniska och finansiella ansvaret för hantering och förvaring av kärnkraftens restprodukter, samt att den som brukar kärnkraftsproduktionen också ska stå för kostnaderna för denna produktion. Kostnaderna för dagens produktion av kärnkraftsel ska inte få belasta framtida generationer.

Problemet med kärnkraftens radioaktiva restprodukter rymmer både en teknisk och en ekonomisk del. Det tekniska problemet handlar om att utforma bra tekniska lösningar för rivning av kärnkraftverk och omhändertagande av kärnkraftens restprodukter. Denna uppgift ligger på kärnkraftinnehavarna och deras samverkansbolag SKB. Verksamheten övervakas av bl.a. SKI och SSI. En viktig fråga har varit att inte bara finna en teknisk bra lösning utan att även finna en lösning som kan förankras i samverkansprocessen och vinna den acceptans som är nödvändig för att projektet ska kunna genomföras.

Det ekonomiska problemet handlar om att se till att den som brukar kärnkraftsproduktionen också ska stå för kostnaderna för denna produktion. Kostnaderna för dagens produktion av kärnkraftsel ska inte få belasta framtida generationer. Rent administrativt kan problemet delas upp i två delar dels förvaltning av fonderade medel, dels bestämning och användning av avgifter. Be-

stämning av kostnader förutsätter att det finns en teknisk lösning att räkna på.

Hitintills har bestämning av kostnader haft betydligt lägre prioritet än såväl teknik som fondering. Det är sant att eventuell framtida kostnadseskalaion kan klaras genom senareläggning om förräntningen på fonderade medel är högre än prisutvecklingen för de åtgärder som ska utföras, men endast en korrekt skattning av kostnaderna kan garantera att det är konsumenterna av kärnkraftsel som också får betala kostnaderna för kärnkraftens restprodukter. Det finns inget annat sätt att uppfylla denna målsättning.

Fonderade medels förräntning ägnas i det nuvarande systemet betydligt större vikt, än avgiftens storlek. Man tycks tänka att man kan klara eventuella kostnadsökningar genom att placera fonderade medel tillgångar med högre risk. Man bör dock här uppmärksamma att man inte kan erhålla högre avkastning på fonderade medel utan att acceptera en högre risknivå för gjorda placeringar. Mot bakgrund härav ger myndigheterna väldig låg prioritet åt att granska prognoserna för kärnavfallsprojektets framtida kostnader.

Granskningen av dessa kostnader låg tidigare på Nämnden för använt kärnbränsle (NAK), men sorterar nu under en av SKI:s tre avdelningar, Avdelningen för kärnavfallssäkerhet, K-avdelningen, där kostnadsaspekten är en av flera frågor som denna avdelning handhar. Detta kan jämföras med förvaltningen av fonderade medel som har en egen fristående organisation. Med dessa resurser måste det vara svårt att garantera att de som förbrukar kärnkraftsel också betalar för kärnkraftens restkostnader och att föreslå avgifter som garanterar att så sker. Det förefaller nödvändigt att ge granskningen av kärnkraftens kostnader högre prioritet för att garantera att kärnkraftselens förbrukare även betalar dess kostnader.

13. Kärnkraftsproduktion är speciell på så sätt att verksamheten ger upphov till stora negativa restvärden för rivning av uttjänta kärnkraftverk, omhändertagande av rivningsavfall, utbränt kärnbränsle och driftavfall; utbetalningar som ligger decennier efter det att kärnkraftsverket har tagits ur produktion. Ingen annan teknologi ger upphov till lika stora utbetalningar lika långt efter det att intäkter slutat flyta in, och ingen annan teknologi lämnar lika långlivat avfall som måste övervakas i tusentals år. Allt vad som kommer att kunna påverka projektet under de närmaste 20 åren fram till driftstart för djupförvar kan vi inte förutse. Vi kan bara blicka 20 år bakåt i tiden för att kon-

statera att oförutsedda händelser kan komma att inträffa. Något kärnkraftverk har ännu inte rivits, erfarenheter av djupförvar saknas och hur staten ska ta över ansvaret för djupförvar är ännu oreglerat. Med denna långa tidshorisont och stora ännu oreducerade osäkerhetsfaktorer bör man vara medveten om att förändringar i projektet kan komma att behöva genomföras, och det finns därför anledning att även fortsättningsvis följa kostnadsutvecklingen speciellt för de delar av projektet som ännu ej har tagits i drift.

## 2. Kostnadsskattningar och avvikelser i stora projekt

När vi talar om kostnadsavvikelser tänker nog de flesta på avvikelser mellan godkänd investeringsbudget och slutredovisning av genomfört projekt. Dock, den kalkyl som ligger till grund för beslut att genomföra en investering är sällan den första kostnadsskattningen. Det kan ha förflutit många år och gjorts både 2–3, kanske till och med 7–8, utredningar och kostnadsberäkningar innan ett stort investeringsprojekt slutligen får styrelsens godkännande. Och precis som för tiden efter investeringsbeslut tenderar kostnaderna stiga mellan första kalkyl och kalkyl för beslut. Det förekommer att prognoserna för investeringsutgiften underskrids men motsatsen är vanligast, och de största ökningarna brukar komma i början av projekteringsprocessen, dvs. mellan den första och andra kalkylen. Ett skäl kan vara att den första kalkylen är en mycket enkel överslagsberäkning. I något fall kanske den även är satt till ett belopp som gjort det möjligt att få utreda investeringsidén. När man sedan börjar utreda projektidén stöter man på problem och behov som man inte hade tänkt på när den första överslagsberäkningen gjordes.

En stor risk med en stor industriell investering är att den produktionsanläggning som man bygger inte ska kunna producera den vara som den är byggd för att producera. Om en anläggning inte snabbt kan tas idrift på grund av tekniska problem så kan räntekostnaderna snabbt äta upp framtida vinst och göra anläggningen olönsam. Projekteringsarbetet brukar därför inriktas mot att säkerställa att de delar av investeringen som är centrala för att anläggningen ska fungera i en driftssituation också kommer att fungera. För den tekniska funktionaliteten mer perifera delar av anläggningen såsom byggnader och kringutrustning behöver inte ha

kostnadsskattats annat än som en klumpsumma vid tiden för investeringsbeslut. På samma sätt kan miljökrav göra det nödvändigt att före beslut säkerställa att anläggningen klarar uppställda krav.

Den kostnadsskattning som presenteras ledning och styrelse brukar även innehålla en buffert för oförutsett. Det kan röra sig om 10 %, ibland mer ibland mindre, beroende på typ av projekt och vem det är som har gjort kalkylen. Denna buffert kan finnas både som en lätt identifierbar post kallad oförutsett, eller helt eller delvis fördelad på övriga poster i projektbudgeten. Det förekommer att ledningen inte vill ha någon ospecificerad post, och i sådana fall får vi anta att projektansvarig har fördelat bufferten på övriga kostnadsposter. Då det kan finnas buffertar på olika ställen i projektbudgeten kan det vara svårt att få ett bra grepp om hur mycket oförutsett som egentligen ryms i budgeten. Erfarna projektledare vet att det är enklare att klara sig undan kostnadsöverdrag med en bra buffert, och i vissa ledningar skär man i budgeten för att skapa kostnadspres och därigenom garantera att medlen används på ett effektivt sätt. Man godkänner en budget som man vet är snålt tilltagen och är beredd på att detta kan innebära att projektansvarig kommer att behöva äska mer medel.

När investeringsbeslutet är taget och projektet genomförs vidtar regelbundna kostnadsuppföljningar, och på samma sätt som för de kalkyler som görs före beslut, brukar de större överraskningarna visa sig i början av genomförandeprocessen. När en fjärdedel, eller i alla fall en tredjedel, av projektet har genomförts brukar man ha en ganska bra bild av var slutkostnaden kommer att hamna.

Ett anläggningsprojekt delas ofta in i fyra faser. För det första ett idéskede i vilket man gör en förundersökning innebärande en första utredning och kostnadsskattning av investeringen. Därefter följer ett förprojekteringsskede i vilket man tar fram ett beslutsunderlag som kan ligga till grund för en anslagsbegäran. Detta innebär val av tekniska lösningar, kostnadsskattningar och framtagandet av en investeringskalkyl enligt företagets rutiner. Om äskandet beviljas vidtar projektering för att genomföra projektet, dvs. det mer detaljerade designarbetet och inköp. Under genomförandet följs projektet upp regelbundet mot projektbudgeten, anläggningen tas i drift och utfallet följs upp mot budget. Därefter följer den fjärde och sista fasen, inkörningsfasen, vilken innebär intrimning, kompletteringar och förbättringar, uppföljning och utvärdering av genomfört investeringsprojekt, och som ett halvår till två år efter idrifttagande kan resultera i en uppföljning av idrifttaget projekt.

Denna tidsförskjutning därför att det kan ta ett kanske två år att komma upp i full kapacitet.

Observera att investeringen inte är detaljplanerad i anslagsbegäran. I förprojekteringsfasen inriktas arbetet mot de delar av anläggningen som är centrala för att anläggningen ska komma att fungera i en driftsituation. De mer perifera delarna av anläggningen projekteras först när investeringen fått ett godkännande, och man kan naturligtvis inte heller upphandla det man behöver för att genomföra projektet förrän så har skett.

Tabell 2 visar avvikelserna för några delar ingående i ett stort pappersbruksprojekt. Vad som benämns ”kalkyl för beslut” är den kalkyl som förelåg när koncernstyrelsen gav sitt godkännande till investeringen. Det var den kalkyl som blev resultatet av förprojekteringsfasen. ”Justerad budget” är den mer detaljerade projektbudgeten som uppgjordes efter det att styrelsen givit sitt formella godkännande. Den stod klar ett halvår efter det att kalkyl för beslut tagits fram och börjat processas i företagsgruppens investeringsbudgeteringssystem.

Som framgår av tabell 2 kan avvikelserna i en projektbudget vara stora även om projektet i sig självt inte uppvisar någon större kostnadsavvikelse. Om hänsyn tas till inflation så kommer kostnadsavvikelsen för anläggningen som helhet att reduceras från +6,9 % till -0,5 %. Projektet blev med andra ord i fast penningvärde en halv procent billigare än kalkylerat. Utåt sett skulle alltså detta projekt te sig som en stor framgång för de som har gjort kostnadsskattningarna om man inte visste att enskilda kostnadsposter såsom el har ökat med 51,8 % och instrument med 66,7% mellan justerad budget och utfall, och vatten och avlopp med hela 100% mellan kalkyl för beslut och utfall.

För att klara dessa överskridanden var man inte bara tvungen att utnyttja hela posten för oförutsett om 47/55 miljoner, utan även att spara in 45 miljoner genom att avstå från vissa smärre delinvesteringar och låta andra aktörer uppföra vissa av byggnaderna för att senare leasa bolaget dessa. Till detta kommer att man lyckats upphandla maskiner och annan produktionsutrustning 20 miljoner billigare än vad som antogs i kalkyl för beslut, bl.a. till följd av konjunkturläget. Om vi lägger ihop dessa poster om totalt 65 miljoner så ser vi att man i själva verket har lyckats få ned kostnadsavvikelsen från plus 14,7 %





till 6,9 %. Om leverantörerna gjorde vinst eller förlust på sina insatser är oklart, även om rykten säger att några av dem gjorde förluster och några smärre till och med konkurs, men borde egentligen inkluderas i en komplett efterkalkyl.

Tabell 2 visar på ett icke ovanligt mönster. Kostnadsavvikelserna för den viktigaste delen, pappersmaskinen, är små. Detta trots att delsystemen är upphandlad från olika leverantörer. Att det är så hänger dels samman med att förprojekteringsarbetet inriktats mot att säkerställa att pappersmaskinen verkligen skulle komma att kunna tas i drift i tid och producera den mängd och papperskvalitet som man avsåg att producera, dels med att det fanns prisklausuler för dessa delar som överförde risken för avvikelser på leverantörerna. Vi kan också se att det är tämligen stora skillnader mellan den kalkyl som bifogades anslagsbegäran och den budget som upprättades ett halvår senare när koncernstyrelsen givit bolaget tillstånd att genomföra denna stora investering. Ett skäl till dessa avvikelser är att kringutrustningen inte var projekterad i detalj. Det var ett arbete som genomfördes först när bolaget fått tillstånd att investera.

Företagens investeringsrutiner brukar innehålla en bestämmelse om att man måste äska nya medel om kostnadsöverdraget förväntas överskrida 10 %; i vissa företag 5 %. Det blir en gräns som projektansvariga ogärna vill överskrida. Det var detta som man undvek i pappersbruksexemplet genom att få ned överskridandet från 14,7 % till 6,9 %. Om kostnadsöverdragen visar sig bli små kan projektansvariga kanske klara budgeten med hjälp av vad som har avsatts för oförutsett. Om detta inte skulle räcka till så brukar prognoser om kostnadsöverdrag leda till besparingar i projektets ambitionsnivå. Man kan spara in på kvalitén, senarelägga vissa delar av investeringsprojektet och låta andra uppföra byggnader och äga lager. Det innebär att investeringsutgiften i nutid minskar samtidigt som man drar på sig framtida kostnader för tilläggsinvesteringar, underhåll och drift, bl.a. i form av leasingavgifter. På samma sätt finns det ofta en ovilja att lämna tillbaka investeringsmedel. Om det skulle bli medel över så brukar det inte vara svårt att finna användning för dessa.

Var kostnadsavvikelser brukar uppträda kan ytterligare illustreras med en uppföljning av Barsebäcksverkets båda aggregat. Se tabell 3. Kärnkraftaggregaten kostade i prisnivå december 1971 drygt 700.



miljoner per styck exklusive räntor. Kostnadsöverdragen uppgick till 24 respektive 45 % i löpande penningvärde exklusive räntor, vilket motsvarar 6,6 respektive 1,7 % i fast penningvärde. Den huvudsakliga orsaken till kostnadsökningen var sålunda penningvärdesförsämring och som en följd av den höga nominella räntenivån blev även räntekostnaderna högre än kalkylerat. Tidsplanen hölls väl. Från investeringsbeslut till kommersiell drift tog det ungefär fem år.

Även i Barsebäcksfallet fördelar sig kostnadsöverdragen mycket ojämnt. För reaktor och turbin fanns prisklausuler som överförde risken och ansvaret för eventuella kostnadsöverdrag på leverantören. I vad mån leverantörerna gjorde förluster på dessa leveranser är okänt, men förekomsten av prisklausuler förklarar varför prisutvecklingen för reaktor- och turbinanläggningarna i stort följde konsumentprisindex. Liknande avtal fanns för avfallsanläggningen vilket dock blev dyrare än väntat, för bränsletillverkning vilken förbilligades till följd av gynnsam prisutveckling för uran och byggnadsarbeten vilka upphandlades löpande.

Värst drabbades posterna för provisorier inklusive stödåtgärder, övrig utrustning (inklusive elutrustning för B1), reservdelar och drift och underhåll. Den näst efter reaktoranläggning tyngsta kostnadsposten var byggnadsarbeten. Kostnadsöverdragen för denna post uppgick till drygt 30 %. I absoluta tal förklarar byggnadsarbeten 50 % av det totala kostnadsöverdraget. Att just byggnadsarbeten, provisorier och övrig utrustning drabbas hårdast är inte ovanligt eftersom det är delar som detaljprojekteras först när investeringsbeslutet är fattat. Det är först då man i detalj undersöker hur dessa delar ska utformas och vilka arbetsmoment som måste genomföras och på sedvanligt sätt stiger då kostnaderna när man lär sig mer och upptäcker nya behov.

Vi kan också observera att överskridandena för framför allt övrig utrustning och provisorier inklusive stödåtgärder är betydligt lägre för B2:an, än för B1:an. Detta tyder på att projektansvariga har kunna dra nytta av erfarenheter från B1:an vid uppförandet av B2:an. Denna kostnadsbesparande läreffekt hade sannolikt kunnat bli större om det ena aggregatet hade uppförts efter det andra och inte som nu endast med viss tidsförskjutning.

Samtidigt visade sig kostnaderna för att producera kärnkraftsel tio år senare vara dubbelt så höga som man hade antagit inför investeringsbeslutet. Som tur var flerdubblades samtidigt produktionskostnaderna i oljekraftverk och steg elkraftpriset kraftigt, varför

Barsebäcksverket trots allt blev en bra affär för Sydkraft. Till detta kommer att kostnaden för nya kärnkraftverk under 1970-talet steg kraftigt på grund av skärpta säkerhetskrav och kanske även till följd av att tillverkarna tog de första anläggningarna till låga priser för att skapa sig en position på marknaden.

Av pappersbruks- och Barsebäcksexemplen torde framgå att det inte är alldeles lätt att säga, eller ens ta reda på, hur stora kostnadsavvikelsena mellan för- och efterkalkyl blev. För det första kan risken för kostnadsöverdrag överföras på leverantören via pris-klausul, och då dyker en eventuell avvikelse upp hos leverantören. För det andra finns det ofta goda möjligheter att göra vissa om-disponeringar och spara i stora projekt för att klara budgeten, men det kan också innebära att det inte är samma projekt som genom-förts som har beslutats, och att besparingarna dyker upp i framtida högre kostnader för drift och tilläggsinvesteringar. Detta gör att vi kan spekulera i om det inte är som så att industriella projekt med stora kostnadsöverdrag i själva verket ofta har drabbats av än större kostnadseskala-tion än vad slutkalkylen visar, och tvärt om; att projekt som underskrider sina kostnader i själva verket har varit billigare än vad efterkalkylen visar.

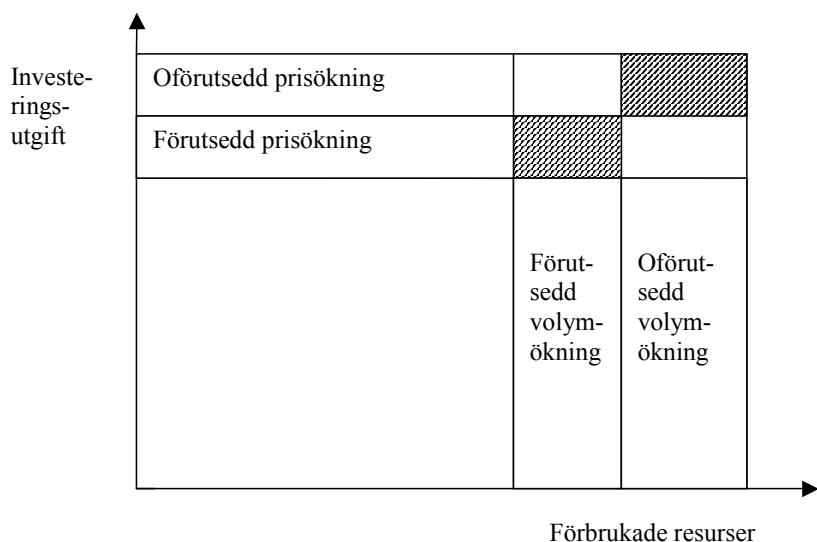
### 3. Avvikelser mellan för- och efterkalkyl definierat

När vi talar om kostnadsavvikelse, eller kostnadsöverdrag/-underskridande, menar vi att kostnaden enligt efterkalkyl är högre eller lägre än förkalkyl. Termerna kostnadsöverdrag och kostnads-eskala-tion, kostnadsupptrappning, indikerar att något har blivit dyrare än förväntat, medan termerna kostnadsökning och kostnadsstegring är mer vaga och endast implicerar att kostnaderna har ökat. Det bör också framhållas att vi har avgränsat oss till att studera kostnadsavvikelser i stora projekt utifrån operatörens sida sett. Huruvida även leverantörer och stat drabbas av avvikelser av-ser vi inte att utreda.

Låt oss börja med att skilja på avvikelse i den kostnad vi har för att färdigställa ett anläggningsprojekt och den kvantitet av arbete och kapital i form av materiella resurser som har förbrukats i projektet. Se figur 1. När vi gör en kalkyl gör vi också ett antagande om vilket prisutveckling som insatsvarorna kommer att erfaras, vad som i figuren benämns förutsedd prisökning. Denna kan vara mindre eller större än den verkliga prisökningen. Om den är

mindre tvingas vi såsom antas i figur 1 lägga till en post för oförutsedd prisökning. På den horisontella axeln har vi det arbete och material som har förbrukats. Om mer av dessa varor krävs än enligt kalkyl tvingas vi såsom i figur 1 lägga till en post för oförutsedd volymökning.

Projektet i figur 1 har drabbats både av oförutsedd volym- och prisökning. Med överdrag eller eskalation avser vi summan av de kostnader som ges av oförutsedd volymökning och oförutsedd prisökning; med inflation summan av förutsedd och oförutsedd prisökning.



Figur 1. Förhållandet mellan förutsedd och oförutsedd kostnads- och kvantitetsavvikelse

Vi skiljer på pris- och penningvärdesförändringar, där prisförändringar relaterar till prisförändringar för en enskild insatsvara och penningvärdesförändring till förändringar i penningvärdet mätt som en korg av varor såsom t ex konsumentprisindex. När vi talar om inflation så avser vi både pris- och penningvärdesförändringar, och det kan vara intressant att notera att det finns en samvariation mellan dessa företeelser på så sätt att prisförändringarna för enskilda varor blir större när penningvärdesförändringen är hög. Hög inflation innebär inte bara att penningvärdet försämras snabbare

utan även att det blir svårare att förutsäga prisutvecklingen för enskilda insatsvaror.

Den i tabellerna 2 och 3 förekommande posten oförutsett kan användas både för att täcka volym- och prisökningar. De streckade rutorna kan föras till både pris- och kvantitetssidan beroende på vad det är man vill mäta. Om man vill mäta prisförändringen på ursprunglig kalkylerad kvantitet så får man endast inkludera den del av oförutsedd prisförändring som hör till ursprunglig kvantitet.

Ytterligare en kommentar bör göras och det är att figur 1 skulle kunna kompletteras med en z-axel uttryckande kvalitetsavvikelse. Som framgick av föregående exempel finns det i vissa projekt viss möjlighet att göra besparingar genom att sänka kvalitetskraven, vilket ofta leder till högre kostnader för drift- och underhåll.

När vi ska tillämpa denna modell måste vi ta ställning till vad som inkluderas i kalkylen och när i tiden kalkylen är gjord. I de inkluderade tabellerna 2 och 3 inte räntekostnader under byggnadstiden. Räntekostnaderna kan bli höga om projektet tar lång tid att genomföra och räntenivån är hög. Därtill tillkommer kostnader för inkörning vilka kan vara betydande, utbildning, marknadsföring för att kunna sälja den nya kapacitet som man tar idrift, samt förlorad arbetstid i den mån som genomförandet av projektet har reducerat ordinarie drift. Vid t ex IT-projekt är kostnaden förlorad arbetstid på grund av att personalen behöver utbildning och tid att lära sig utnyttja det nya IT-systemet ofta mycket höga.

Vad gäller vilka kalkyler som ska jämföras så bör vi göra klart om vi jämför första kalkyl med slutredovisning, eller kalkyl för beslut med slutredovisning, eller den projektbudget som upprättades efter formellt investeringsbeslut med slutredovisning, eller om vi jämför någon av dessa förkalkyler med den uppföljning som görs under projektets genomförande eller den uppföljning av idrifttaget projekt som görs 1–1½ år efter slutredovisning. Ju längre tid som förflyter mellan den för- och efterkalkyl som vi jämför, desto större tenderar de oförutsedda prisökningarna bli.

Det är inte lätt för en extern observatör att utifrån uppgifter om investeringsutgift och utfall avgöra hur stor kostnadsavvikelse en investering har erfarit i fast penningvärde. Om en anläggning upphandlas till fast pris överförs risken för kostnadsöverdrag på leverantören. Det behöver inte betyda att anläggningen inte drabbas av kostnadseskallation men eventuella fördyringar drabbar i så fall inte köparen. Om anläggningen däremot upphandlas till fast pris plus pålägg för tillkommande kostnader blir det köparen som

får stå för tillkommande kostnader. Vid de flesta större upphandlingar finns någon form av prisklausul som reglerar priset och risktagandet. Det var detta som gjorde att reaktor- och turbinanläggningarna för Barsebäck 1 och 2 i fast penningvärde inte uppvisar några kostnadsöverdrag, och att pappersmaskinen i tabell 1 endast erfor ett överdrag om 3,3 % mellan beslut och utfall, och 10,7% mellan budget och utfall. Dels hade dessa centrala komponenter projekterats noggrant före beslut, dels fanns det prisklausuler som reglerade hur priset skulle kunna förändras av pris- och penningvärdesförändringar. För att kunna göra en korrekt omräkning mellan löpande och fast penningvärde behöver vi därför känna till de prisklausuler som kan ha tecknats.

Låt oss dock bortse ifrån prisklausuler. Utbetalningar är alltid i löpande penningvärde. För att ta reda på hur stor del av kostnadsavvikelsen som beror av sjunkande penningvärde måste därför utbetalningarna räknas om i fast penningvärde, och i nästföljande kapitel kommer vi att presentera ett antal studier där man av detta skäl har gjort en sådan omräkning. Vanligtvis har man då utnyttjar den så kallade Fishers effekt (Fisher, 1930) som säger att den nominella räntesatsen  $(1+i_{nom})$  bestäms av produkten av den reala förräntningssatsen  $(1+i_{rel})$  och förväntad inflationstakt  $(1+i_{infl})$ , dvs.  $(1+i_{nom}) = (1+i_{rel})(1+i_{infl})$ , samt därvid antagit att likhetstecken kan sättas mellan förväntad inflationstakt ett konsumentprisindex. I vissa fall har man förenklat beräkningarna och antagit att produkten av real förräntningssats och förväntad inflationstakt är lika med summan av real förräntningssats och förväntad inflationstakt, vilket är en hygglig approximation så länge som inflationstakten är låg. Man bör dock inte glömma bort att Fishers effekt skall ses som en hypotes som postulerar att den nominella räntan anpassar sig perfekt till förändringar i förväntad inflationstakt. Empiriska tester av denna hypotes visar nämligen att anpassningen inte alltid är perfekt.

En sådan omräkning förutsätter dessutom att den budgeterade kalkylen inte innehöll ett påslag för inflation. Om så var fallet har man överjusterat för inflation varvid kostnadseskalionen i fast penningvärde blir lägre än vad den egentligen har varit. I t ex vårt pappersbruksexempel (se tabell 2) fanns det ett sådant inflationsantagande varför det inte går att schablonmässigt justera för penningvärdesförändring medelst Fishers effekt. Hur omräkning till fast penningvärde korrekt ska ske är därför egentligen omöjligt att veta utan att ha tillgång till investeringsäskandet, om det ens då

är möjligt att veta dels därför att det inte behöver framgå hur stor del av posten för oförutsett som var avsedd att täcka förväntad penningvärdesförsämring, dels därför att reserverade medel för förväntad penningvärdesförsämring även kan ligga dolda i andra budgetposter än oförutsett.

Rent allmänt kan man dock anta att effekten av denna eventuella överjustering är störst för projekt med lång genomförandetid och nyare projekt. Nyare projekt därför att det är först under de senaste 25 åren som det har varit mer allmänt känt att man kan göra om en kalkyl i löpande penningvärde till fast penningvärde. Hur en sådan omräkning kunde göras visades av Johansson (1961) men fick inget genomslag förrän under senare delen av 1970-talet.

Med undantag för en kortvarig inflationschock som nådde upp till 15 % under ett år i samband med Koreakriget var penningvärdeförsämringen under efterkrigstiden ganska låg fram till och med de kraftiga oljeprishöjningarna 1973–1974. En årlig prisökningstakt om 2–5 % gav inte så stor anledning att räkna om utfallet i fast penningvärde. Inte heller var man alltid medveten om att denna penningvärdesförsämring innebar en kostnadspress. När författaren intervjuade en projektledare för ett stort kraftprojekt genomfört under senare delen av 1960-talet uttryckte denne stolthet över att han lyckats hålla budgeten. Det var tufft. Det krävdes förenklingar och vissa delinvesteringar fick senareläggas, men budgeten hölls. Det var förståeligt ty när jag korrigerat utbetalningarna för penningvärdesförsämringen visade det sig att kraftverket i fast penningvärde i själva verket hade blivit 7 % billigare än budgeterat, vilket kom som en total överraskning för projektledaren. Han, liksom många andra projektansvariga på den tiden, skiljde inte på fast och löpande penningvärde, och visste heller inte att man kunde räkna om löpande till fast penningvärde. Sådan kunskap blev allmångods först under senare delen av 1970-talet

Den stora prisorrlighet och penningvärdesförsämring som följde i de kraftiga oljeprishöjningarnas kölvatten initierade ett intresse för inflationens verkningar och metoder för att ta hänsyn till dess verkningar i kalkyler och planer. Detta gällde inte bara i Sverige utan i hela västvärlden. Det är vid denna tid som det dyker upp artiklar och andra skrifter på svenska, engelska och tyska som behandlar dessa frågor. På samma sätt är det med studier av kostnadsavvikelser. Det gjordes en del studier av amerikanska projekt i offentlig regi under 1950- och 1960-talen, men de allra flesta studierna av kostnadsescalation och dess orsaker är gjorda



under senare delen av 1970-talet och början av 1980-talet. Under de senaste årtiondena är andelen publikationer som behandlar denna fråga betydligt lägre. Nitton-hundrasjuttioalets penningvärdesförsämring genererade inte bara en medvetenhet om skillnaden mellan fast och löpande penningvärde, utan även ett intresse för kostnadseskallation och dess konsekvenser.

Än mer komplicerat är det att göra projekt genomförda i olika länder jämförbara genom att korrigera för valutakursförändringar. Om så har skett kan vi förmoda att man har använt sig av den internationella Fishereffekten och att man har antagit att valutakurser anpassar sig perfekt till skillnader i länders inflationstakt. Inte heller denna anpassning är dock perfekt. Anpassningen gäller på lång sikt och för sammanvävda ekonomier såsom de inom EU, men när det gäller valutakursförändringarna mellan t ex dollar och euro så det inte bara inflationstakten som bestämmer valutakursen på kort och medellång sikt, dvs. den tid det tar att genomföra ett projekt. Anpassningen påverkas även av sådana faktorer som staternas budgetunderskott och var i konjunkturcykeln ekonomierna befinner sig. Det är därför knepigt att göra jämförelser i fast penningvärde för projekt genomförda i ekonomier som inte ligger riktigt i fas såsom under senare årtionden varit fallet för ekonomierna i Europa, USA och Japan, eller för projekt genomförda i utrespektive iland.

#### **4. Några studier av kostnadsavvikelser för grupper av stora anläggningsprojekt**

De flesta större koncerner har bestämmelser om att alla genomförda investeringar, i vissa fall alla genomförda investeringar över en viss beloppgräns, ska följas upp och avrapporteras till den beslutsnivå som tog investeringsbeslutet (Segelod, 1996). I vad mån så också sker är svårt att veta för det är i många koncerner betydligt färre investeringsprojekt som avrapporteras, än som beslutas. För att få medel att genomföra en investering måste man äska medel. Någon liknande morot föreligger inte för att slutredovisa projekt, och det kan vara en förklaring till denna diskrepans.

I många fall görs det uppföljningar av genomförda investeringar där man försöker förklara skillnaderna mellan godkänd budget och utfall. Sådana uppföljningar kan t.ex. tala om kontroll- och styrutrustning som har tagit lång tid att få att fungera som tänkt,

leveranser som inte har anlänt i tid, svårigheter att rekrytera erfaren arbetskraft, bristande kostnadskontroll och inflation. I många fall är det förklaringar som är svåra att generalisera till andra projekt, även om tre typer av förklaringar verkar återkomma nämligen:

- Designförändringar
- Underskattning av projektets omfattning
- Prisstegringar

Pengar blir mindre värda, det tillkommer saker som måste göras som man inte förutsåg när kalkylen gjordes, och det kan visa sig nödvändigt att göra förändringar i den ursprungliga designen. I nästan alla fall av stora avvikelser är det inte riktigt samma projekt som har genomförts, som har beslutats. Det har varit nödvändigt att ändra i den design som kostnadsskattningarna utgick ifrån.

För att bättre kunna generalisera om avvikelser behöver vi antingen en teori som kan förklara dessa projektspecifika förklaringar, eller uppgifter om ett så stort antal projekt att vi kan identifiera statistiska skillnader mellan projekt av olika karaktär. I det senare fallet tenderar vi att få beskrivande förklaringar som har att göra med projektets karaktär; i det förra fallet använder man samhällsekonomiska teorier för att förklara observerade avvikelser och får därigenom förklaringar på individ- och organiseringsnivå. Vi kommer här att kortfattat beröra vanliga förklaringar av alla de tre typerna. I kapitel sex förklaringar som grundar sig på studier av grupper av projekt. Det blir en redogörelse för förklaringar som har att göra med projektets teknologi, samt även några som har att göra med individ och organisering. Vidare i avsnitt sju och åtta förklaringar hämtade ifrån samhällsekonomisk teori som fokuserar på individ och organisering. Låt oss sålunda starta med att granska studier av avvikelser för grupper av projekt.

Trots att kostnadsöverdrag och avvikelser mellan plan och utfall är en vanlig företeelse vid stora projekt finns det få studier av sådan storlek att de medger statistiskt signifikanta slutsatser. Det stora flertalet studier avser enstaka projekt eller mindre grupper av projekt. Några studier av grupper av projekt som vi får anledning att använda oss av är de som har gjorts av Hufschmidt och Gerin (1970), Merewitz (1973a, b), GAO (1980, 1983), Segelod (1986, 1992) och Flyvbjerg *et al.* (2002, 2003, 2004).

Hufschmidt och Gerin (1970) analyserade kostnadsavvikelser i kalkylerna för 346 vattenkrafts-, vattenreglerings-, kanal- och

hamnprojekt genomförda av tre allmännyttiga företag: Corps of Engineers, Tennessee Valley Authority och Bureau of Reclamation. Analysen bygger på fem rapporter från dessa organisationer kompletterad med intervjuer i nämnda organisationer. En nackdel med denna studie är att det är svårt att jämföra rapporter från olika organisationer och tider. En intressant observation, som vi kommer att få anledning att återkomma till, var att Tennessee Valley Authority visade sig ha förmåga att skatta slutkostnad med betydligt större säkerhet, än de övriga två organisationerna.

Merewitz (1973a, b) har sammanställt data för 193 projekt i offentlig regi som han kategoriserar såsom vattenbyggnads-, tunnelbane-, väg-, byggnads- respektive ad hoc projekt. Med ad hoc projekt avses udda projekt såsom forsknings- och idrottsanläggningar. Samtliga projekt, med undantag för ett antal tunnelbaneprojekt, är genomförda i USA under åren 1867–1971 med tyngdpunkt på efterkrigstiden. I genomsnitt förflöt sex år mellan för- och efterkalkyl. Investeringsbeloppen varierade mellan \$0,03–1.500 miljoner med ett medeltal på \$78 miljoner. Eftersom Merewitz listar tidpunkter och kostnader i Merewitz (1973b) så kan hans kostnadsdata även analyseras av andra forskare, vilket Segelod (1986) har gjort. De enskilda kostnadsuppgifterna och deras jämförbarhet bör dock tolkas med stor återhållsamhet eftersom kostnadsdata är hämtade från en mängd olika typer av rapporter och avseende stora projekt genomförda under hela det senaste århundradet.

En till antalet projekt mycket omfattande och kontinuerligt pågående studie är den som har redovisats av The General Accounting Office i USA (GAO, 1980, 1983, 1988, 1997). USA:s motsvarighet till Riksrevisionsverket har sedan flera årtionden redovisat och analyserat kostnadsutvecklingen för statligt finansierade projekt. Antalet projekt är mycket stort och analysen intressant även om den inte ligger på samma höga abstraktionsnivå som akademiska arbeten brukar ligga.

Segelod (1986) studerade kostnadsavvikelser mellan beslut och slutredovisning för de 115 projekt som under en femårsperiod i slutet av 1970- och början av 1980-talet slutredovisades till Vattenfalls styrelse. Det rörde sig om 11 investeringar i vattenkraftstationer, 37 kraftledningar och 67 transformatorer. En åtskillnad gjordes mellan ny-, utbytes- och tillbyggnadsinvesteringar. Totalt svarade dessa 115 projekt för 82 % av Vattenfalls investeringsutgifter under de aktuella fem åren eller drygt 5 miljarder i då-

tidens penningvärde. Analysen av dessa rapporter till Vattenfalls styrelse följdes upp med intervjuer med några av projektledarna.

I en studie samtida med Vattenfallsstudien studerar Segelod (1986) avvikelser i 35 större anläggningsinvesteringar genomförda av svenska industriföretag som har krävt lokaliseringsstillstånd. Det rör sig om investeringar i massafabriker och pappersmaskiner, sågverk, kemisk- och petrokemisk industri, raffinaderier, cement och annan miljöpåverkande tung industri. Den genomsnittliga anläggningskostnaden för dessa 35 projekt genomförda under senare delen av 1970-talet och första delen av 1980-talet uppgick till 550 miljoner i den tidens penningvärde. Datamaterialet omfattar sålunda kanske omkring 50 procent av alla tyngre investeringar av denna karaktär under dessa år. Studien avser inte bara kostnadsöverdrag utan även andra former av avvikelser i projekten mellan för- och efterkalkyl, samt kostnadsavvikelser mellan första kalkyl och godkänd budget. Uppgifterna samlades in via en enkät som kompletterades med intervjuer med projektansvariga i 11 av de större projekten. Antalet projekt, 35 stycken, är visserligen litet, men både denna och studien av Vattenfalls investeringar är intressanta då de avser investeringar genomförda av vinstdrivande organisationer, till skillnad av övriga här refererade studier som avser projekt i offentlig regi.

Flyvbjerg *et al.* (2002, 2003, 2004) analyserar kostnadsavvikelsena mellan budget och slutredovisning för 258 stora investeringar i järnvägar, broar och vägar genomförda i olika länder under de senaste drygt 80 åren. Författarna till denna studie har till skillnad från t ex Merewitz räknat om de kostnadsuppgifter man har haft från olika källor och i olika valutor till fast penningvärde.

Morris och Hugh (1986) har gått igenom 35 studier av kostnadsavvikelser. Översikten visar att kostnadsöverdrag är vanliga. Det förekommer projekt som har blivit billigare än förväntat, men i genomsnitt är kostnadsöverdrag regeln. Se vidare tabell 4 som visar det genomsnittliga kostnadsöverdragets för några grupper av stora projekt. Förutom de tidigare nämnda studierna inkluderar tabellen även resultaten från ytterligare några utvalda studier av grupper av projekt. Det verkar svårt att finna en studie som visar att stora anläggningsprojekt som grupp blir billigare än förväntat. Siffrorna inom parantes avser kostnadsavvikelse omräknat till fast penningvärde.

Även om antalet studier och studerade projekt är många så måste man ändå vara försiktig med att dra slutsatser av de refererade

studierna då de enskilda projektens jämförbarhet kan ifrågasättas. Visserligen har man i flera av studierna medelst konsumentprisindex tagit hänsyn till inflation, men uppgifterna härrör likväl från olika skriftliga källor, organisationer, kalkylatorer och tidsepoker. Vi blir tvungna att anta att dessa felkällor tar ut varandra när vi studerar större grupper av projekt. De allra flesta studier avser dessutom stora projekt









i offentlig regi, såsom t.ex. byggandet av nya vägar, tunnelbanor, hamnar och flygplatser, med de speciella förutsättningar som gäller för stora projekt som ofta figurerar i media och den offentliga debatten. Studier av projekt i privat och vinstdrivande organisationer är mindre vanliga. Med grundval utifrån framför allt Hufschmidt och Gerin (1970), Merewitz (1973a, b), Segelod (1986) och Flyvbjerg *et al.* (2002) kan vi dock tillåta oss att formulera följande påståenden vilka kommer att kommenteras utförligt i kapitel 5:

- P1 Kostnadsöverdrag mellan beslutad budget och redovisad slutkostnad är betydligt vanligare, än motsatsen. (Påståendet stöds av tabellerna 4, 5 och 6.)
- P2 Avvikelserna för beloppsmässigt mindre projekt är procentuellt sett större, än för större projekt. (Påståendet stöds av Hufschmidt och Gerin, 1970; Mansfield *et al.*, 1971; Segelod, 1986; Odeck, 2004)
- P3 Kostnadsöverdragen varierar med typ av projekt. (Merewitz, 1973a, b; Segelod, 1986; Flyvbjerg *et al.*, 2002)
- P4 Kostnadsöverdrag tenderar bli större för udda och sällan genomförda projekt. (Merewitz, 1973a, b; Segelod, 1986)
- P5 Ju längre tid som förflyter mellan godkänd budget och rapporterad slutkostnad, desto större tenderar kostnadsöverdragen bli. (Summers, 1967; Hufschmidt och Gerin, 1970; Tucker, 1970; Mansfield *et al.*, 1971; Segelod, 1986; Flyvbjerg *et al.*, 2004)
- P6 Kostnadsöverdrag samvarierar med tidsöverdrag och andra typer av avvikelser mellan budget och slutredovisning. (Tucker, 1970; Segelod, 1986)
- P7 Kostnadsöverdragen är inte alltid mindre för nyare projekt, än för äldre (Marshall och Meckling, 1962; Summers, 1967; Hufschmidt och Gerin, 1970; Tucker, 1970; Mansfield *et al.*, 1971; GAO, 1981, 1983, 1988).
- P8 Kostnadsöverdragen är mindre i vissa organisationer, än i andra. (Hufschmidt och Gerin, 1970; Mansfield *et al.*, 1971; Flyvbjerg *et al.*, 2002)
- P9 Kostnadsöverdragen är mindre i vissa regioner och länder, än i andra. (Flyvbjerg *et al.*, 2002)

Innan vi underbygger och kommenterar dessa påståenden, påstående för påstående, ska vi se vad vi kan lära oss av studier av av-

vikelser för grupper av utvecklingsprojekt, en annan typ av projekt för vilka det finns flera studier av grupper av projekt.

## 5. Några studier av kostnadsavvikelser för grupper av utvecklings- och IT-projekt

Erfarenheterna från studiet av grupper av utvecklingsprojekt har stora likheter med de som tidigare har redovisats för grupper av anläggningsprojekt och vi ska därför även granska några sådana studier av utvecklingsprojekt.

Den första genomfördes av Marshall och Meckling (1962) som försökte förstå varför militära flygplansprojekt ofta drabbades av stora kostnadsöverdrag. Deras studie följdes senare upp av Summers (1967) som studerade 68 kostnadsskattningar för 22 militära flygplans- och robotprojekt genomförda i USA under åren 1945 till 1958. Både Marshall och Meckling och Summers korrigerar materialet för inflation.

I den tredje studien analyserar Mansfield *et al.* (1971, 1972) avvikelser för läkemedelsprojekt i två amerikanska företag. Dessutom studerar författarna förekomsten av skattningar och skattarnas attityder till skattningar. För det första företaget förelåg kostnadsdata för 49 projekt, skattningar av tidsåtgång och försäljningsvolym för 59 projekt, av totalt 75 granskade projekt genomförda åren 1950–1967. Från det andra företaget förelåg data för 69 projekt. Data från de två företagen är inte direkt jämförbara men även dessa forskare har korrigerat för inflation. Studien visar bl.a. att ett av företagen var bättre på att skatta sina utvecklingsprojekts kostnader och dessutom hade förbättrat sin förmåga att skatta kostnader under den studerade tidsperioden. Det företag som uppvisade sämst resultat hade inte förbättrat sin förmåga på motsvarande sätt.

En fjärde studie har genomförts av Svensson (1990). Han studerade 35 utvecklingsprojekt i två svenska verkstadsföretag, samt en grupp om 91 projekt från 54 svenska företag. Som framgår av tabell 5 så hade det ena verkstadsföretaget i genomsnitt fyra gånger så stort kostnadsöverdrag för de studerade utvecklingsprojekten, eller 120 %. Även variationsvidden var dubbelt så stor i detta företag. Svensson för fram speciellt tre skäl till dessa avvikelser: Den viktigaste att ambitionsnivån har ökat så att den färdiga produkten kan mer, än vad man från början hade planerat. De övriga skälen

var osäkerhet och resursbrist för det enskilda projektet på grund av att det konkurrerade med andra projekt om tillgängliga resurser.

Som framgår av tabellen är kostnadsöverdragen i allmänhet något större för forsknings- och utvecklingsprojekt, än för anläggningsprojekt. Spridningen är dock stor. Faktum är att ju större inslag av ren forskning som projektet har desto större tenderar kostnads-eskalationen att bli. Detta samband belades redan av Marshall och Meckling (1962) och Summers (1967), och framförs även som ett av skälen till att de militära projekten i GAO:s (1983) studie i tabell 4 visar något högre kostnadsöverdrag. Detta tillåter oss att göra följande påstående:

P10 Ju större steg som tas i teknologisk utveckling, desto större tenderar kostnadsöverdraget att bli. (Marshall och Meckling, 1962; Summers, 1967; Mansfield *et al.*, 1971; Svensson, 1990)

Detta påstående kan sägas utgöra en förfinad variant av påstående fyra: Kostnadsöverdraget tenderar bli större för udda och sällan genomförda projekt.

En annan typ av projekt som ofta drabbas av avvikelser är IT-projekt, eller egentligen mjukvaruprojekt. Det kan röra sig om både mjukvara för datorer som är utvecklad på beställning av en specifik kund eller är producerad för en massmarknad; kräver omfattande anpassning eller kan installeras utan anpassning på en dator. Det verkar inte finnas någon undersökning som är direkt jämförbar med tidigare nämnda undersökningar av anläggnings- och utvecklingsprojekt men väl några som ger en uppfattning om problemen. Två amerikanska och en kanadensisk undersökning visar på kostnadsöverdrag om i genomsnitt 33 %. Se tabell 6.

Den mest omtalade studien är dock en enkät av Standish Group (1995). Den erhöll svar från 365 IT-ansvariga representerande 8.380 IT-projekt och visade att 31% av alla IT-projekt kommer att avbrytas i





förtid, samt att kostnadsöverdraget för de övriga ligger på hela 189 %. Tidseskalationen för samma grupp var 222 %, och endast 61 % av de 52,7% av projekten som var genomförda hade nått upp till den ursprungliga kravspecifikationen. Denna undersökning har dock kritiserats av Molökken och Jörgensen (1993) och Jörgensen och Molökken (2004) bl.a. för att den uppvisar orimligt stora skillnader gentemot andra studier av kostnadsavvikelser för mjukvaruprojekt.

Jämförelser kan även göras med Keil och Mann (1997a, b, 2000) som har samlat in uppgifter om 91 ej eskalerade och 243 eskalerade projekt där de eskalerade uppvisar siffror i samma storleksordning som de Standish Group redovisade. Ett skäl, men förmodligen inte hela sanningen, till att Standish Group och Keil och Manns undersökningar visar så höga avvikelser kan vara att deras siffror inte anger den genomsnittliga kostnadsavvikelsen för mjukvaruprojekt som grupp utan den genomsnittliga avvikelsen för eskalerande mjukvaruprojekt. De höga siffrorna för eskalerade projekt pekar mot att andelen högeskalerade projekt är större bland mjukvaruprojekt, än anläggningsprojekt.

Vi ska inte ytterligare fördjupa oss i IT-projekt och orsakerna till att dessa ofta drabbas av förseningar, kostnadseskalation och avbryts. Vi kan dock konstatera att IT-projekt är mycket komplexa projekt. Stora mjukvaruprojekt såsom utvecklandet av Microsoft Windows är förmodligen något av de mest komplexa projekt som har genomförts. En sak som alla IT-projekt har gemensamt, oberoende av om de är beställda av en enskild kund eller utvecklade för en massmarknad såsom Windows, är att kunderna inte kan specificera exakt vad programmet ska kunna göra och vad som behöver göras. Detta leder till att den ursprungliga kravspecifikationen ofta kommer att visa sig felaktig och kommer att behöva förändras. För att kunna bestämma kravspecifikationen involverar man kunder i alla faser av projektet. På så sätt har IT-projekt likheter med offentliga projekt där brukare involveras i projektens planering och genomförande. Man kan spekulera över om det är detta förhållande som leder till att vissa IT-projekt klarar tider och kostnader bra, såsom tabell 6 antyder, samtidigt som det blir stora förändringar i andra projekt som i vissa fall till och med leder till ett avbrytande av projektet. Andelen avbrutna IT-projekt saknar motsvarighet bland anläggningsprojekt.

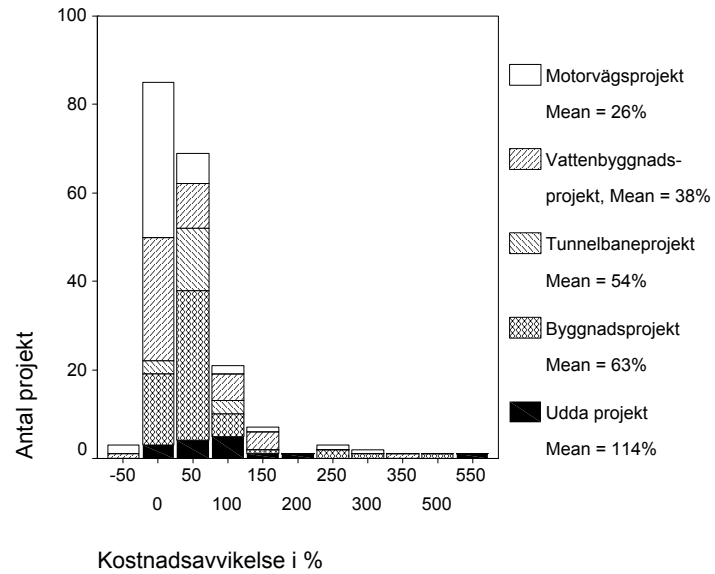
## 6. Analys av tio påståenden om kostnadsavvikelser

Vårt första påstående var:

- P1 Kostnadsöverdrag mellan beslutad budget och redovisad slutkostnad är betydligt vanligare, än motsatsen.

Det förekommer att stora projekt blir billigare än förväntat, men motsatsen är betydligt vanligare. Som framgick av tabellerna 4 och 5 visar studier av kostnadsavvikelser för grupper av stora projekt nästan undantagslöst på betydande kostnadsöverdrag. Femtio procent är inte ovanligt och ibland kan det röra sig om flera hundra procents kostnadsöverdrag. I t ex Flyvbjergs *et al.* (2002) material erfor nästan 9 av 10 projekt kostnadsöverdrag trots att detta material är korrigerat för inflation. Vanligtvis har sådana fördelningar av kostnadsavvikelser en positiv skevhet på så sätt att kostnadsunderskridandena är relativt små samtidigt som ett litet antal projekt uppvisar mycket stora kostnadsöverdrag. Figur 2 som visar kostnadsavvikelsernas frekvens för Merewitz (1973b) 193 infrastrukturprojekt illustrerar detta väl. Vi får en normalfördelningskurva med positiv skevhet.

Flera förklaringar har framförts till att kostnadsöverdrag är betydligt vanligare än underskridanden. En typ av förklaringar utgår ifrån individen och antar att de som äskar medel för investeringar är överoptimistiska; en annan typ av förklaringar utgår ifrån institutionella förhållanden såsom att investeringsförslag vars investeringsutgift underskattas har större chans att få medel för att genomföras. Vi kommer att utveckla dessa två typer av förklaringar mer i detalj i kapitlen 7 och 8.



Figur 2. Kostnadsavvikelsernas frekvens och fördelning för 193 stora projekt  
 Not: Från Segelod (1986, s. 156). Data hämtade från Merewitz (1973b).

P2 Avvikelserna för beloppsmässigt mindre projekt är procentuellt sett större, än för större projekt.

Det är ett icke ovanligt påstående att stora projekt mer ofta drabbas av stora kostnadsöverdrag, än små projekt. Studier av grupper av projekt visar dock oftast på motsatsen. Sålunda fann Hufschmidt och Gerin (1970) att beloppsmässigt små projekt varierade mer i ett av de tre företag de studerade, Mansfield *et al.* (1970) att små läkemedelsprojekt varierade mer och Odeck (2004) att små vägprojekt varierade mer, medan Flyvbjerg *et al.* (2004) inte noterade någon bestämd tendens för infrastrukturprojekt.

Om vi på den vertikala axeln i figur 2 sätter storlek istället för frekvens så kommer figuren i princip inte att förändras för homogena grupper av projekt. Vi får åter igen vanligtvis en typ av normal-fördelningskurva som denna gång visar att avvikelserna för beloppsmässigt små projekt varierar mer än för stora projekt. De mindre projekten svarar för både underskridanden och de riktigt stora överskridandena, och de större projekten ligger närmare

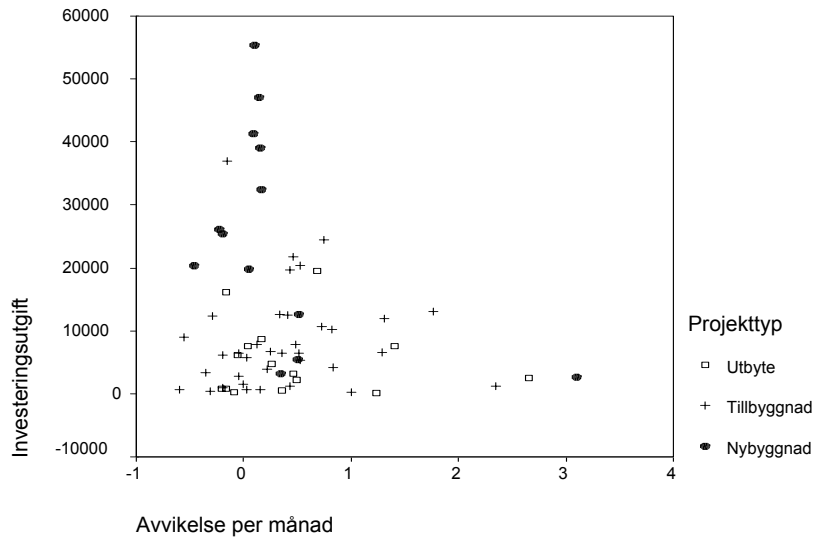


medeltalet för gruppen som sådan. Det bör understrykas att detta endast gäller homogena grupper av projekt; projekt representerande likartad teknologi och eventuellt även genomförda i samma organisation.

Förhållandet att små projekt mer ofta drabbas av avvikelser än stora projekt exemplifieras av Segelods (1986) studier av de 115 projekt som rapporterades till Vattenfalls styrelse under fem år i slutet av 1970-talet och början av 1980-talet. Figurerna 3 och 4 visar avvikelserna för 67 transformatorprojekt respektive 37 kraftledningsprojekt. N står för ny-, U för utbytes- och T för tilläggsinvestering. Offertkostnaden framgår av den vertikala axeln. Enligt överenskommelse med Vattenfall visar den horisontella axeln inte avvikelse i procent utan avvikelse per månad för tiden mellan beslut och slutredovisning. Avvikelsen per månad användes för att räkna om beslutad och redovisad investeringsutgift till fast och jämförbart penningvärde. Dock, även om vi hade möjlighet att visa den verkliga procentuella avvikelsen för dessa projekt så skulle de principer som dessa figurer vill förmedla inte förändras. Det är de små projekten som varierar mer, än de stora.

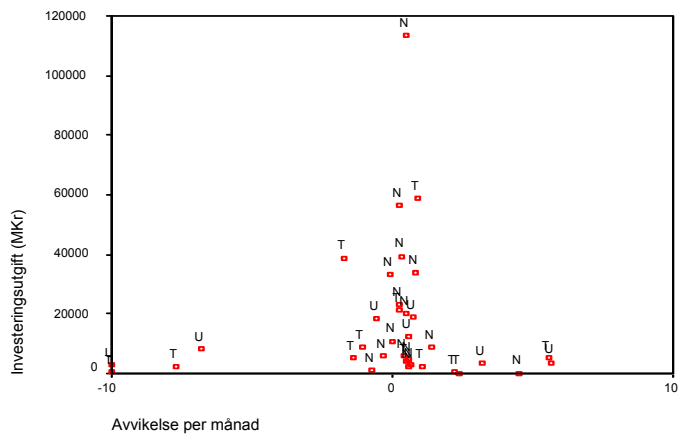
Som framgår av figurerna 3 och 4 uppvisar stora projekt procentuellt sett mindre avvikelser. En förklaring som framfördes vid intervjuerna i Vattenfall var att stora projekt tillförsäkrades erfaren projektledning och att större vikt lades vid att skatta deras kostnad, än vad som var fallet för de mindre projekten.

En annan typ av förklaring bygger på observationen att stora projekt oftast kan delas upp i många små delprojekt. Vi kan dra oss till minnes tabell 2 som visade kostnadsavvikelserna i investeringsbudgeten för ett stort pappersbruksprojekt. Trots att projektet som helhet kunde föras i hamn utan kostnadsöverdrag så hade vissa delsystem drabbats av kostnadsescalation på upp emot 100%. Det skulle alltså råda en de stora talens lag, där delprojektens avvikelser i stora projekt tenderar att ta ut varandra.



Figur 3. Kostnadsavvikelse per månad för 67 transformatorstationer

Not: N står för ny-, U för utbytes- och T för tillbyggnadsinvestering. Från Segelod (1986:155).



Figur 4. Kostnadsavvikelse per månad för 37 kraftledningsprojekt  
 Not: N står för ny-, U för utbytes- och T för tillbyggnadsinvestering. Två extremfall har uteslutits.

Allan och Norris (1970) sökte efter förklaringsfaktorer för avvikelser mellan kalkyl och utfall för 84 mindre forsknings- och utvecklingsprojekt, men lyckades inte identifiera någon enskild förklaringsfaktor giltig för samtliga projekt. Storleken på dessa projekt var i genomsnitt £4.800 och utvecklingstiden 28 månader. En tänkbar förklaring härtill är att det är svårare att identifiera den typ av generella förklaringar som vi här söker i små projekt därför att dessa påverkas mer av att projektens finansiering förskjuts till följd av budgetkrav och intresse, betalningsvillkor, projekt- och företagsspecifika händelser.

Vi kan också observera att avvikelserna uppvisar större spridning och fördelningen mindre positiv skevhet för ledningar än för transformatorstationer. Ett skäl som angavs för detta var att ledningsprojekt innehåller en större andel internt producerat arbete. Transformatorn utgör den dominerande kostnadsposten i en offert för en transformatorinvestering. Den köps färdig från tillverkaren varvid Vattenfalls osäkerhet kring denna post reduceras och spridningen blir mindre för transformatorinvesteringar, än för ledningar.

Man kan också tänka sig att det förhållandet att Vattenfall vid denna tid hade en fast anställd arbetsstyrka för att utföra anläggningsarbeten kan ha spelat in. Det kan ha bidragit till att man inte enbart sett till att korta anläggningstiden för att på så sätt minska räntekostnaderna, utan även till att få en lämplig beläggning för de som arbetat med dessa projekt och att de små projekten i högre utsträckning har använts för att reglera beläggningen; en effekt som borde vara tydligare för kraftledningarna eftersom kostnaderna härför i större utsträckning består av egen arbetsinsats. Om det är så är dock oklart.

Slutligen kan vi observera att utbytes- och tillbyggnadsinvesteringar varierar mer än nyinvesteringar som också beloppsmässigt ofta är större än utbytes- och tillbyggnadsinvesteringar. En förklaring som angavs var att utbytes- och tillbyggnadsinvesteringar är omgivna med mer osäkerhet eftersom det skulle krävas stora projekteringsinsatser för att kunna avgöra exakt hur stort ingrepp som bör göras när man går in och ändrar i eller renoverar en gammal transformator. Detta att renoveringsprojekt tenderar att drabbas av kostnadsavvikelser är ett välkänt fenomen från byggnads- och fabriksrenoveringar (Segelod, 1986). När man börjar att riva i en gammal anläggning så finner man ofta att det är fler saker som behöver åtgärdas än vad man från början hade tänkt sig. Och även om man genom noggrannare projektering hade kunnat ta reda på detta

före beslut så hade det inte varit ekonomiskt motiverat att göra så eftersom renoveringen ändock måste genomföras.

P3 Kostnadsöverdragen varierar med typ av projekt.

Som framgick av tabell 2 och 3 varierar genomsnittligt kostnadsöverdrag med typ av projekt. I Merewitz (1973b) fall var kostnadsöverdragen signifikant lägre än genomsnittet för vattenresurs- och vägprojekt, och högre för ad hoc projekt. Ad hoc projekt var udda projekt som sällan genomförs såsom forsknings- och idrottsanläggningar. Även för Flyvbjergs *et al.*s (2002) infrastrukturprojekt föreligger det en statistisk signifikant skillnaden mellan de tre grupperna: järnvägsprojekt, broar och tunnlar och vägar.

Om vi går över till att jämföra figurerna 5 och 6 finner vi att avvikelsernas spridning skiljer sig åt vad gäller Vattenfalls kraftledningar och transformatorstationer. Fördelningen för transformatorer är positivt skev på så sätt att ett mindre antal projekt har drabbats av stora kostnadsöverdrag. Detta är ett mönster som vi känner igen från Merewitz projekt i figur 2. Kraftledningar visar ett betydligt mer ovanligt mönster med en relativt jämn fördelning kring medeltalet. Varför avvikelsernas fördelning varierar på detta sätt mellan olika teknologier är oklart.

Vad gäller Vattenfall så kan vi observera att nyinvesteringar avviker mindre än utbyte och tillbyggnader. Ett skäl till detta kan vara att man ofta upptäcker att ytterligare arbeten som behöver göras när man renoverar en gammal anläggning. Eftersom renoveringar kan ha karaktären av måsteinvesteringar kan det hända att man inte har planerat lika detaljerat för vilka arbete som ska genomföras som vid nyinvesteringar.

P4 Kostnadsöverdrag tenderar bli större för udda och sällan genomförda projekt.

Som framgick av figur 2 drabbas Ad hoc projekt av störst kostnadsöverdrag. Exempel på sådana projekt är forsknings- och sportanläggningar, unika offentliga byggnader och anläggningar. Det är frågan om sällan genomförda anläggningsprojekt som saknar egentliga förebilder. Mönstret känns igen från svenska kommuner (Segelod, 1996) där det är brandstationer, stadshus, simhallar, ishallar och andra byggnader som kommuner endast bygger en eller ett fåtal utav, som drabbas av störst överskridanden. Det är projekt för vilka det saknas bra förebilder och överförbara erfarenheter, är

störst eller först av sitt slag. Mer ordinära byggprojekt såsom skolor och bostäder brukar inte på samma sätt drabbas av överskridanden och avvikelser.

Varför udda och sällan genomförda projekt är mer utsatta för avvikelser kommer vi att återkomma till under påstående tio – ju större steg som tas i teknologisk utveckling, desto större tenderar kostnadsöverdraget att bli - som kan sägas utgöra en variant av påstående fyra.

P5 Ju längre tid som förflyter mellan godkänd budget och rapporterad slutkostnad, desto större tenderar kostnadsöverdragen bli.

Det förekommer att projekt blir dyrare därför att man har valt att genomföra projektet på kortare tid än ursprungligen tänkt, men motsatsen verkar vara betydligt vanligare. Hufschmidt och Gerin (1970), Tucker (1970), Merewitz (1973b), Segelod (1986) och Flyvbjerg *et al.* (2004) fann ett samband mellan anläggningstid och kostnadsavvikelse. Ju längre tid som förflöt mellan beslut och uppföljning desto större tenderade kostnadsöverskridandena att bli. För Merewitz projekt fanns ett sådant samband för de projekt som avsåg vattenresurser, vägar och tunnelbanesystem, liksom för Flyvbjerg *et al.* (2004) projekt av samma typ, och för Vattenfalls projekt vad gällde vattenkraftstationer, utbyte- och tillbyggnad av ledningar. Detsamma gäller forsknings- och utvecklingsprojekt. Både Summers (1967) och Mansfield *et al.* (1971) fann att kostnadsöverdragen är större för utvecklingsprojekt som krävt lång tid att genomföra. Summers (1967) förklarade detta med att kravspecifikationerna för nya vapensystem har förändrats och skärpts under utvecklingstidens gång vilket har genererat längre utvecklingstider och högre kostnader.

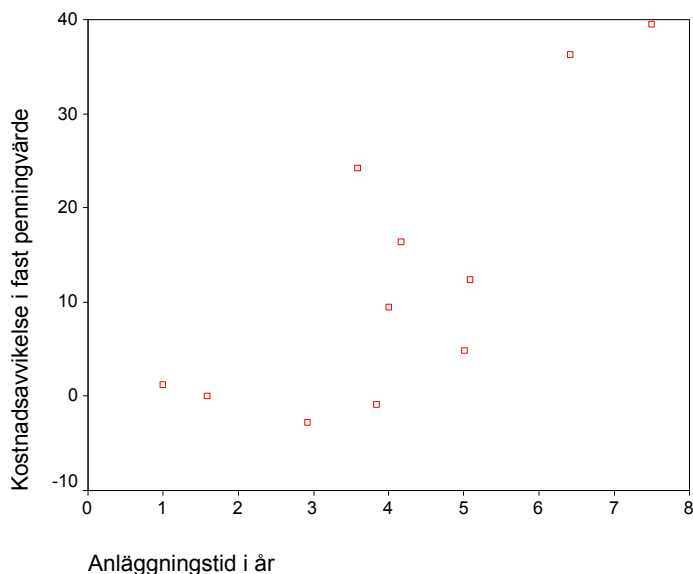
Det ligger nära till hands att tänka sig att det faktum att investeringsutgiften stiger med anläggningstiden egentligen förklaras av penningvärdeförsämringen mellan beslut och uppföljning. Så är dock inte alltid fallet ty sambandet kvarstår i ovannämnda undersökningar även när siffrorna renas för inflation.

Vattenfall hade under 1970-talet några stora vattenkraftstationsprojekt som drabbades av som man upplevde det stora kostnadsöverskridanden. Detta skulle kunna tas som intäkt för att stora projekt drabbas av större överskridanden, än små projekt. Vid närmare studium visade det sig dock att det inte var projekt-

storleken i sig självt som var den egentliga orsaken utan de långa anläggningstiderna. I och med att energipriserna steg i samband med oljeprishöjningarna ooptimerade Vattenfall några stora kraftstationsprojekt kalkylerade före den första oljekrisen till de nya energipriserna. Även skärpta konstruktionsstandards bidrog till kostnadseskalationen. Se figur 5 som visar anläggningstiden i månader i förhållande till kostnadsöverdragen för elva vattenkraftstationer. Fyra av de kraftstationer som uppvisar störst kostnadseskalation designades alla före den första oljekrisen. Om vi bortser från dessa fyra kraftstationer så klarade sig övriga projekt bra. Tre uppvisar smärre kostnadseskalation medan fyra ligger kring nollinjen.

Anläggandet av de två kraftstationerna med längst anläggningstid påbörjades 1970 respektive 1972 och avslutades 1978 respektive 1979. Det innebar att de hade kommit en bra bit på väg när oljepriset tre- till fyrdubblades 1973–1974 för att sedan ytterligare fördubblas en gång till 1978–1980. Övriga projekt med kostnadseskalation påbörjades 1974–1977; de utan synbar kostnadseskalation 1980–1981 dvs. efter oljeprishöjningarna. Att de tidigast påbörjade projekten under sådana förutsättningar drabbas av störst kostnadseskalation kan förklaras av att kostnaden för att göra förändringar i ett projekts design stiger kraftigt ju närmare färdigställande projektet befinner sig. Dessutom bör detta förändringsarbete ha bidragit till att förlänga anläggningstiden vilket i sig självt bidrar till kostnadseskalation.

När ett projekt tar många år att genomföra tenderar det bli förändringar i projektet till följd av att man vill inkorporera ny teknik, och anpassa projektet till förändrade marknadsförutsättningar och standards, samtidigt som den långa anläggningstiden gör att man får mer tid på sig att fundera ut förbättringar i projektets design. Det kan innebära både höjd ambitionsnivå och bättre tekniska och kommersiella lösningar, men brukar också eskalera slutkostnaden.



Figur 5. Sambandet mellan anläggningstid och kostnadsavvikelse för 11 vattenkraftstationer

Betydelsen av skärpta säkerhetskrav och reglering för byggnadstid och kostnader illustreras mycket väl av kostnadsutvecklingen för nya kärn- och kolkraftverk i USA under 1970-talet. Se tabell 7. Under 1970-talet skärptes kraven successivt. Detta ledde till längre byggnadstider vilket i sin tur ledde till högre kostnader för nya verk. I och med att byggnadstiden förlängs så ökar räntekostnaderna under byggnadstiden speciellt som inflationsnivån under 1970-talet vissa år närmade sig tvåsiffriga tal. Effekterna av skärpta säkerhetskrav inom kärnkraftsområdet på kärnkraftens konkurrenskraft mildrades dock av höjda oljepriser och skärpta miljökrav för nya fossila kraftverk.

En liknande utveckling har kunnat iakttagas i Sverige. Kärnkraftsaggregatet Oskarshamn II kostade 1.633 miljoner i penningvärde januari 1981; Oskarshamn III 8.400 miljoner. Se Jagrén (1983). Oskarshamn II är av samma storlek som Barsebäck I och II och påbörjades något före dessa. Slutkostnaden i löpande penningvärde blev 735 miljoner vilket är ungefär lika mycket som Barsebäck I och II kostade var för sig.





Jagrén (1983) försökte förklara kostnadsskillnaden mellan OII:an och OIII:an genom att göra reaktorerna jämförbara. Han justerade upp OII:an för tilläggsinvesteringar. Drog bort OIII:ans byggkostnad för gemensamma anläggningar, såsom skyddsrum, hamn och restaurang samt ej jämförbara markarbeten. Kvar blev kostnaden för nya standardkrav och normer, främst från statsmakterna om 550 miljoner i penningvärde januari 1981, eller drygt 35 % av beräknad investeringsutgift. Den återstående ca 27 %-ens kostnadsökning förklarades till 15–20 % av indirekta effekter av nya standardkrav och andra rent kostnadshöjande faktorer. Ny teknik och andra kostnadssänkande faktorer beräknades ha bidragit till att sänka investeringsutgiften med 2–3 %.

Effekten av skärpta standards framgår om man tar nettoeffekten genom byggvolymen. För OI blir denna kvot  $2,2\text{kW}/\text{m}^3$  ( $=440\text{MW}/200.000\text{m}^3$ ), för OII  $1,8\text{kW}/\text{m}^3$  ( $=580\text{MW}/320.000\text{m}^3$ ), och för OIII  $1,3\text{kW}/\text{m}^3$  ( $=1.060\text{MW}/830.000\text{m}^3$ ). Äldre verk är kostnadseffektivare, än nyare verk. Skärpta standardkrav har helt raderat ut den stordriftsfördel som borde föreligga för kärnkraftsaggregat.

Vi har här argumenterat för att en förlängning av anläggnings-tiden ofta har lett till högre kostnader. Man skulle också kunna tänka sig att projekt som tar lång tid att förverkliga skulle kunna bli billigare än kalkylerat därför att ny teknik erbjuder billigare metoder och material för att genomföra projektet, men så verkar inte lika ofta ha varit fallet. Man bör i detta sammanhang observera att kostnaden för råvaror och mer obearbetade produkter måste sjunka, och arbetskraftskostnaden stiga, för att levnadsstandarden ska öka. Om vi tror på en höjd levnadsstandard så innebär det att vi även tror på att arbetskraftskostnadens andel av investeringsutgiften kommer att öka; och om projektansvariga i stora och mycket långsiktiga projekt inte kan effektivisera projektets genomförande så att ökande arbetskraftskostnader och produktivitetvinsten balanserar ut varandra, så kan detta leda till kostnads- eskalation.

P6 Kostnadsöverdrag samvarierar med tidsöverdrag och andra typer av avvikelser mellan budget och slutredovisning.

Vi har redan under föregående punkt berört att det finns ett samband mellan kostnadsavvikelser och andra typer av avvikelser. I USA har The General Accounting Office länge följt upp statligt

finansierade projekt. Problemen med kostnadsöverdrag minskade under 1980-talet men kvarstod trots striktare metoder för styrning och kontroll av projekten (GAO, 1988). Orsakerna anges vara de samma som tidigare. Man talar i GAO (1988) om att man ännu inte har lyckats lösa problemet med "funding instability", dvs. att tillförseln av finansiella medel till projektet är instabil, och "design instability", dvs. att designen måste förändras under projektets genomförande ofta till följd av att projektets finansiering är instabil. Detta att brist på kontinuerlig och förutsägbar finansiering tvingar projektansvariga till att vidta förändringar i projektet som i slutändan betyder högre kostnader var en viktig faktor även i de utvecklingsprojekt i svensk verkstadsindustri som Svensson (1990) studerade. Instabil finansiering och design genererar förändringar i slutkostnad, med andra ord, ett projekt som uppvisar avvikelser i ett avseende uppvisar ofta också avvikelser i andra avseenden.

Betydelsen av stabila omvärldsförhållande är tydlig även i IT-projekt. När man designar byggnader, broar, flygplan, datorer eller läkemedel kan ingenjörer och produktutvecklare ställa upp och utgå ifrån en viss kravspecifikation som deras produkt ska uppfylla och använda denna kravspecifikation för att utvärdera sina framsteg och måluppfyllelse. Utvecklare av mjukvara saknar ofta en sådan klar och användbar kravspecifikation (Humphrey, 1990; Baetjer, 1998; Cugola och Ghezzi, 1998; Sheremata, 2002). I de flesta fall kan inte kunderna exakt specificera vad de behöver och vill att mjukvaruprogrammet ska kunna prestera. De har en föreställning om det problem som de vill att mjukvaran ska kunna lösa för dem men de kan inte översätta denna föreställning i en precis kravspecifikation. Utvecklarna är därför tvingade att börja utvecklingsarbetet med en oprecis kravspecifikation vilka sedan i samarbete med beställarna måste klargöras under utvecklingsprocessen. Allt eftersom man sedan lär sig vad som är tekniskt och ekonomiskt möjligt så leder detta till förändringar i kravspecifikationen med förändringar och kostnadseskalation som följd.

För att kunna specificera kraven måste utvecklingsprocessen vara transparent i den meningen att beställarna ska kunna involveras i projektets alla faser. På så sätt påminner IT-projekt mer om kunddrivna utvecklingsprojekt, än anläggningsprojekt. Ett annat förhållande som bidrar till svårigheterna att specificera kravspecifikationen är att mjukvaruutveckling är en relativt ung vetenskap som ännu inte utvecklat standardiserade metoder för att ta fram ny mjukvara på samma sätt som utformningen av en bro, byggnad eller

väg sker efter vissa välbeprövade beräknings- och planeringsprinciper. Detta innebär också att problemlösandet i högre grad blir decentraliserat till de som utvecklar programmet, och mindre planerbart för projektledningen.

Samvariationen mellan avvikelser av olika art illustreras ytterligare av Segelod (1986) som studerade 35 större anläggningsprojekt i svensk industri. Materialet är litet men ändå av intresse då det avser stora industriprojekt i privat industri. Tabell 8 visar antalet projekt med en avvikelse större än 5% för ett antal variabler i investeringskalkylen. Vi kan se att 17, dvs. hälften, av projekten drabbats av kostnadsöverdrag om mer än 5%, och en lika stor andel av de största 20 projekten.

Tabell 8. Förekomsten av avvikelser större än 5% för några variabler i investeringskalkylen

Variabel	Negativt		Positivt	
	35 projekt	20 projekt	35 projekt	20 projekt
Investeringsutgift	17	9	3	3
Tidsram för genomförande	6	2	6	6
Ambitionsnivå	9	5	1	0
Kapacitet	4	3	5	1
Driftskostnad	9	5	1	1
Försäljningsvolym	9	6	3	1
Försäljningspris	6	4	7	6
Summa avvikelser större än 5 %	60	34	26	18

Not: Från Segelod (1986, s. 135).

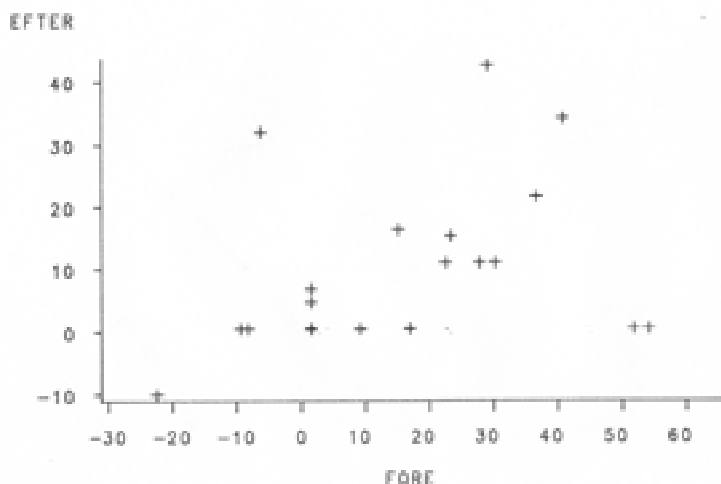
Tabell 8 visar de större avvikelserna dels för samtliga 35 projekt, dels för de 20 beloppsmässigt största projekten. Det genomsnittliga kostnadsöverdraget för dessa projekt var beskedliga 10%. Som framgår av tabellen är det betydligt vanligare med avvikelser som negativt påverkar projektens lönsamhet, än motsatsen, och det gäller inte bara skattning av investeringsutgift utan även andra variabler såsom ambitionsnivå, driftskostnad och försäljningsvolym. Likväl torde denna enkätundersökning underskatta den verkliga förekomsten av avvikelser då man kan misstänka att de som erfarit

problem med sina projekt i högre utsträckning inte velat låta detta bli känt genom att delta i enkäten.

Innan ett större investeringsprojekt kommer till genomförande har det som regel gjorts flera utredningar och investeringskalkyler. I figur 6 jämförs avvikelsen i investeringsutgift mellan dels första kalkyl och godkänd investeringsbudget, dels godkänd investeringsbudget och slutredovisning för de projekt för vilka uppgifter om förkalkyler förelåg. Figuren visar att många stora industriprojekt vars kostnader har eskalerat mellan första kalkyl och kalkyl för beslut även fortsätter att eskalera efter investeringsbeslutet.

Tabellen 8 och figur 6 avser att illustrera observationen att det är ovanligt att ett projekt drabbas av stora kostnadsavvikelser utan att samtidigt drabbas av avvikelser för andra ingående variabler. Stora kostnadsöverdrag brukar följas av, inte bara tidsöverdrag, utan även avvikelser vad gäller ambitionsnivå, produktionskapacitet, driftskostnad, försäljningsvolym och försäljningspris. Ett projekt med avvikelse i ett avseende uppvisar ofta också avvikelser i andra avseenden. Det finns följaktligen anledning till ökad uppmärksamhet på risken för kostnadsöverdrag när ett projekt i något avseende börjar avvika från planen.

Ett skäl till att projekt drabbas av kostnadsöverdrag är att beslutet har tagit i ett tidigt skede då det ännu inte hade gjorts någon detaljerad projektering och kalkylering. Om det vore så skulle man kunna förvänta sig att projekt som uppvisar stora kostnadsöverdrag även uppvisar små kostnadsavvikelser mellan första kalkyl och kalkyl för beslut. Som framgår av figur 6 är så ofta inte fallet. Relativt många av de stora industriprojekten i detta lilla urval har vidfarets kostnadsöverdrag både mellan första kalkyl och beslut, och mellan beslut och slutredovisning. Det har skett förändringar i projektet både före och efter investeringsbeslutet. Detta indikerar att projektledningen inte haft riktigt bra kontroll över projektet.



Figur 6. Kostnadsavvikelse före respektive efter investeringsbeslut vid några stora industriprojekt

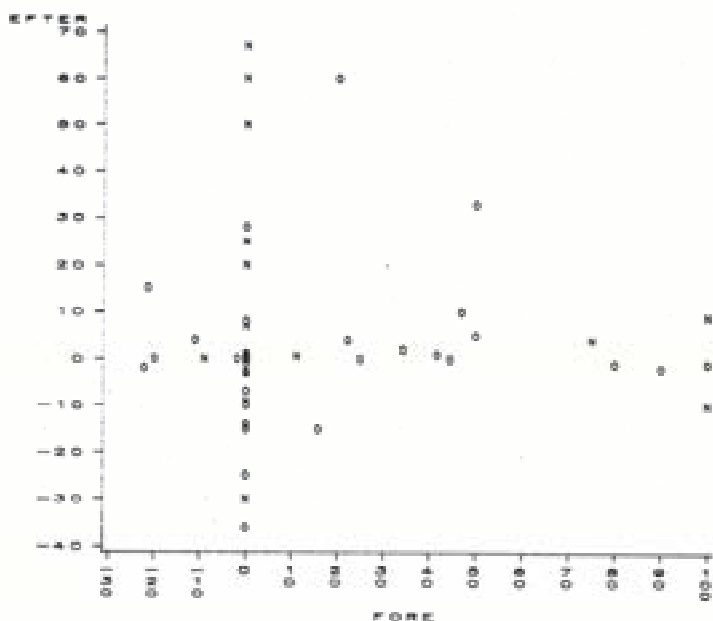
Not: Från Segelod (1986, s. 137). Avvikelse mellan första investeringskalkyl och godkänd investeringskalkyl ställd i förhållande till avvikelse mellan den senare och efterkalkyl, för de projekt för vilka uppgift om förkalkyl förelåg.

Ett råd i sådana sammanhang, som bl.a. ges av Davis (1985), är att, istället för att skära och göra förändringar i projektet för att hålla nere kostnadsescalationen, gå tillbaka, specificera den nya designen och göra en ny detaljerad kostnadsskattning och marknadsanalys baserad på denna nya design. Man bör då inte försumma att belysa de områden man ännu inte har ett bra grepp om, de vita fläckarna, och man bör kunna överge projektet om den nya kostnadsskattningen och marknadsanalysen visar att projektet troligtvis inte kommer att bli lönsamt.

Kommunala och statliga projekt uppvisar ett annat mönster eftersom de ofta först tas in i en långtidsplan där de kan få ligga och vänta länge på sitt genomförande om andra projekt prioriteras högre. Det innebär att vissa projekt antingen får stora avvikelser mellan första kalkyl och kalkyl för byggstart eller mellan kalkyl för byggstart och uppföljning av färdigt projekt. Se figur 7 som visar kostnadsavvikelserna för 74 större kommunala ny- och ombyggnadsprojekt genomförda i olika svenska kommuner i början av

1980-talet. På den tiden hamnade nya investeringsprojekt först i något som kallades kommunal ekonomisk långsiktplan. Det fanns inte längre något krav på detta men eftersom SCB begärde in uppgifter om kommunernas långsiktiga investeringsplaner så levde långsiktplaneringen kvar. På den horisontella axeln visas avvikelsen mellan den kostnadsskattning som låg till grund för att ta in projektet i långsiktplanen och den kalkyl som låg till grund för beslut om att genomföra samma projekt. Den vertikala axeln visar hur stora avvikelserna blev mellan beslut att genomföra projektet och slutredovisning. Som vi kan se uppstår avvikelserna antingen under tiden som projektet ligger i långsiktplanen eller under genomförandet. I det första fallet spelar inflation in eftersom vissa projekt kom att ligga och "skvalpa" länge i dessa långsiktplaner; i det senare fallet spelar tillkommande kostnader och designförändringar in. Det kan röra sig om att man har börjat bygga en ny skola för att efter byggstart komma fram till att man bör bygga till ytterligare ett par klassrum. Byggbolagen vet att ta betalt för sådana förändringar. Man bör här observera att det inte behöver kosta särskilt mycket att göra förändringar i ett projekts design så länge som projektet ännu endast är en skrivbordsprodukt. Ju mer resurser som läggs ned, desto dyrare blir det sedan att göra förändringar.

Mönstret från de kommunala projekten går igen i väg- och banverkets investeringar. Se figur 8 som visar avvikelserna före respektive efter för åtta svenska vägprojekt och sju järnvägsprojekt. Det projekt som har drabbats av ett 112%-igt kostnadsöverdrag mellan budget och slutkostnad är ett vägprojekt som efter byggstart omvandlats från motortrafikled till motorväg. Budget står här för den kalkyl som upprättas inför byggstart innan upphandling har skett. Större avvikelser mellan budget och utfall kan vanligtvis härledas till designförändringar av detta slag. Det nämnda vägprojektet är dock ett undantag. De största avvikelserna uppträder under tiden som projekten ligger i långtidsplanen till dess en projektbudget upprättas. I detta fall kan större kostnadsavvikelser även orsakas av inflation och höjda standardkrav om projektet ligger länge i långtidsplanen innan det kommer till utförande.

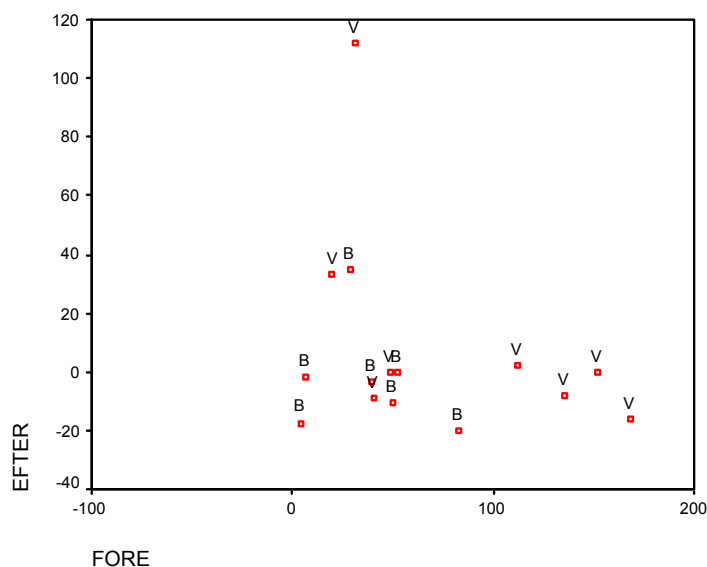


Figur 7. Kostnadsavvikelser före respektive efter investeringsbeslut vid 74 kommunala projekt

Not: Kostnadsavvikelserna i långtidsplanen ställda i förhållande till avvikelser mellan för- och efterkalkyl. N står för nybyggnation och O för ombyggnation. Uppgifterna är insamlade från olika svenska kommuner. Källa Segelod (1986, s. 148).

Stat och kommuner har långsiktiga investeringsplaner. I privata företag är långsiktiga planerna inte mer än treåriga. Marknadsförutsättningarna förändras så snabbt inom den konkurrensutsatta sektorn att man sedan länge inte funnit det meningsfullt att göra upp mer långsiktiga investeringsplaner. När man jämför kostnadsöverdrag i offentlig och privat verksamhet finns det därför skäl att bortse från den kostnadseskalation som vissa offentliga projekt drabbas av till följd av att de ligger länge och "skvalpar" i långtidsplanen. Det kan röra sig om ett decennium. När väntetiden är så lång tenderar inte bara penningvärdesförändringen att göra den ursprungliga skattningen inaktuell, utan även prisförändringar, nya standardkrav, teknisk utveckling, förändrad efterfrågan och finansiellt utrymme att leda till förändringar i det ursprungliga projektförslaget. Om vi mot denna bakgrund studerar figur 8 så ser

vi att ett vägprojekt har vidfaret ett mycket stort kostnadsöverdrag till följd av att man istället för en motortrafikled byggde en motorväg. I övrigt har väg- och järnvägsinvesteringarna i stort hållit sina budgetar. Flera av projekten har till och med blivit billigare än budgeterat. Samtidigt bör då även påpekas att väg- och banverket genom de långa ledtiderna har gott om tid att projektera och ta fram tillförlitliga kalkyler före beslut; ett förhållande som inte alltid föreligger i konkurrensutsatt industri.



*Figur 8.* Kostnadsavvikelse före respektive efter upprättandet av projektbudget vid väg- och järnvägsprojekt  
Not: Uppgifterna hämtade från RRV (1994). B står för Banverkets järnvägsprojekt och V för Vägverkets vägprojekt.

P10 Ju större steg som tas i teknologisk utveckling, desto större tenderar kostnadsöverdraget att bli.

Som vi såg i tabell 3 har FoU-projekt en tendens att överskrida tids- och kostnadsramarna. Detta har inte minst gällt militära utvecklingsprojekt. Man började därför redan på 1950-talet i USA att studera orsakerna till avvikelser i militära utvecklingsprojekt såsom flygplan och missiler. En faktor som ofta starkt har bidragit till att flygplansprojekt blivit dyrare än tänkt har varit att man inte har



tillverkat lika många flygplan som man ursprungligen kalkylerat med. Därigenom måste utvecklingskostnaderna fördelas på ett mindre antal flygplan. Detta är något som inte bara har drabbat Viggensprojektet utan även många amerikanska flygplansprojekt. I Viggensfallet hade man under delar av 1960-talet kalkylerat med drygt 800 flygplan. Det blev bara 329. En annan faktor är naturligtvis inflation, eftersom utvecklingstiderna är långa. Dock, även efter korrigering för dessa två till kostnadseskaleration starkt bidragande faktorer kvarstår faktum att utvecklingsprojekt tenderar att drabbas hårdare av kostnadseskaleration, än anläggningsprojekt. Detta framgår av tabellerna 4 och 5. Observera att uppgifterna i tabell 5 har korrigerats för inflation och förändringar i styckpris.

Ett resultat av dessa studier av militära utvecklingsprojekt var att man kunde fastställa att kostnadsöverdrag korrelerar med behov av teknologisk utveckling (Marshall och Meckling, 1962; Summers, 1967). Ju större steg i teknisk utveckling som behöver tas för att föra projektet i hamn, desto större tenderar kostnadsöverdraget att bli. Denna maxim har senare bekräftats i utvecklingsprojekt inom läkemedelsindustrin (Mansfield *et al.*, 1971, 1972) och svensk verkstadsindustri (Svensson, 1990).

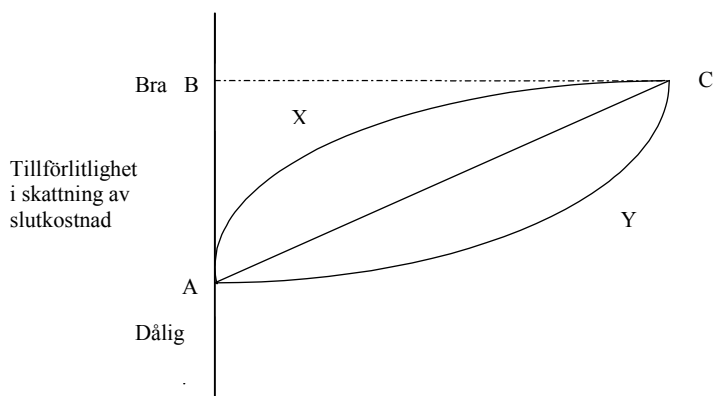
En parallell till detta är satsningar på nya relativt existerande affärsområden. Det finns många studier av diversifiering som visar att ju längre ut från sin existerande affärs- och kompetensområde som ett företag beger sig desto större risk för problem och misslyckanden (Biggadike, 1979a, b; Porter, 1987). Detta är dock på aggregerad nivå. Det går att finna satsningar på nya affärsområden som har blivit lönsamma trots att företaget har varit tvunget att ta ett stort steg ut i det okända och upparbeta mycket ny kunskap. Framgång har sålunda inte enbart med att göra hur orelaterad satsningen är, utan även med företagets förmåga att förvärva och utveckla den nya kompetens som krävs för att göra satsningen framgångsrik (Segelod, 2001).

Orsakerna till kostnadseskaleration i utvecklingsprojekt är delvis de samma som i anläggningsprojekt. När kalkylatorn ska kostnads-skatta utvecklingsprojektet utgår denne ifrån den plan för projektet som föreligger vid skattningsögonblicket. Han skattar kostnaderna för att genomföra planerat program och lägger till en post för oförutsett. När sedan utvecklingsprojektet framskrider kommer det nästan alltid att tillstöta tekniska problem som gör att man inte kan uppnå de tekniska krav som beställaren har, eller så önskar beställaren förändra kraven till följd av ändrade marknadsförutsättningar

eller uppdatera designen till den nya teknik som har utvecklats sedan projektet designades. Sådana förändringar leder oundvikligen till förändringar i den ursprungliga designen. Man blir tvungna att gå tillbaka, ta fram en ny design och plan för utvecklingsprojektet, och göra en ny kostnadsskattning. I forsknings- och utvecklingsprojekt är detta vardag eftersom det ligger i sådana projekts natur att i slutändan komma fram till en specifikation. Detta till skillnad från anläggningsprojekt som utgår ifrån känd teknik och därför kan specificeras innan de genomförs.

Klein (1962) jämför byggandet av en bro med ett militärt utvecklingsprojekt. Om bron är väl designad så är sannolikheten mycket hög för att man inte ska behöva ändra i designen under byggnationen. Detta till skillnad från militära flygplansprojekt som sällan går som planerat. Oberoende av hur mycket uppmärksamhet som man hade gett ursprungsdesignen i de fall han hade studerat så hade det längre fram i processen dykt upp överraskningar. Man hade börjat med en design och kommit ut ur processen med en annan motor, elektronik, flygkropp eller användningsområde för flygplanet. Klein skriver att den väsentliga skillnaden mellan broar och flygplan är att den förra främst är en fråga om att bäst utnyttja existerande information, medan den senare förutsätter en hel del lärande.

Frågan är om dessa förändringar hade kunnat förutses om projektansvariga hade lagt ned större resurser på att specificera och kostnadskatta utvecklingsprojektet före beslut, eller i alla fall i början av projektet. För att studera denna fråga formulerar Klein (1962) vad han benämnde "the rate of learning hypotheses" och som åskådliggörs i figur 9. Denna figur är ett mycket användbart instrument för att analysera kostnadsescalation. Den horisontella axeln visar var projektet befinner sig mellan start och mål, och den vertikala axeln hur väl skattning av slutkostnad stämmer överens med verklig slutkostnad.



Figur 9. Kleins lärhastighetshypotes

Not: Modifierad figur från Klein (1962, s. 486).

Låt oss först anta att vi ska bygga ett standardhus, ett enkelt repetitivt byggprojekt. Ett sådant projekt bör vi kunna kostnadsskatta relativt exakt. Det finns bra förebilder. Vi vet hur mycket material och arbetstid som krävs för att bygga ett sådant hus. Bara vi lägger ned tillräckligt med arbete på att skatta slutkostnaden före byggstart bör vi kunna skatta slutkostnaden med relativt stor säkerhet. I figur 9 innebär detta att vi rör oss längst den horisontella axeln upp till punkt B varifrån vi sedan följer linjen B-C mot projektets färdigställande.

Det sades tidigare i samband med pappersbruks- och Barsebäcksexemplen att projektansvariga vet ganska väl var slutkostnaden kommer att hamna när man har förbrukat en fjärdedel till en tredjedel av investeringsutgiften. Det innebär att sådana anläggningsprojekt följer en bana påminnande om kurva X i figur 9. Det innebär också att det är möjligt att komma till bättre visshet om verklig slutkostnad genom att investera mer i projektering före beslut. Osäkerheten om slutkostnaden kan inte helt reduceras, därför att det kan tillstöta tekniska problem och man kan vilja anpassa projektet till ändrade marknadsmässiga villkor och ny teknik, men det är möjligt att till en viss grad reducera osäkerheten genom att satsa mer på projektering och kostnadsskattningar ex ante.

Klein ställer fråga om det kan vara på det viset att militära utvecklingsprojekt istället följer banan Y. Det skulle innebära att det inte är möjligt att uppnå särskilt bättre säkerhet om slutkostnaden

genom att satsa större resurser på planering ex ante. Avvikelse och kostnadseskaleration skulle vara en inneboende egenskap hos utvecklingsprojekt som inte kan reduceras genom att större resurser satsas på detta före beslut.

Klein ger inte något definitivt svar på denna fråga. Den test som har gör på sina 71 observationer av 22 militära utvecklingsprojekt visade blandade resultat för de enskilda projekten. Även detta innebär dock att nyttan av mer planering ex ante för att uppnå säkerhet om slutkostnaden är begränsad. Det innebär också, såsom Scherer i sina kommentarer till Kleins artikel påpekar ett starkt argument för att bedriva parallell utveckling av konkurrerande alternativ.

Effekterna av att kunskapen om slutkostnaden inte följer bana X kan illustreras av Concordeprojektet. Genomförandetiden för detta projekt steg från 6 till 15 år och kostnadsskattningarna från en första skattning år 1959 på £95 miljoner till en total utvecklingskostnad om £1.140 miljoner (Karbanda och Stallworthy, 1983, s. 78). Concorde är ett exempel på ett projekt som flera gånger har behövt medelstillskott för att kunna slutföras. Vid varje sådant tillfälle gjordes en ny kalkyl över återstående kostnad och slutkostnad. Sådana kalkyler gjordes när cirka 13, 100, 150, 200, 250 respektive 300% av slutkostnaden i kalkyl för beslut hade förbrukats. Se tabell 9.

Det intressanta med tabell 9 är att den visar att beräknad återstående kostnad är ungefär lika stor varje gång en ny skattning av slutkostnaden görs, eller som Karbanda och Stallworthy (1983, s. 78) uttrycker det: "the estimate of cost rose with the event, not before the event", dvs. att projektet inte följt bana X i figur 9. Det verkar som om skattarna vid varje tillfälle har utgått ifrån och endast skattat de moment som man har känt till vid skattningstillfället. På annat sätt är det svårt att förstå hur återstående kostnad kan vara ungefär konstant över tiden samtidigt som slutkostnad stiger vid varje uppdateringstillfälle. Det kan ses som ett tecken på att det har varit en lärprocess och att projektet, precis som Kleins (1962) militära flygplans- och missilprojekt, har följt en rakare bana mellan A och C i figur 9, dvs. Concordeprojektet hade ett starkt inslag av forskning och utveckling.

Tabell 9. Skattning av återstående kostnad i Concordeprojektet

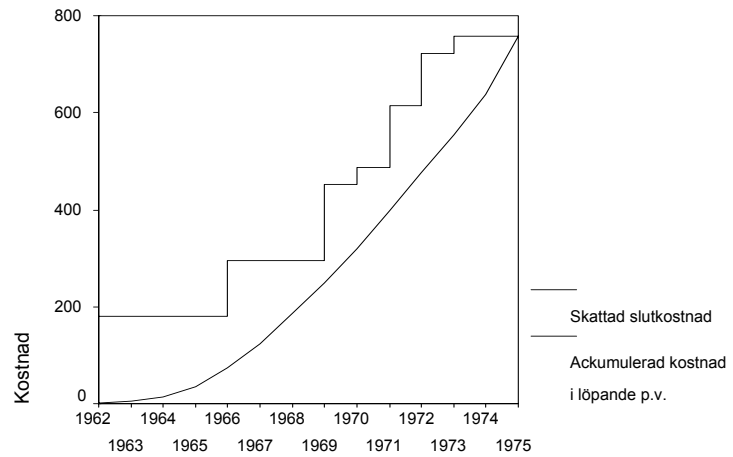
År	Förbrukat	Återstående kostnad	Reviderad slutkostnad
1962	0	100	100
1966	13	150	163
1969	100	150	250
1970	150	120	270
1971	200	140	340
1972	250	150	400
1972	300	120	420

Not: Uppgifterna är hämtade från Karbanda & Stallworthy (1983, s. 79–80) och Owen (2002). Uppgifterna om förbrukat och år 1966 är skattade ur figur.

I figur 10 har vi lagt in skattningarna av Concordeprojektets slutkostnad i en figur som även visar Storbritanniens andel av de totala utgifterna för projektet i löpande penningvärde, dvs. ungefär 50% av totala utgifter. Skattningarna hackar sig upp längst tillväxtkurvan för nedlagda kostnader.

Sannolikt hade man fått en mer tillförlitlig skattning av slutkostnad om man i samband med uppdateringarna hade extrapolerat kurvan för nedlagda kostnader och frågat sig; Var befinner vi oss tids- och resursmässigt i projektet? Denna kurva brukar normalt sett få ett S-format utseende vilket dock inte framgår eftersom ackumulerade kostnader är i löpande penningvärde. För att få något som liknar den välkända S-kurvan måste vi såsom i figur 11 räkna om utbetalningarna i fast penningvärde.

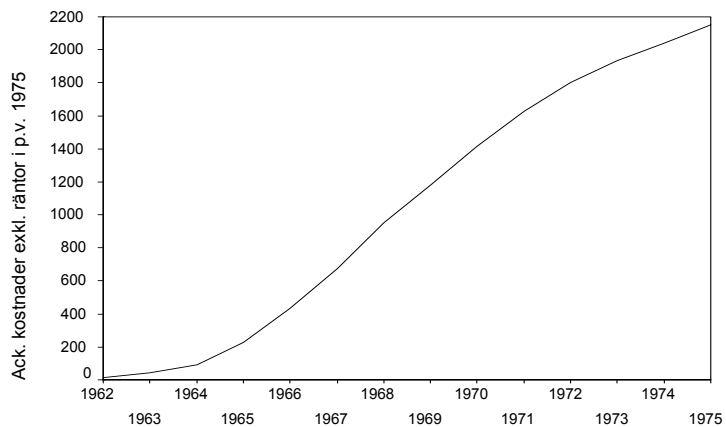
En bättre test av Kleins lärbanehypotes, än vad tabell 9 kan ge, erhålles om vi såsom i figur 12 använder oss av förbrukade resurser som ett mått på hur långt projektet har hunnit. Som framgår av den kurva som skattningarna beskriver är det först när 60% av resurserna har förbrukats som man kan skatta slutkostnaden med mindre fel än 10%. Om det hade varit ett anläggningsprojekt så borde man ha nått den punkten när mindre än 30% hade förbrukats; förmodligen tidigare än så.



ÅR

*Figur 10.* Skattning av slutkostnad och nedlagda resurser för Concordeprojektet

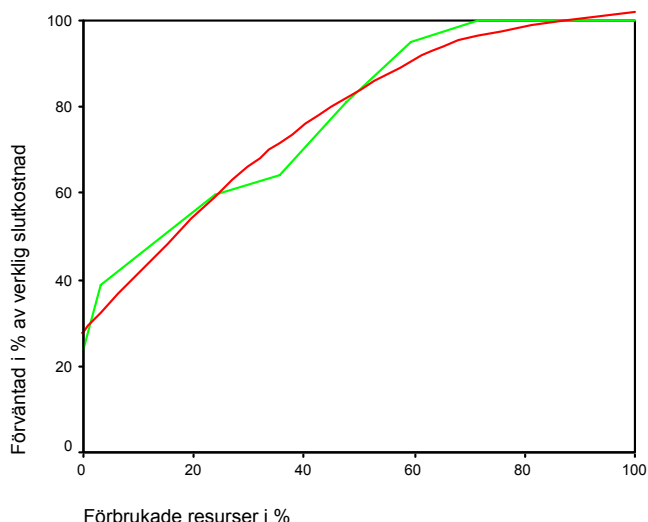
Not: Figuren visar hur skattning av projektets slutkostnad har följt nedlagda kostnader mot färdigt projekt. Kostnader i löpande penningvärde enligt Henderson (1977).



ÅR

*Figur 11.* S-kurva för Concordeprojektet

Not: S-kurva för Concordeprojektet. Storbritanniens utgifter, dvs. ungefär 50% av de totala kostnaderna för projektet, exklusive räntekostnader omräknade till 1975 års penningvärde av Henderson (1977, s. 196).



Figur 12. Lärbanor för Concordeprojektets skattning av slutkostnad  
 Not: Den kurvan som sammanbinder skattningarna är anpassad efter kvadratisk regression.

I just Concordefallet band man upp sig väldigt tidigt för att genomföra projektet. Studier av civila överljudsflygplan började i Europa redan 1956. År 1962 överenskom den brittiska och den franska regeringarna att dela kostnader och ansvar för att bygga ett sådant flygplan och 1965 började design- och utvecklingsarbetet. I efterhand kan man kanske säga att man borde ha tagit investeringsbeslutet i ett senare skede än 1962 när bättre information förelagat om projektets kostnader och marknaden för civila överljudsflygplan. Detta framgår av figur 10 i vilken tidsaxeln används som mått på hur långt projektet har framskridit. Fyra år senare hade man endast förbrukat ungefär 13% av de resurser som skulle komma att investeras i detta projekt, och då börjar man justera upp skattning av slutkostnad.

Det har tidigare sagts att en byggmästare som ska bygga en standardbyggnad borde kunna skatta slutkostnaden relativt exakt. Det går att räkna ut hur mycket material och arbetstid som kommer att krävas. Frågan är om det alltid är lämpligt att så långt möjligt försöka förskjuta banan för lärande i figur 9 mot punkten B. Det är en fråga om hur väl projektet specificeras och hur stora resurser som avdelas för ändamålet. Om större resurser satsas på

projektering före beslut innebär det också att projektansvariga redan före beslut måste binda upp sig till vissa tekniska lösningar. Därigenom förloras en del i flexibilitet, vilket kan leda till högre total slutkostnad. Vissa menar att det kan vara billigare att inte i detalj specificera projektet alltför hårt före beslut med tanke på kostnaderna för att behöva gå tillbaka och specificera om. Beslut kommer därvid att tas i ett tidigt skede.

Några exempel. Marschak (1967) ställde sig frågan hur det kom sig att utvecklingstiderna för nya vapensystem var kortare under andra världskriget än efter. Han kom bl.a. fram till att detta förklarades av att kravspecifikationerna var mindre fasta och uppbindningen till en hårt specificerad produkt i ett tidigt skede. Företags satsningar på nya affärsområden är ett annat exempel. Segelod (1995) noterade i en studie av 13 större satsningar på nya affärsområden att man i de framgångsrika satsningarna hade spenderat både betydligt mer tid och resurser på att lära sig den nya teknologin och marknaden före beslut, än i de misslyckade fallen. Det är en del av kostnaden för att lära sig ett nytt område.

Vi kan här skönja en konflikt mellan ekonomers och teknikers synsätt. Ekonomen i finans- eller controllerfunktionen vill veta exakt vad projektet kommer att kosta. Teknikern anser det inte motiverat att specificera projektet allt för hårt före beslut. Ekonomens krav förutsätter detaljerad planering, men projektansvariga förlitar sig även på sin förmåga att möta nya frågeställningar och lösa problem när de uppstår.

Konflikten illustreras väl av GAO:s (General Accounting Office) granskning av den tidigare nämnda oljeledning från norra till södra Alaska (GAO, 1978), vars kostnad steg från \$863 miljoner 1968 till \$9.300 miljoner inklusive räntekostnader (Morner, 1977). När verket granskade den kalkyl som utgjort underlag för beslut så fann man att följande poster helt enkelt inte fanns med:

- “Greatly underestimated the number of miles elevated pipeline required. It anticipated about 240 miles of elevated pipeline; about 422 miles were constructed in the more expensive above-ground mode.
- Did not anticipate the need to construct a highway bridge across the Yukon River.
- Did not anticipate the need to construct a 361 mile gravel-surface road from the Yukon River to the Prudhoe oil field.



- Assumed a system and design having a much lower level of environment standards than was subsequently required.
- Gave no consideration to the magnitude of the support structure, such as camps and airstrips that would be required.
- Contained no provision for the vapour recovery facilities at the Valdez terminal and at pump station number 1, which were required for maintaining air quality standards.
- Contained no provision for the sophisticated ballast water treatment system required to meet water quality standards.
- Did not anticipate the sophisticated elevated pipeline system needed, in part, to meet seismic and thermal stipulations, but, rather, contemplated an above-ground system consisted of pipeline mounted on wooden piles or raised gravel.” (GAO, 1978, s. 11–12)

Retrospektivt kan det te sig oförklarligt att de som utförde förprojekteringen kunde glömma bort att det i ödemarken behövde byggas en väg längst pipelinen för att få fram byggnadsmaterial, men så visade det sig vara. Denna granskning utmynnade i fem slutsatser att tillämpa på liknande framtida projekt, varav alla utom den första har att göra med specificeringsgrad:

”The following lessons from the oil pipeline apply to similar future projects.

- First and subsequent cost estimates should be viewed with scepticism.
- As much site-specific data as is economically practicable should be obtained.
- Technical and geological uncertainties should be thoroughly investigated.
- Government approval should be contingent on detailed planning for management control, including budgetary controls.
- The Alaska natural gas pipeline project’s expenditures should have an ongoing government audit to protect the public interest.” (GAO, 1978, s. i)

The Alyeska pipeline service company besvarar i samma skrift denna kritik med att det i just detta unika projekt inte hade varit “economically practical” att företa noggrannare projektering före

beslut. Företagets styrelseordförande framhöll att det inte heller är realistiskt eller ekonomiskt motiverat att redan vid projektstart ha detaljutformat ett ekonomiskt styrsystem. Organisationen bör få utvecklas under hand, och vidare framhöll han att kravet på exakt beslutsinformation måste vägas mot vad som är "economically practical".

Hur mycket resurser man bör lägga ned ex ante på att få en bättre prognos över slutkostnaden bör variera beroende på kostnaden för att införskaffa sådan information i förhållande till förväntad risk och lönsamhet. Rent teoretiskt kan vi tänka oss fyra fall för vilka det inte är motiverat att ex ante exakt ta reda på var slutkostnaden kommer att stanna. Det gäller då

- projektets förväntade avkastning är så hög och eventuellt även beroende av ett tidigt idrifttagande, att det inte krävs bättre information för att kunna konstatera att projektet har ett positivt nuvärde;
- kostnaden för att erhålla exakt information före genomförandet är alltför hög i relation till projektets förväntade risk och avkastning, såsom ofta är fallet vid renoveringsprojekt;
- projektledningen i så fall tvingas välja dyrare lösningar för att kunna specificera projektets utformning i detalj;
- projektet i sig självt syftar till att specificera någonting, såsom delvis är fallet med forsknings- och utvecklingsprojekt.

För det första hade vi projekt där lönsamheten bedöms som så hög relativt risknivån att bättre information inte erfordras. Den tidigare omnämnda oljeledningen i Alaska var, som vi såg i kapitel 1, ett bra exempel på detta.

För det andra kan kostnaden för att ex ante ta fram en bra skattning bedömas som alltför hög i förhållande till lönsamhet och risktagande. Ett bra exempel på detta är renoveringsprojekt, speciellt de som är att betrakta som måsteinvesteringar. Kostnaden för att i förväg ta fram mer exakt information om vad som behöver göras är högre än nyttan av sådan kunskap, speciellt som renoveringen ändå måste genomföras.

För det tredje har vi fall där erfarenheten och informationen för att skatta investeringsutgiften finns men där ansvariga inte haft förmåga att tillförsäkra projektet denna erfarenhet. Hit hör många

sällan genomförda projekt och satsningar på nya affärsområden. Det är när man rör sig utanför sitt eget kompetensområde och inte inser eller förmår att tillföra projektet den erfarenhet och information som finns från liknande projekt i andra organisationer. När t ex en kommun bygger en simhall så är detta ett unikt projekt för kommunen ifråga, men inte för kommuner som grupp. Erfarenheten finns men den sprids dåligt i branschen.

Och slutligen, för det fjärde, har vi fall där betydande osäkerhet inte kan reduceras före beslut. FoU-projekt och det tidigare nämnda Concordeprojektet är goda exempel på detta. Det är projekt där man inte kan reducera all osäkerhet om slutkostnaden före beslut.

Att det inte är möjligt eller motiverat att i dess fyra fall före beslut ta reda på var slutkostnaden kommer att stanna innebär naturligtvis inte att man inte kan göra så. T ex kan man genom avtal med en byggherre överföra risken för kostnadsöverdrag på denne. Detta kan vara motiverat om riskerna skulle vara så stora att ett misslyckande skulle kunna få allvarliga konsekvenser för organisationen.

P7 Kostnadsöverdragen är inte alltid mindre för nyare projekt, än för äldre.

Man skulle kunna tänka sig att höjd utbildningsnivå, forskning, ökad tillgång till information och erfarenheter från tidigare investeringar skulle medföra att kostnadsavvikelserna i genomsnitt är mindre idag, än vad de var för några decennier sedan. Om det är så är tveksamt. De empiriska studierna av detta är motsägelsefulla.

Flyvbjerg *et al.* (2002) fann inte att investeringskalkylerna för transportprojekt blivit bättre eller sämre sedan 1920-talet. Planerna är lika dåliga på att förutse kostnadsöverskridande nu som då. Motsatta resultat rapporteras från studier av försvarsprojekt i USA. Summers (1967) kunde observera att kostnadsskattningarna gradvis hade blivit tillförlitligare under efterkrigstiden. Senare uppföljningar visar att detta är en trend som har fortsatt fram på 1980-talet även om problemet med tids- och kostnadseskalation kvarstår (GAO, 1988). Detta trots att man har infört striktare metoder för styrning av projekten. Att kostnadsskattningarna inte alltid har blivit bättre bekräftas av Mansfield *et al.* (1971) som fann att en av deras organisationer blivit bättre på att skatta kostnader, men inte den andra. I vad mån nyare kostnadsskattningar är bättre än gamla

varierar med organisation, och detta för oss över till nästa påstående.

P8 Kostnadsöverdragen är mindre i vissa organisationer, än i andra.

Hufschmidt och Gerin (1970) studerade kostnadsutvecklingen för 346 vattenreglerings- och vattenkraftprojekt kostnadsskattade under 1930-talet och senare i tre organisationer. De fann att Corps of Engineers och Bureau of Reclamation hade förbättrat sina kostnadsskattningar betydligt sedan 1930-talet till den grad att man i de senare uppföljningarna i genomsnitt inte hade några kostnadsöverdrag, utan istället underskridanden om 10–25%. Det tredje bolaget, Tennessee Valley Authority hade under hela tidsperioden varit bättre på att skatta kostnader, än de övriga två. Man visade mindre kostnadsöverdrag för projekt startade före kriget och mindre kostnadsunderskridanden för projekt startade efter kriget. Corps och Bureau of Reclamation hade gått från stora underskattningar till ovanligt stora överskattningar av den verkliga investeringsutgiften, samtidigt som TVA under hela tidsperioden visat sig vara bättre än de övriga två på att skatta sina investeringsutgifter. Härav drog de slutsatsen att kostnadsskattningars riktighet i högre grad bestäms av organisatoriska, än rent tekniska faktorer.

Det kan vara intressant att notera att Kharbanda och Stallworthy (1983) mer än tio år senare fann att TVA, även om kostnadsöverdragen var stora, också hade bemästrat kostnadsstegringarna för kärnkraftverk i USA under 1970-talet bättre än andra amerikanska byggare av kärnkraftverk.

Vid närmare studier visade det sig att kalkylerna i Bureau of Reclamation och Corps gjordes decentraliserat och att man äskade medel via ett investeringsbudgeteringssystem. Så inte i TVA där alla planering, design, konstruktion och skattningar gjordes av en stab vid huvudkontoret med mycket låg personalomsättning och hög yrkesstolthet. Detta gjorde att man kunde ackumulera erfarenheter och omsätta dessa i tillförlitligare skattningar. Det betydligt större och geografiskt mer utspridda Corps of Engineers, å andra sidan, var uppdelat i 11 divisioner och 37 distrikt som själva gjorde skattningar och äskade medel. Med avseende på storlek och geografisk spridning skulle TVA kunna jämföras med en division i Corps, och man kan då notera att förmågan att skatta kostnader varierade mellan Corps divisioner.

Här ser vi nackdelen med att decentralisera kostnadsskattningar. Decentralisering har många fördelar men det är helt klart att en person som mer sällan ägnar sig åt kostnadsskattningar når sämre resultat än som gör detta på heltid. Detta är också ett skäl till att företag när man står inför beslut om stora investeringar låter konsultföretag skatta investeringsutgiften; konsultföretag som löpande gör denna typ av utvärderingar världen över och därför har tillgång till aktuella kostnadsdata.

Likartade skillnader mellan olika organisationer har observerat för forsknings- och utvecklingsprojekt. Svensson (1990) fann i sin studie av produktutvecklingsprojekt i två svenska verkstadsföretag att den ena organisationen var bättre på att skatta kostnader och tider, än den andra. Vidare fann Mansfield *et al.* (1971), som tidigare nämnts, att den ena av hans två organisationer hade blivit bättre på att skatta kostnader under den period som studerades, men inte den andra. Av någon anledning hade man i den senare organisationen inte omsatt sina erfarenheter i lärande. Att organisationsspecifika faktorer är viktiga framgår även vid en jämförelse mellan Segelods (1986) 35 stora industriprojekt som endast erfor 10% kostnadseskallation och de många projekt i offentlig regi som uppvisar tresiffriga överskridanden.

Den enskilda organisationen verkar vara en viktigare bestämningsfaktor än den höjda kunskapsnivån och ökande kunskapsackumuleringen i samhället i stort. En förklaring till detta kan vara att erfarenheter från tidigare projekt sprids långsamt mellan företag. Ett exempel på detta kommer från byggandet av Nordsjöns oljeplattformar. De första oljeplattformarna byggdes i mitten av 1960-talet. Ganska snart gick ett stort antal företag i olika länder in och startade plattformstillverkning. Alla verkar de ha gjort samma erfarenhet, nämligen att den första plattformen blev dyrare än vad man kalkylerat med. HMSO (1977) konkluderade att de snabba kostnadsökningarna delvis hängde samman med att utvecklingsarbetet bedrevs parallellt inom flera konkurrerande företag utan ömsesidigt kunskapsutbyte varför erfarenheter från tidigare plattformbyggen inte kom till nytta. Erfarenheterna spreds sedan endast långsamt mellan tillverkarna. Först tio år efter att de första plattformarna tillverkats kunde utredningen finna att industrin höll på att lära sig av sina misstag, och drog därav slutsatsen att mindre kostnadsöverdrag var att vänta i framtiden. Som vi såg i tabell 4 har både projekten inom den brittiska och norska zonen i genomsnitt erfärit lika stora överdrag, eller 178% respektive 179%. Av detta

beräknades endast drygt 30% kunna härröras till oförutsedd inflation.

Det är känt att erfarenheter från genomförda projekt ofta tas dåligt tillvara, och också att organisationers samlade erfarenhet dåligt utnyttjas i nya projekt (Björkegren, 1999). Det är till och med inte helt ovanligt att konsulter på en arbetsplats inte känner till att en annan person på samma arbetsplats tidigare har genomfört ett liknande projekt (Sverlinger, 2000). Trots Intranät, interna konferenser och möte, och andra åtgärder för att skapa interna nätverk, sprids och tas upparbetad kunskap dåligt tillvara i många organisationer.

P9 Kostnadsöverdragen är mindre i vissa regioner och länder, än i andra.

Många studier visar att stora kostnadsöverdrag är vanligare i vissa länder än i andra. Speciellt verkar projekt i utvecklingsländer oftare drabbas av avvikelser, än projekt i industriländer. I t ex Flyvbjerg *et al.:*s (2002) material var kostnadsöverdraget för stora järnvägsprojekt 25,1% för 23 europeiska projekt, 40,8% för 19 amerikanska projekt och 64,6% för 16 projekt utanför dessa två geografiska områden. Dessa skillnader var statistiskt signifikanta.

Ett undantag från regeln utgör kärnkraftsprojekt som under 1970-talet i USA har drabbats av mycket stor tids- och kostnads- eskalation till följd av skärpta byggnads- och säkerhetskrav. Tidsförskjutningar på flera år och kostnadsöverdrag på flera hundra procent var som framgick av tabell 7 vanligt under 1970-talet. Kharbanda och Stallworthy (1983) framhåller Syd-Korea som ett land där man har lyckats mycket bra med att hålla både tidsplaner och kostnadsramar, och Morris (1994) framhåller av samma skäl Frankrike. Även i Sverige har kostnadsöverdragen varit jämförelsevis små som framgick av kostnadsuppgifterna för Barsebäcksverket i tabell 3.

## 7. Förklaringar som fokuserar på individen

Vi har identifierat tre olika skäl till att det uppstår avvikelser mellan för- och efterkalkyl: teknologin, individen och organiseringen. Teknologins betydelse blir tydlig vid en jämförelse mellan anläggnings- och utvecklingsprojekt. Ju större inslag projektet har av forskning och utveckling desto större tenderar kostnadseskalatio-

nen att bli. Lärbanan är flackare i utvecklingsprojekt och därför kan inte osäkerheten kring projektets slutkostnad helt reduceras genom att satsa mer resurser ex ante på att prognostisera slutkostnad.

Vi har också sett att avvikelserna är mindre i vissa organisationer, och att andra organisationer har förbättrat sin förmåga att skatta slutkostnad. Speciellt uppvisar stora anläggningsprojekt i privata företag i genomsnitt små avvikelser, och vi skall i avsnitt 9 fråga oss varför det är så och vad vi kan lära oss av detta. Ett argument för individens, skattarens, betydelse för förekomsten av avvikelser är det faktum att kostnadsöverdragen för stora offentliga projekt är ungefär lika stora idag som för 50 eller 100 år sedan. Avvikelseerna har inte blivit mindre trots datorstöd och större tillgång till historiska data för att göra bättre prognoser. Detta under en tid då beslut om stora infrastruktursatsningar har gått ifrån att huvudsakligen utredas och beslutas i slutna rum mot remissbehandling, offentlig belysning, intressegrupper och politisering. Detta pekar mot att tendensen till kostnadsöverdrag och kostnadsfördelningars positiva skevhet snarare skulle kunna förklaras av skattarens inboende biases, än projektens organisering. Vi ska därför börja med att granska skattaren som förklaring till avvikelser för att i nästa kapitel göra detsamma med avseende på projektets organisering.

När kalkylatorn skattar investeringskostnaden utgår denne ifrån de ritningar som finns och lägger till en viss marginal för oförutsett. Denna marginal kan variera mellan 5–15%. I både fallet med den alaskianska oljeledningen och kanaltunneln mellan Dover och Calais så var den 10%. Det första exemplet drabbades av en kostnadsescalation på ungefär 1.000%; det senare 80%. Tio procent är ett påslag av samma storlek som man kan finna i vanliga byggnadsprojekt, projekt som måste betecknas som betydligt mindre riskfyllda än dessa två mycket stora projekt.

Posten för oförutsett återspeglar inte projektets risk. Om så vore fallet skulle riskfyllda projekt ha betydligt större poster för oförutsett. Av erfarenheterna från utvecklingsprojekt att döma vore det i vissa fall mer realistiskt att istället för att äska medel för 100 miljoner plus ett påslag för osäkert om 10 miljoner äska 200 miljoner, men det går naturligtvis inte igenom. Ingen styrelse skulle säga ja till en projektbudget på 200 miljon där 100 miljoner är ospecificerat, att användas om behov uppstår. Styrelsen behöver en dokumentation på vad medlen ska användas till för att kunna ta beslut. Det får bli 110 miljoner om ledning och styrelsen inte prutar i denna budget och så får projektansvariga äska ytterligare

medel om kostnaderna växer med mer än såg 10%. Det är svårt att kommunicera risk.

Att skattare av investeringsutgift enbart tar med det i kalkylen som de känner sig rimligt säkra på kommer att förverkligas gäller inte bara skattning av investeringsutgift utan även investeringskalkylen för stora investeringar. Stora basinvesteringar kan ses som en plattform för framtida optioner av vilka inte alla är kända vid beslutstillfället. Pappersmaskiner utgör ett bra exempel på detta. En sådan maskin, på sin tid den största av sitt slag i världen, konstruerade för en kapacitet om 160.000 ton per år. Samtidigt förbereddes maskinen för en utbyggnad till 220.000 ton den dagen marknaden för ytterligare 60.000 ton förelåg. När styrelsen tog beslut om att genomföra denna investering trodde de tekniskt ansvariga att det med den teknik som var känd vid beslutstidpunkten skulle vara möjligt att i en framtid trimma upp denna maskin i 275.000 ton per år. Där låg den tekniska gränsen för denna maskin när investeringsbeslutet togs. Tjugo år senare producerade maskinen 375.000 ton per år tack vare nya tekniska innovationer som man inte hade förutsett vid investeringstillfället.

När projekterarna tar fram en investeringskalkyl för en maskin av nämnda typ så försöker man räkna hem maskinen vid en årlig produktion av 160.000 ton. Man gör en diskontering av förväntade betalningar under de närmaste 10–30 åren och en återbetalningstidsberäkning. Att produktionskapaciteten successivt kan ökas genom eventuella tilläggsinvesteringar som driver upp hastigheten på pappersmaskinen är något som man är medveten om. Det kan vara beskrivet i beslutsunderlaget men kvantifieras inte. För att en sådan investering ska kunna genomföras måste marknaden finnas och tekniken fungera. Två andra skäl för att inte ta i drift en maskin på 220.000 ton omedelbart är att kapitalkostnaden därmed skulle bli högre, och att det skulle innebära större teknisk risk. Det är viktigare att säkerställa att maskinen så snabbt som möjligt fungerar i en driftssituation, än att ta risken av att maskinen inte fungerar.

Kalkylatorn tar med andra ord enbart med det i kalkylen som denne vet kommer att förverkligas och sätter inte sitt namn under spekulationer om osäkra framtida tilläggsinvesteringar. Detta är inte bara specifikt för skogsindustriinvesteringar utan en allmän princip. Kalkylen upptar enbart de poster som ingår i designen. Kalkylatorn spekulerar inte om vilka kostnader eventuella framtida förändringar i designen eller tillkommande poster kan medföra.



Kostnaderna för de posterna ska täckas av det ungefärligen 10%-iga påslaget som kalkylatorn schablonmässigt adderar till investeringsutgiften.

En fråga som har diskuterats i litteraturen av t ex Pruitt och Gitman (1987) och Flyvbjerg *et al.* (2002) är huruvida underskattning av den verkliga investeringsutgiften är medveten eller omedveten. Om t ex underskattningen är en konsekvens av att projekt vars investeringsutgift underskattas har större chans att få klartecken att genomföras så är skattningen omedveten; om skattaren inser att skattningen är för låg men ändå hävdar att den lägre investeringsutgiften är riktig för att få igenom en investering som denne anser bör genomföras så är underskattningen medveten.

Båda alternativen finns dokumenterade i litteraturen. Ett exempel på det senare kan vara en fabrik som byggdes under 1970-talet av en stor svensk koncern. Bolagschefen hade koncernchefen på besök och presenterade de ännu mycket lösa planerna på en ny fabrik.

I taxifylg med NN såg vi ut och undrade över vad en fabrik skulle kosta. Tre hundra miljoner, sa jag. Det blev styrande för den första utredningen. (Segelod, 1986, s. 84)

Det hade ännu inte gjorts några kostnadsskattningar. Bolagschefen gjorde en snabbkalkyl i huvudet och kastade ur sig siffran 300 miljoner. Det var det som han vid det tillfället i flygplanet bedömde som möjligt att få investera. Om han hade sagt 500 miljoner, som han då trodde var mer realistiskt, så hade det varit stopp för fabriksplanerna, men genom att säga 300 miljoner så fick han godkännande för att starta en undersökning och ta fram en första kalkyl som då måste sluta på just 300 miljoner. När sedan koncernledningen fått tid att sätta sig in i projektet och vänja sig vid beloppet så växte fabriksprojektet till den större fabriksanläggning som dotterbolagschefen ursprungligen hade velat bygga. Ett antal år senare, och efter ett antal investeringskalkyler och äskanden, när koncernstyrelsen gav sitt godkännande till investeringen hade investeringsbeloppet för denna som det senare skulle visa sig framgångsrika investering stigit till 900 miljoner. Att företagsledningarna är medvetna om att äskare är överoptimistiska framgår av Pruitt och Gitmans enkät där 59,2% säger att de är medvetna om problemet och korrigerar sina skattningar för att denna överoptimism.

Det bör tillfogas att det viktigaste beslutskriteriet för den här typen av stora investeringar inte är vad investeringsäskandet säger om investeringsutgiften och nuvärdet. Det räcker inte med att en investering förväntas bli lönsam. Den måste också kunna finansieras och den ska passa in i företagets strategi. Om man enbart gick på förväntat nuvärde skulle företaget kunna splittra bort sina resurser på disparata småinvesteringar och sluta som ett konglomerat. Investeringskalkyler för det slag av stora basinvesteringar som den tidigare nämnda pappersmaskinen exemplifierar fokuserar ofta på finansiella strömmar. Man frågar sig om företaget kan klara den finansiella belastning som investeringens genomförande kommer att orsaka. Kalkylen måste även visa att investeringen är lönsam, men tron på att den är lönsam har man oftast fått på annat sätt genom strategiska analyser och överväganden, samt förtroendet för de som äskar medel.

Investeringsutgiften eller internräntan spelar inte så stor roll i styrelsen men väl förtroendet för de som jobbar med det och vad de sagt. Vad har de kunnat göra tidigare? Är de överentusiastiska? (Segelod, 1986, s. 32)

Rent generellt kan man säga att ju svårare medelstildelaren har att bedöma riktigheten i de antaganden som görs i äskandet, desto viktigare blir förtroendet för den som äskar medel enligt beslutregeln: Om du inte kan bedöma äskandet, bedöm då istället äskaren och dennes "track record".

Det finns en rad förklaringar i litteraturen till både varför projekt så ofta erfar kostnadsescalation, och varför vi fortsätter att pumpa in pengar i projekt som bara blir dyrare och dyrare när vi egentligen borde lägga ned dessa projekt. Vi ska inte här försöka gå igenom alla försök som har gjorts att tillämpa psykologiska och sociologiska teorier på detta område, utan nöja oss med att skissera ett sätt förklara kostnadsescalation som tar sin utgångspunkt i Simons (1957, 1959) idéer om att beslut tas under begränsad rationalitet.

Skattandet av investeringsutgift och investeringskalkylen förutsätter fullständig rationalitet i ekonomisk mening. Den rationella beslutsmodellen förutsätter att målen med investeringen är klara för kalkylatorn, och att kalkylatorn har fullständig information om alla tillkommande kostnader och optioner. Vid val av investeringar känner denne till alla investeringsalternativ, förmår att prognostisera dessa alternativs cashflow, särskilja de effekter investeringen har på andra verksamheters cashflow, känner till alternativkostna-

den för det kapital som ska användas och väljer det alternativ som förväntas ge högst nuvärde.

Det är stora krav som ställs på planerare och kalkylatorer och Simon (1957, 1959) föreslog ett alternativ till den rationella modellen som han benämnde beslut under begränsad rationalitet. Genom att jämföra hur beslut i verkliga livet gick till med denna rationella modell kunde han konstatera att den rationella modellen begränsas av:

- att beslutsfattare har imperfekt och ofullständig information,
- problemets komplexitet,
- människans förmåga att processa information,
- den tid som beslutsfattaren har till sitt förfogande för att nå fram till ett beslut,
- de motstridiga preferenser som beslutsfattare har för organisationens mål.

Många beslutsfattare försöker säkerligen leva upp till den rationella beslutsmodellen men genom att de begränsas av nämnda begränsningar är de förhindrade att göra ett fullständigt rationella val. Att planerare och kalkylatorer har ofullständig information om alla framtida handlingsalternativ och kostnader bör väl ha framgått av de exempel som här har givits på kostnadsöverdrag och investeringskalkylering. Tidsbrist har säkerligen pressat fram många felaktiga beslut men borde med tanke på de långa planeringstiderna inte utgöra något problem vad gäller omhändertagandet av kärnkraftens restprodukter. Motstridiga mål och framför allt preferenser för dessa mål är dock ett problem inte bara i företag utan än mer i samhällsprojekt där politiska grupperingar förordar skilda lösningar. Ofta råder det större enighet om målen än om vilken väg som bäst leder fram till målen. Betydelsen av projektets komplexitet och människans förmåga att processa information framgår av det faktum att avvikelserna tenderar att bli större ju större inslag ett anläggningsprojekt har av ren forskning. Man kan också hänvisa till Miller (1956) som i en artikel om människans begränsade förmåga att hantera information formulerade slutsatsen att en människa inte förmår att effektivt beakta mer än sju, plus minus två, beslutsattribut samtidigt. Beslutsfattare måste avgränsa problemet, och därigenom kanske bortse ifrån viktiga aspekter för att

kunna överblicka, och hantera beslutssituationen så att de kan komma fram till ett beslut.

Simons idéer om beslutfattande vidareutvecklades av Cyert och March (1963). Enligt dem begränsas beslutsfattare i sin rationalitet både av kognitiva, politiska och organisatoriska begränsningar. Politiska och organisatoriska mål är inte satta, utan förhandlingsbara och under ständig omförhandling. Organisatoriska förväntningar är resultatet av tillgänglig information, och organisatoriska val utgör reaktioner på problem, följer rutiner för beslut, och alternativ som är acceptabla utifrån de mål man har. Kognitivt begränsas vi både av vår kognitiva förmåga och förmågan att samtidigt uppmärksamma flera aspekter. De kognitiva begränsningarna innebär att planerare och kalkylerare inte kan göra allt samtidigt. De måste avgränsa sin uppmärksamhet till en begränsad delmängd av de frågeställningar som de ställs inför. Vilka frågeställningar de avgränsar sin uppmärksamhet till, och vilka de bortser ifrån, bestäms av vilka krav som ställs på dem. Med utgångspunkt från dessa antaganden formulerar författarna fyra begrepp:

- "quasi resolution of conflict",
- "uncertainty avoidance",
- "problemistic search",
- "organizational learning".

Sökprocessen är i Cyert och March modell styrd av motivation, enkelhet, och avspeglar personernas utbildning, erfarenheter och mål. Lärande innebär en anpassning av mål, uppmärksamhetsrutiner, och sökregler. Att inte lösa konflikter fullständigt handlar om det ständiga lösandet av mållkonflikter i politiserade organisationer. Detta löses bl.a. genom att söka efter acceptabla lösningar, istället för att i varje situation söka optimala lösningar, samt att man tar sig an olika mål sekventiellt och inte samtidigt.

sequential attention to goals. ... Organizations resolve conflict among goals, in part, by attending to different goals at different times. (Cyert och March, 1963, s. 118)

Det senare är också ett sätt att hantera osäkerhet och få till ett lärande. Som vi tidigare anmärkte kan en beslutsfattare inte arbeta med alltför många problem samtidigt. Man måste avgränsa sig och lösa ett problem efter det andra vilket också är typiskt för läroprocesser. Man kan inte göra allt på en gång utan måste ta det steg

för steg. Det lönar sig inte att försöka vrida på alla rattar samtidigt om en maskin inte fungerar som den ska. Betydligt bättre att gå systematiskt tillväga och studera effekten av att man vrider på en ratt åt gången. Antalet osäkerheter måste hållas på acceptabel nivå. Organisationer undviker osäkerhet dels genom att fokusera på närliggande problem istället för långsiktiga osäkra händelser, dels genom att:

In short, they achieve a reasonably manageable decision situation by avoiding planning where plans depend on predictions of uncertain future events and by emphasizing planning where the plans can be made self-confirming through some control device. (Cyert och March, 1963, s. 119)

Vi har sett ampla exempel på olika former av osäkerhetsundvikande. Kalkylatorn undviker att ta med de poster i kalkylen som denne inte känner sig säker på kommer att förverkligas. Projektansvariga fokuserar på att anläggningen ska fungera i en driftssituation och skjuter mycket av intrimningsarbetet på framtiden. Kunskapsintensiva tjänsteföretag kan investera lika mycket i utbildning och kundrelationer, som kapitalintensiva basindustriföretag, men det görs inga investeringskalkyler och det finns inte någon investeringsbudgeteringsprocess. Det är för svårt att kvantifiera och definiera immateriella investeringar.

Därmed kommer vi även över på användbarheten av subjektiva sannolikheter vid investeringsplanering. Det riskbegrepp som används i detta sammanhang härrör från Knight (1921) och refererar till situationer för vilka utfallet är okänt men sannolikheten för möjliga utfall är känt eller kan skattas med hjälp av sannolikhetens lagar, så att en sannolikhetsfördelning avseende framtida händelser kan konstrueras. Detta till skillnad från osäkerhet där utfallet inte kan skattas i termer om sannolikhetsfördelningar. Med dessa definitioner ser vi att risk är ett användbart begrepp vid beslut som är repetitiva och har likheter med tidigare beslut, ty när vi bestämmer risken är vi tvingade att utgå ifrån tidigare information och erfarenhet. Om så inte är möjligt har vi inte så mycket nytta av de sannolikhetsfördelningar som en riskbedömning ger. Låt oss ta tre exempel.

Om vi går ut och frågar kunder vad de anser om en ny variant av en existerande produkt kan en sådan marknadsundersökning ge oss relativt tillförlitlig hjälp att bedöma produktens marknad, men om det rör sig om en helt ny produkt som kunderna inte kan relatera

till existerande produkter ger en sådan undersökning oss inte mycket hjälp. Vi måste då själva ta ställning till om vi tror på produkten.

När konkurrerande företag gör investeringskalkyler för likartade investeringsprojekt kommer de ofta fram till likartade resultat beroende på att alla i branschen har tillgång till i stort sett samma information. Att investera på grundval av en sådan kalkyl ger inte någon konkurrensfördel men väl en risk för överkapacitet eftersom alla tenderar att komma fram till samma bedömning. Konkurrenskraften kommer ur de förmågor som är unika för företaget och som svårigen kan kopieras av dess konkurrenter. Eftersom konkurrenterna saknar information och förståelse för dessa förmågor är detta inget som kommer in i riskbedömningen. För konkurrenterna är det en osäkerhetsfaktor.

Och även om man har information gäller det att även kunna kommunicera och övertyga andra om att den bedömning som man har gjort är riktig. För 30 år sedan tre- till fyrdubblade OPEC oljepriset. Det har påståtts att planerare på Shell hade information om att OPEC skulle komma att genomföra en sådan kraftig prishöjning och att man sände information om detta uppåt i organisationen, men där ansågs informationen som alltför fantastiskt för att ledningen skulle kunna lägga den som grund för sitt agerande. Likaså, om man ett år innan den första kraftiga oljeprishöjningen hade låtit en panel av experter uttala sannolikheten för olika oljepris så hade man knappast kunnat förutse dessa kraftiga prishöjningar.

Som framgick av tabellerna 4 och 5 är underskattningar betydligt vanligare, än överskattningar. Det finns mycket forskning som visar att människor i olika situationer underskattar den tid och den kostnad som det de företar sig kommer att kräva. Man talar om en "optimistic bias" eller överoptimism. Överoptimism definieras här såsom en överskattning av sannolikheten för att en viss händelse ska inträffa, och ofta vill man i definitionen även inkludera en långsamhet från beslutsfattarens sida att ta till sig ny information och modifiera sin ursprungliga bedömning. Vid t ex förhandlingar blir det första budet viktigast eftersom kommande bud relateras till utgångsbudet. Sådan överoptimism har bekräftats från en rad områden (Fischhoff *et al.*, 1980; Hogarth, 1981; Hogarth och Makridakis, 1981). Rent allmän så har man funnit att de flesta beslutsfattare har större förtroende för riktigheten i sina skattningar, än vad de har anledning att vara (Bazerman, 1990).

För att anknyta till problemet att skatta konsekvenser av investeringar så har en sådan optimistisk bias eller överoptimism bekräftats i experimentsituationer där man låter försökspersoner ta ställning till prognoser för investeringsäskanden (Statman och Tyebjee, 1985), nya produkter (Tyebjee, 1987), och marknadsprognoser (Mahajan, 1992). Pruitt och Gitman (1987) utgår ifrån Miller (1978) som har formulerat hypotesen att företagsledningar anser att prognoser för investeringar i genomsnitt är överoptimistiska och därför justerar ned dessa för att kompensera för denna optimistiska bias. Antagandet bekräftas i en enkät till amerikanska storföretag. Hela 78,5% ansåg att intäkter typiskt är överskattade i äskanden för nya investeringar, och 43,0% att kostnaderna underskattas. Vidare ansåg 86,5% att marknadsföringsfolk typiskt överskattar försäljning, 61,9% att forsknings- och utvecklingsfolk typiskt underskattar utvecklingskostnader, 81,5% att utvecklingskostnaderna typiskt avviker mer från prognosen när förslaget representerar ett betydande steg i produktion eller forskning, och 61,2% att verklig vinst tenderar att bli lägre än prognostiserat. Att det existerar en optimistiska bias i äskanden för nya investeringar tycks vara en ganska väletablerad föreställning som företagsledningar kalkylerar med.

Överoptimism har även belagts i makroekonomiska prognoser från de amerikanska myndigheterna (McNees, 1995), och i amerikanska aktieanalytikers vinstprognoser för åren 1985–1996 (Dreman och Berry, 1995). Brown (1997) kunde visa att denna överoptimism hade minskat under de efterföljande åren men bestod för kvartalsrapporter för företag som inte tillhörde de 500 största. Higgins (1998) fann i en jämförelse av analytikers vinstprognoser för företag från olika länder att både tillförlitligheten och överoptimismen var mindre för företag i länder med öppnare redovisning. Vinstprognoserna beror till stor på försäljningsutvecklingen vilken analytiker i flera studier har visat sig ha en tendens att överskatta. Mest och Plummer (2003) bekräftar en optimistisk bias samt att den är större för vinst- än för försäljningsprognoser.

Ett område där överoptimismen är speciellt uppenbar är den som florerar bland entreprenörer som startar företag. Flera undersökningar har bekräftat att entreprenörer är överoptimistiska (Hornaday, 1982; Cooper *et al.*, 1986; Egge, 1987) och mer optimistiska än anställda (Busenitz och Barney, 1999; Arabsheibani *et al.*, 2000), samt att de startar sina företag därför att de inte inser

riskerna (Simon *et al.*, 1999). De både överskattar sannolikheten att ha rätt och generaliserar från färre observationer (Busenitz och Barney, 1999), än andra människor. Andra undersökningar visar att entreprenörer mer sällan funderar på vad de alternativt skulle ha kunnat gjort, erkänner eller ångrar tidigare misstag (Baron, 1999). Jämförande studier har även visat att graden av överoptimism är kulturellt beroende (Yates *et al.*, 1996) och därför skulle kunna vara en av flera faktorer som förklarar skillnaderna i antalet nystartade företag i olika kulturer. Texten visar kineser i flera undersökningar hög överoptimism. Motsvarande överoptimism har även belagts bland finansiärer som investerar i nystartade företag (Zacharakis och Shepherd, 2000).

Denna överoptimism gör att entreprenörer oftare ger sig in på nya satsningar utan att känna till vad det innebär. Man kan såsom Sayer (1952), Hirschman (1967) och Busenitz och Barney (1999) göra fråga sig om inte många företag aldrig skulle ha startat om denna överoptimism inte hade existerat. Speciellt skulle ett ökat utredande göra att tillfället inte längre skulle vara gynnsamt för att starta företaget. Denna förmåga att bortse ifrån problem och iver att skrida till verket på ofullständig information skulle också kunna förklara varför entreprenörer ofta inte fungerar så bra som chefer i etablerade organisationer, spekulerar Busenitz och Barney (1999).

Hirschman (1967) som granskade elva stora världsbankstödda projekt kom fram till att projektplanerna och troligtvis inte heller Världsbanken skulle ha engagerat sig i dessa projekt om man i förväg hade känt till alla svårigheter som man måste lösa för att föra projekten i hamn. Därtill hade de en alltför pessimistisk syn på dessa länders förmåga att komma tillrätta med problemen. Fullständig kunskap skulle ha varit olycklig och hämmat sökandet efter lösningar, vilka inte enbart räddat projekten, utan även i sig själva bidragit till att höja projektets värde. Eftersom vi tycks underskatta vår kreativa förmåga, är det också önskvärt att vi även underskattar de verkliga framtida problemen, så att effekterna av dessa biases balanserar varandra. Överoptimism tvingar oss ta i anspråk vår kreativa förmåga, och Hirschman benämner detta "the principle of the hidden hand".

Underskattning av de verkliga problemen så grav att den har varit en förutsättning för att lönsamma investeringar har kommit till stånd har dokumenterats bland kanal- och järnvägsprojekt under 1800-talet i USA och Europa (Sayer, 1952), radikalt nya innovationer såsom datorn, transistor, syntetiskt gummi, polye-



tylen, och PVC (Freeman, 1974), och vid svenska företags satsningar på nya affärsområden (Segelod, 1995). I det senare fallet är det tveksamt om styrelsen hade givit sitt tillstånd till något av de 13 fallen om man hade haft information om de problem som projekten skulle komma att stöta på. Underskattning av de verkliga problemen och kostnaderna ter sig i detta perspektiv som en oundviklig förutsättning för förnyelse och ekonomisk utveckling.

Vi har framfört en pragmatisk förklaring till förekomsten av underskattningar med utgångspunkt från begreppet begränsad rationalitet, och vi har argumenterat för att underskattningar kan bidra till förnyelse av företag och industrier. Vi har visat att det förhållandet att underskattningar av slutkostnaden är betydligt vanligare än motsatsen kan förklaras av individers sätt att hantera osäkerhet. Detta visar att sådana avvikelser inte enbart är en fråga om felaktiga prognoser. Om det vore så skulle våra normalfördelningskurvor inte ha någon positiv skevhet. Mer sannolikt att avvikelserna är resultatet av en systematisk underskattning av kostnader, verkliga problem och förmåga att lösa dessa problem den dagen de gör sig påminda.

## **8. Förklaringar som fokuserar på projektets organisering**

Giguet och Morlat (1952) formulerade redan för mer än 50 år sedan utifrån statistisk analys två skäl till att projekt i genomsnitt blir dyrare än kalkylerat. Den första förklaringen bygger på att de händelser som orsakar avvikelser i statistisk mening inte är oberoende händelser. Ingenjören bestämmer sannolikheten för att olika tänkbara händelser ska inträffa och minimerar risken för att oönskade utfall ska uppstå. När sedan en oväntad händelse ändå inträffar så leder detta till förändringar och högre kostnader, varvid projektets slutkostnad kommer att förskjutas uppåt och bli högre, än det förväntade medelvärdet för slutkostnaden som ursprungligen skattats som mest sannolikt.

Vi har tidigare varit inne på denna typ av förklaring i samband med påståendena P4-P6 och P10. P10 löd: Ju större steg i teknologisk utveckling som tas, desto större tenderar kostnadsöverdraget att bli. När en oförutsedd eller osannolik händelse inträffar så leder den oftare till ökade kostnader, än en besparing. Det blir oftare antingen en tilläggsinvestering eller en förändring i designen, än att

delar av investeringen inte behöver genomföras eller att produktiviteten i beslutad design blir högre än kalkylerat. Detta delvis därför att man hela tiden utgår ifrån existerande design och de arbeten som redan har utförts. Att gå tillbaka och göra andra val än vad man nu har gjort är inte gratis. Det blir progressivt dyrare ju mer resurser som har förbrukats. Ju fler oförutsedda eller osannolika händelser som inträffar, ju mer förskjuts utfallet mot ett kostnadsöverdrag. Och ju större steg som behöver tas i teknologisk utveckling, desto fler oförutsedda och osannolika händelser kommer att inträffa, vilket leder till att sannolikhetsfördelningen för avvikelser får en positiv skevhet.

Giguët och Morlats (1952) andra förklaring har med projektets organisering att göra. När budgeten är begränsad och två investeringsäskanden som fyller samma funktion tävlar om att få medel för att genomföras så är chansen större att få medel för det äskande som underskattar, än för det som överskattar eller rätt skattar verklig investeringsutgift.

Det senare har ofta anförts som en av orsakerna till kostnadsöverdrag för offentliga projekt i USA. Genom att myndigheterna till följd av regler för offentlig upphandling är bundna att välja det billigaste anbudet, och ibland kanske också saknar egen kompetens att utvärdera anbuden, så riskerar man att kontraktet går till någon som omedvetet eller medvetet lagt in ett för lågt anbud.

Mycket kritik har riktats mot att man har tecknat kontrakt om militära forsknings- och utvecklingsprojekt som ger utföraren ersättning för kostnader plus ett visst pålägg (Summers, 1967). Vinsten av att lägga ett för lågt anbud är för anbudsgivaren betydligt större än kostnaden för att inte kunna leva upp till givet anbud. Detta har lett till att man har reducerat andelen utvecklingsarbete som görs på löpande räkning och kompletterat kontrakten med inbyggda incentiv för att hålla kostnaderna nere (GAO, 1986). Dock, även om utföraren går med på att teckna kontrakt till fast pris så kan det förekomma fall där anbudsgivaren är medveten om att anbudet är ett underbud. Det skulle vara när anbudsgivaren med sin större kunskap om objektet inser att det kommer att bli tillkommande arbeten som man kan göra vinst på.

Som har framgått av föregående kapitel kan skattaren både omedvetet och medvetet ha underskattat den verkliga investeringsutgiften. Det finns exempel på bådadera. Vi har också sett att den entreprenör som driver projektet kan vara övertygad om att investeringen är lönsam och att investeringsutgiften därför inte kan

sättas så högt att projektet stoppas. En positiv tolkning av detta beteende är att de som beslutar om medelstildelning, och samtidigt saknar erfarenhet av branschen, måste få tid att vänja sig vid vad det kommer att kosta.

Giguët och Morlats (1952) postulerade även att det förhållandet att det är lättare att få igenom ett projekt vars investeringsutgift underskattas leder till att underskattade investeringsprojekt blir överrepresenterade i investeringsbudgeten och att total investeringsbudget överskrids. Det senare förefaller vara mindre vanligt eftersom vissa beslutade projekt inte kommer igång i tid eller aldrig blir genomförda. Det har rapporterats att man i vissa företag är medvetna om detta och därför godkänner fler projekt än investeringsbudgeten tillåter för att inte gå miste om lönsamma investeringsalternativ. Det finns också exempel på att man medvetet skär i budgeten och godkänner en optimistisk budget för att skapa kostnadspress så att beviljade medel används på effektivaste sätt, samtidigt som man är medveten om att kapitaltillskott kan komma att behöva beviljas.

De här påtalade tendenserna i resursallokeringsystem till att ge underskattade projekt större chans att få genomföras, än rätt skattade projekt, visar på betydelsen av att resursallokeringsystemet har ett bra fungerande kontrollsystem inbyggt. Sådan kontrollsystem kan vara både interna och externa.

När det gäller börsnoterade bolag utvärderas dessa ständigt av sina ägare och analytiker. Om och hur de lyckas skatta sina projekts slutkostnad spelar egentligen ingen roll så länge som detta inte påverkar företagets resultat. Om det faktum att företaget är dåligt på att skatta kostnader leder till att företaget genomför fel investeringar så sjunker företagets värde. Det kan till och med gå så långt att företaget tvingas i konkurs. Eriksson (2002) behandlar två sådana stora investeringar. Inkörningsproblemen med Uddeholms investering i pappersmaskinen KM 7 i Skoghall var en av huvudorsakerna till att Uddeholm, grundat 1668 och ett flaggskepp inom svensk skogsindustri, tvingades upphöra som självständigt bolag. Superfos A/S investering i ett ammoniakverk i Brunsbüttel tvingade detta Danmarks största företag till att 10 år senare avregistreras från börsen och upphöra som självständigt bolag. Antalet bolag som till följd av felinvesteringar tvingats begära ytterligare kapital från sina ägare, omstrukturerats eller lagts ned, eller som aldrig riktigt hämtat sig ekonomiskt efter gjorde felinvesteringar är längre än man kan tro.

Offentliga organisationer utsätts inte för denna typ av utvärdering och är därför mer hänvisade till att förlita sig på interna kontrollsystem. Vi ska därför börja med att beskriva ingredienserna i ett sådant internt kontrollsystem för att senare använda denna beskrivning för att diskutera i vad mån sådana kontrollsystem kan göra det mer troligt att avvikelser kan undvikas i stora anläggningsprojekt. Däremellan följer ett kortfattat försök att identifiera några karaktärsdrag som är specifika för stora projekt i offentlig regi och som har betydelse för utformningen av kontrollsystem.

Hufschmidt och Gerin (1970) fann att TVA med sitt centraliserade resursallokeringsystem var bättre på att skatta kostnader, än Corps of Engineers och Bureau of Reclamation med sina decentraliserade system. Att låta ett litet antal specialister göra alla skattningar gav större möjlighet till lärande och tillförlitligare kostnadsskattningar. Samtidigt kan vi konstatera att Segelods (1986) 35 svenska industriprojekt uppvisade mindre kostnadsöverdrag än de flesta projekt i offentlig regi trots att det stora flertalet av dessa investeringar förmodligen har kalkylerats decentraliserat i ett system av den typ som Corps och Bureau of Reclamation hade. Frågan blir hur företag kan erhålla tillförlitliga skattningar i ett decentraliserat system. Vi ska försöka besvara denna fråga genom att först beskriva hur ett sådant system fungerar för att sedan använda denna beskrivning i den fortsatta analysen.

Svenska storföretag gick under efterkrigstiden gradvis över till en divisionaliserad struktur. I en sådan organisation följer man dels upp investeringsförslag, dels vinstutvecklingen i affärsenheterna. Investeringsförslag utreds och kalkyleras i bolagen och äskas i en investeringsbudgeteringsprocess. Förebilden fanns i USA där några företag med en heterogen produktportfölj redan före kriget brutit upp sin funktionella organisation och delat in verksamheten i divisioner med avseende på produkter eller geografiska marknader. Hur resursallokeringsystemet fungerar i en sådan divisionaliserad organisation har beskrivits av Bower (1970), och det är en beskrivning som i princip gäller än idag, även om utvecklingen i kunskapsintensiva koncerner har fortsatt mot koncerner bestående av samverkande bolag där bl.a. mycket av koordineringen sker horisontellt mellan bolagen utan att koncernledningen är inblandad.

I Bowers modell finns det tre processer och tre nivåer; koncernnivå, bolagsnivå och en mellanliggande divisionsnivå. Stora koncerner kan ha fler mellanliggande nivåer men det förändrar inte

principerna för resursallokering. I den första processen bestäms investeringsprojektets tekniska och ekonomiska karakteristika. Där har bolagen störst inflytande eftersom investeringsförslag utreds och äskas från bolagsnivå. I den andra processen bestäms det vilka investeringsförslag som ska få medel för att genomföras. Här har mellannivån störst inflytande därför att det är mellannivån som har bäst information om både koncernledningens önskemål och bolagens behov. Och slutligen i den tredje processen bestäms spelreglerna för de som önskar få investeringar genomförda. Det är primärt genom den processen som koncernledningen kan påverka vilka investeringsförslag som kommer till utförande, därför man ställs inte inför valet mellan flera olika alternativa investeringsförslag, utan inför valet att säga ja eller nej till förslag som har vaskats fram under vägen upp från bolagen till koncernnivån.

Det kan här vara på sin plats att infoga att förutom denna budgeteringsprocess så finns det någon form av affärsplaneringsprocess. Den kan ha olika utseende men det finns en strävan att försöka separera strategiska beslut och ta dessa i affärsplaneringsprocessen vilket dock inte alltid är möjligt då strategi ofta växer fram genom de till synes mindre viktiga beslut som tas längre ned i organisationen. Företag med mycket små materiella investeringar, såsom tjänstekoncerner, behöver inte ha någon investeringsbudgeteringsprocess. Det finns också företag som har avskaffat budgeteringsprocessen men i sådan fall följer man istället upp mot affärsplaneringsprocessen.

Av speciellt intresse för oss är dels att det finns ett kontrollsystem inbyggt i detta system, dels en klar ansvarsfördelning. När vi talar om kontroll av investeringar kan vi med avseende på tidsfaktorn avse den kontroll som utövas före formellt investeringsbeslut, kontroll under projektets genomförande, och slutligen, en uppföljning av färdigt projekt när anläggningen har tagits i drift. Från huvudkontorets synvinkel brukar den kontroll som utövas före formellt investeringsbeslut vara av störst betydelse för företagsledningen eftersom det är före detta beslut som ledningen kan påverka en investerings inriktning och utformning. Kontroll kan ha flera syften. De två oftast omnämnda är dels styrning och kontroll, dels lärande. Kontrollsystemet ska ge ledningen information om finansieringsbehov och hur beslutade strategier framskrider, och de som utreder och genomför investeringar feedback på sina förslag och erfarenheter från tidigare genomförda projekt.

Kontroll kan utövas på flera olika sätt; dels genom att få anställda att tänka och arbeta på ett förutbestämt och likartat sätt, dels genom administrativa rutiner. Kunskapsintensiva tjänstekoncerner som saknar investeringsbudgeteringsprocess förlitar sig enbart på den förra typen av kontroll. När kalkylerandet decentraliserades så införde företagen skriftliga administrativa rutiner för hur investeringsäskanden ska utformas, investeringar utvärderas, projekt genomföras, och vem som har ansvar för vad. Där kan också finnas bestämmelser om i vilka situationer utredaren ska kontakta någon stabsfunktion för att få deras åsikt i frågan. Om sedan bolagets chef finner det lämpligt att äska medel för ett investeringsförslag så kommer detta att granskas av olika instanser på vägen upp i hierarkin; de som förbereder beslut, beslutsfattare, och personer och staber ansvariga för teknik och marknad. När bolagschefer väljer att sända iväg äskandet är detta vanligtvis redan förankrat. Denne vill inte ha ett definitivt nej. Samtidigt är det på lägre nivå som man har bäst detaljkännedom om investeringsbehoven varför kontrollinstanserna på högre nivå kan ha svårt att definitivt stoppa ett förslag. Vad som händer är oftast att förslaget blir återremitterade med krav på att ytterligare frågor besvaras.

Vad gäller ansvarsförhållanden så specificeras detta i de skriftliga rutinerna och överförs genom att äskaren och de som granskar äskandet var och en måste signera och på så sätt ge sitt godkännande till de uppgifter i äskandet som de har tagit fram eller har varit satta att granska. Detta system för att överföra ansvar är olika väl utbyggt i olika typer av verksamheter men principerna är desamma.

Den typ av resursallokeringsystem som här har beskrivits är inte utan kritiker. Det har funnits kritik ända sedan formaliserad system för att äska investeringsmedel infördes bl.a. därför att processen i sig självt endast bidrar till ökad byråkrati. En allvarlig kritik är att ett alltför hård fokus på finansiella investeringskriterier kan leda till underinvestering i förmågor och typer av investeringar vars fördelaktighet svårligen låter sig uttryckas i ett finansiellt kriterium, och överinvesteringar i motsatsen. Detta problem balanseras delvis av att koncerner som har många och stora kapitalintensiva eller långsiktiga investeringar ofta väljer att lägga mindre vikt vid enbart finansiella kriterier, än koncerner som har små och kortsiktiga investeringar.

Ytterligare två aspekter bör tillfogas och det är, för det första, att utvecklingen under de senaste decennierna har gått mot att man

fäster mindre vikt vid att följa upp investeringar ex ante och mer vikt vid att följa upp affärsenheternas vinstutveckling ex post. Minskade staber har gjort det svårt för ledningen att vara visare än förslagsställarna. Istället får man förlita sig på att felinvesteringar förr eller senare kommer att återspeglas i affärsenheternas resultat. För det andra, så varierar användningen av resursallokerings-systemet med ledningens strategi i detta avseende. Framgångsrika rent finansiellt styrda koncerner brukar huvudsakligen återfinnas i branscher med små och kortsiktiga investeringar. I branscher med stora och långsiktiga investeringar är inflytandet över företagens strategier mer centraliserat och den finansiella kommunikationen kompletterad med arenor för verbal kommunikation.

Granskningsystemet har som tidigare har sagts flera olika funktioner. För högre nivåer ger äskandena information om hur beslutade strategier framskrider och en möjlighet att påverka investeringarnas inriktning. För den som vill få investeringen genomförd bidrar systemet till lärande genom den feedback som utredaren får genom att följa rutinerna och besvara de frågor som granskarna ställer. Man får inte pengar till att genomföra en större investering utan att först visa att man verkligen har arbetat igenom sitt förslag noga. På så sätt bidrar kontrollsystemet till att garantera tillförlitligheten i de skattningar och andra uppgifter i äskanden som ligger till grund för beslut. Man kan anta att utformningen och användningen av detta kontrollsystem är en mycket viktig förklaringsfaktor till det faktum att vinstdrivande organisationer verkar drabbas av i genomsnitt mindre kostnadsöverdrag, än infrastrukturinvesteringar med offentliga ägare.

En egenskap i ett sådant här system är att det undertrycker projektidéer som ligger utanför företagets verksamhetsinriktning. Koncern- och divisionsledningar brukar hålla hårt på att bolagen ska hålla sig till det som de är bra på, men när framtiden för bolagets kärnverksamhet kan te sig dystert, så förekommer det att ledningen sänder signaler ned i organisationen om att man efterfrågar förslag på satsningar på nya affärsområden.

Det intressanta för vår del är att avvikelserna från vad som var planerat i tid och kostnader verkar ha blivit större för dessa projekt, än vad som var vanligt inom företagets traditionella verksamhet. En förklaring till detta är att eftersom man inte hade erfarenhet av liknande projekt så kunde kontrollsystemet inte att adekvat feedback till de som drev dessa satsningar vilket även illustreras av det faktum att några av satsningarna inte processades genom det

traditionella äskandesystemet. Det faktum att kontrollsystemet inte förmår att bedöma projektet innebär att mer vikt fästs vid förtroendet för den som äskar medel och de som jobbar med projektet. Har de tidigare lyckats skatta kostnaderna? Är de överentusiastiska?

De som föreslår satsningar på nya affärsområden är ofta redan övertygade om projektens lönsamhet utan att först behöva noggrant utvärdera och planera deras eventuella genomförande. Det vill till krav på att kalkyler ska kunna visas upp och en kritisk hållning för att de också ska tvingas bevisa att de har rätt. Det är en fråga om att uppnå balans mellan entreprenöriella och kontrollerande krafter. Med för mycket kontroll riskerar man att stoppa lönsamma investeringar och all förnyelse; om de entreprenöriella krafterna släpps helt fria så kommer företaget att ge sig in på alltför riskfyllda satsningar. Därmed lämnar vi tillfälligt det interna kontrollsystemet för att återkomma när vi har identifierat några karaktärsdrag i större offentliga projekt.

Stora kostnadsöverdrag i stora offentliga projekt uppmärksammas i media och den offentliga debatten och det finns därför ett antal sådana projekt som är relativt väl dokumenterade och analyserade i böcker och artiklar. Det gäller t ex staden Sydneys nya operahus, det fransk-tyska överljudspassagerarflygplanet Concorde, det pendeltågssystem som byggts upp i San Franciscoområdet, den oljeledning som byggdes mellan oljefältet Prudou Bay i norra Alaska och hamnterminalen Vadez i södra Alaska, oljeexploateringsprojekten i Nordsjön och kanaltunnelprojektet, för att nämna några av de mest omskrivna projekten beskrivna i bl.a. Hall (1980), Kharbanda och Stallworthy (1983) och Morris (1994). Att det är offentliga projekt innebär här inte att de är genomförda i offentlig regi, utan att de har rönt offentlig uppmärksamhet.

Om vi ska försöka sammanfatta vad dessa projekt har gemensamt så är det att de har initierats av planerarens optimistiska tillväxtprognoser, och på så sätt har de varit resultatet av ett planeringssynsätt. Projektens förverkligande har framställs som varande av stort nationellt intresse. I övrigt har syftet varit diffust och förmodligen skiftat från intressegrupp till intressegrupp.

I den mån projekten finansierats eller garanterats av skattemedel och avgifter så kan man misstänka att lönsamhet inte alltid varit det centrala målet. Inte heller i de privat finansierade oljeexploateringsprojekten har kostnadsöverdragen förmått att göra projekten olönsamma. Även om den tidigare omnämnda oljeledningen mellan



norra och södra Alaska blev tio gånger så dyr som en pipeline av liknande kapacitet i den temporerade delen av USA och projektet drabbades av i runda tal 1.000% kostnadsöverdrag så gjorde detta inte projektet olönsamt. I jämförelse med en beräknad årlig vinst om \$44–100 miljarder så framstår de \$9,3 miljarder som den färdiga ledningen kostade blygsamma (Hauck och Geistauts, 1982). Inte heller de företag som byggde ut oljefälten i Nordsjön drabbades helt ut av den kostnadseskalation som dessa projekt har vidfaret. HMSO (1976) anger skatterabatten på kostnadsöverdragen till 90% och KOE (1980) anger den till 70–138% beroende på hur investeringen skrivs av. Ägarna har upplevt problem att finansiera tillkommande kostnader, men merkostnaderna har inte äventyrat projekten eller ägarna.

I samtliga fall kan man konstatera att investeringsbeslutet har tagits i ett mycket tidigt skede när kostnadskalkylerna ännu varit mycket otillförlitliga och ekonomiska kalkyler i vissa fall ännu saknats. Därigenom har det kommit att förflyta lång tid mellan beslut och byggstart i dessa i sig självt mycket långsiktiga projekt. Det har inneburit att projekten har blivit mycket dyrare redan inför byggstart. Detta har dock inte lett till att man har avbrutit dessa. Den långa tidsperioden mellan beslut och drift har gjort att det har tillkommit ny teknik, marknaden och efterfrågeprognoserna har förändrats, motstånd från miljö- och lokala opinionsgrupper har tillskjutit, vilket i vissa fall har påverkat ägarnas stöd för projektet och bidragit till förändringar i projektets utformning med kostnadseskalation som följd.

Ytterst var det konsumenterna och skattebetalarna som genom höjda priser och skatter har fått betala de kostnader som kostnadsöverdrag vid offentliga projekt medfört. Genom avtal av typen kostnad plus pålägg har de engagerade entreprenörerna garanterats avkastning på sin insats och kreditmarknadens institutioner sin del av kakan delvis genom kommissionsavgifter för att ordna finansiering. Inget av projekten har lett till förlust för långivarna.

Det var många aktörer inblandade i dessa projekt och det föreligger en separation mellan viktiga funktioner. Långivarna får tillbaka sina pengar, entreprenörerna gör vinst ofta genom att de får bygga på löpande räkning, skattebetalarna betalar, och ledtiden är så lång att det inte är samma personer som har tagit beslut om projektet som sedan ska stå som ansvarig för notan. På grund av de långa ledtiderna och de många intressenterna är det svårt att finna någon ansvarig för dessa projekt vars konsekvenser ytterst bärs av

skattebetalarna. Att på detta sätt separera kompetensen att genomföra den här typen av projekt, risk- och ansvarstagande, är erfarenhetsmässigt inte bra.

Ett privat företag skulle inte ha genomfört dessa projekt med de finansiella risker som därav följde, om inte statsmakten i en eller annan form bidragit till att reducera riskerna för de privata aktörerna. Detta har tyvärr även bidragit till att man inte har utvärderat riskerna lika noga innan man hade tagit ett definitivt beslut att genomföra projektet. Från samhällets sida kan detta vara omotiverat att göra så, eftersom projekten ansågs som samhällsekonomiskt önskvärda, samtidigt som utfallet av ett enskilt projekt inte hotar samhällsorganisationen och samhället som helhet har så många projekt att man kan poola risker från olika projekt med varandra (Arrow och Lind, 1970). De höga kapitalbehoven och riskerna är också ett skäl till att mycket av samhällets infrastruktur såsom kanaler, gasnät och järnvägar under 1800-talet byggdes i offentlig regi. Det fanns inga privat investerare som kunde eller ville göra de investeringar som ansågs nödvändiga. De var alltför kapitalkrävande och riskfyllda.

Vad gäller de stora anläggningsprojekten så kan vi konstatera att statsmakterna tidigt band upp sig till dessa mycket stora och långsiktiga projekt, utan att först göra en ordentlig ekonomisk utvärdering av projekten. Man utvärderade inte kostnader och risker associerade med dessa projekt vilka man egentligen saknade erfarenhet utav. Det är tveksamt om ett vinstdrivande företag skulle ha tagit på sig så stora risker. I privata företag och andra vinstdrivande organisationer så finns det ett kontrollsystem som garanterar att företaget inte tar större risker än man klarar av och ser till att föreslagna investeringar granskas innan beslut.

Jämförelsen mellan större organisationers kontrollsystem och stora offentliga projekt visar på betydelsen av:

- mål,
- ansvarighet,
- kontrollsystem.

Dessa tre saker hänger nära samman. Låt oss börja med mål. Det är mycket enklare att styra och utvärdera ett projekt i en vinstdrivande verksamhet därför att där finns det ett klart och entydigt mål, vinstmålet, mot vilket projektet kan styras och utvärderas. I de stora projekt i offentlig regi som ofta omnämns i litteraturen har

målen varit flera och tvetydiga. Olika aktörer har företrätt olika mål och för de riktigt långsiktiga projekten har argumenten och målen ofta också förändrats över tiden. För att det ska vara möjligt att åstadkomma ansvarighet måste målen vara klara. Det blir annars både svårt att följa upp och avgöra om projekten har lyckats, och att ange vem som är ansvarig för att det har gått som det har gått. Man behöver klara mål för att med utgångspunkt från dessa kunna fastställa mått på måluppfyllelse och åtgärder för att främja att målen uppfylls, något som sällan är fallet vid stora offentliga projekt.

I vissa fall kan denna oklarhet om målen till och med leda till att kostnadsescalation uppfattas som något positivt. Det kan ses som ett tecken på att åtgärden var väl motiverad. Riksrevisionsverket (RRV, 1983) fann flera exempel på detta i sin granskning av 13 statliga reformer varav sju mer ingående. Vissa av dessa reformer uppvisade mycket stor kostnadsescalation. Sålunda beräknades statens kostnader för produktionsbidrag till dagstidningar inför beslut 1971 till 35 miljoner. Tio år senare uppgick kostnaderna till 288 miljoner.

En snabb kostnadsökning kan visserligen tyda på att en reform är ineffektiv, överadministrerad etc. ... Men det kan också vara så att den snabba kostnadsutvecklingen är oupplösligt förenad med reformens positiva syften. Den blir snarast ett uttryck för att reformen varit framgångsrik. ...

Om svaret på frågan varför kostnaderna blivit höga respektive varför det blivit dyrare än man från början tänkt sig skall formuleras i ett antal sammanfattande slutsatser, måste därför den första bli: Reformerna har blivit kostsamma därför att stora insatser har följt med strävan att uppnå viktiga samhällsmål. ...

Att kostnaderna för reformerna blivit höga hänger alltså i många fall direkt ihop med att ett växande antal individer eller företag – om också på ett från början oförutsett sätt – fått del av olika typer av samhällsförmåner, med motsvarande nytta för mottagarna. (RRV, 1983, s. 14)

Det sades tidigare att ett viktigt skäl till att både utvecklings- och IT-projekt ofta drabbas av stora avvikelser är att kunderna, och ofta inte heller någon annan, före projektstart inte klart kan specificera vad systemet ska kunna utföra och vad som behövs för att genomföra projektet. Det leder till att det ofta kommer att visa sig nödvändigt att förändra den ursprungliga kravspecifikationen med förändringar, förseningar och kostnadsescalation som följd. GAO

(1988) identifierade "funding instability" och "design instability" som två olösta problem som genererade kostnadsescalation. Oklara och motstridiga mål kan naturligtvis ge samma effekt. Om inflytandet över projektet är instabilt och förskjuts kan aktörer genom att driva sina målsättningar med projektet orsaka förändringar i projektet som eskalerar slutkostnaden. Med andra ord, utan klara och stabila mål så blir det svårt att uppfylla de mål som man har ställt upp.

Vår andra punkt var ansvarighet. För att projektledning, entreprenörer, och andra deltagare i projektet, skall kunna bära risk, måste de också ha erforderlig kompetens och resurser för att kunna göra så samt möjlighet att påverka resultatet inom sitt ansvarsområde. Den som har förmåga att bära risk bör också fås att ta ansvar för beslut inom sitt område. Ansvarighet bör inte separeras från risktagande som ibland sker i stora offentliga projekt, där intressegrupper, entreprenörer, långgivare och beslutsfattare, kan dra fördelar av projekt utan att samtidigt ta ansvar för de negativa konsekvenserna av att planen inte överensstämmer med utfallet.

Intressegrupper kan initiera tillkomsten av stora offentliga projekt och påverka deras design och genomförande, utan att behöva bära riskerna och de ekonomiska konsekvenserna av de beslut de har genomdrivit.

Även om projektet drabbas av mycket stora kostnadsöverdrag gör långivarna nästan aldrig förlust. Antingen kommer finansieringen ifrån staten eller så tar statliga långgivare topplånen, eller ställer upp garantier av något slag. Det innebär att långivarna egentligen inte tar någon risk. Det förbilligar kapitalanskaffning men ger inte långivarna någon anledning att verkligen sätta sig in i projektet och försäkra sig om att det är lönsamt, ty vad de är intresserade utav är att få tillbaka sina pengar och det kan de räkna med att få om statliga garantier finns. Därför finns det alltid nya långgivare som är villiga att skjuta till medel till eskalerande projekt och ställa upp med finansiering för nya stora offentliga projekt.

Även för entreprenörerna är riskerna med att lägga ett alltför lågt anbud ibland små. Även om de inte får bygga på löpande räkning innehåller kontrakten så små straffavgifter att det ändå kan vara relativt riskfritt för dem att ta ett kontrakt som vid anbuds-givningen ter sig för lågt. Därtill kommer att offentliga myndigheter till följd av reglerna för offentlig upphandling och otillräcklig kompetens har svårt att matcha de upphandlar utav. Ett resultat av de amerikanska studierna av militära utvecklingsprojekt har varit

att reducera andelen utvecklingsarbete som görs på löpande räkning. Istället har man infört olika typer av kontrakt med inbyggda incentiv för entreprenören att hålla nere kostnaderna. Detta tillsammans med striktare metoder för projektplanering och kontroll uppges ha haft effekter även om problemen med kostnadsöverdrag kvarstår (GAO, 1986).

Den långa tid det tar att genomföra stora projekt innebär att det ofta inte är samma person(er) som har tagit beslut om att genomföra projektet, som senare också har att ta ansvar för de ekonomiska konsekvenserna av samma beslut. Detta gör det föga riskfyllt för beslutsfattare att godkänna populära projekt. Detta är ett problem både i privat och offentlig verksamhet i samband med långsiktiga projekt.

Det är också svårt att finna någon ansvarig för stora offentliga projekt eftersom ingen person ensam kan bestämma över projektets genomförande och utformning. Beslutsprocessen för stora offentliga investeringar är mycket komplex och omfattar flera sammanvävda beslutsprocesser. Man kan t.ex. tala om en process i vilken ingenjörer bestämmer projektförslagets tekniska och ekonomiska karakteristika, en i vilken miljöfrågor behandlas och en politisk process i vilken beslutet förankras. Eventuellt fler underprocesser i vilka intressegrupper, finansiärer, entreprenörer, projektmedlemmar och beslutsfattare verkar. Aktörerna i dessa processer kan var och en uppfatta det som att just de har ett avgörande inflytande över projektet samtidigt som de är omedvetna om varandras existens. Politikerna behöver inte vara medvetna om de beslut som i slutändan leder till kostnadsökning samtidigt som det i brist på klarhet i vem det egentligen är som bär ansvar för vad, blir de som får ta det yttersta ansvaret för att avvikelser mellan plan och utfall.

Politikerna kan inte utöva sitt ansvar genom att detaljstyra offentliga investeringar. Det saknar de information och kunskap för att kunna göra. Vad de kan göra är att påverka organiseringen kring projektet. En viktig del i detta, men inte den enda, är att bestämma spelreglerna för de som vill få medel för att genomföra stora projekt, att se till att det finns ett kontrollsystem som garanterar att förslag granskas noggrant och att ansvar delegeras på lämpligt sätt. Det är genom att bestämma projektets organisation som de kan påverka resultatet och på så sätt är deras medel för styrning och kontroll inte mycket annorlunda än vad som gäller för storföretagschefer.

Därmed kommer vi över på kontrollsystemets roll. Oklarheter vad gäller mål och ansvarighet kan mildras med ett bra kontrollsystem. Större företag och även många offentliga organisationer har sådana kontrollsystem. De ser till att inga projekt genomförs som inte genomlyst så noggrant att man kan känna sig relativt säker på att förväntade intäkter och kostnader. Man får inte investera innan man har presterat. Därigenom kan man undvika att investeringsbeslut tas innan projektet har förprojekteras, som har skett i några av de tidigare refererade projekten. Vidare ger kontrollsystemet feedback till förslagsställare och beslutsfattare och underlättar på så sätt deras lärande, samt specificerar vem som har ansvar för vad.

Framtagandet av investeringskalkyler är antingen centraliserat, och då görs alla kalkyler av en liten grupp människor centralt, eller så är kalkylerandet decentraliserat och då finns det och en besluts- och delegationsordning samt en investeringsmanual. Kontrollsystemet ger projektansvariga feedback, och ledningen en möjlighet att försäkra sig om att rätt investeringar genomförs, dessa är lönsamma, kan finansieras och är i linje med beslutade strategier. Vidare att de i investeringskalkylen ingående skattningarna är tillförlitliga och att beslutade investeringar följs upp. Viktigt är också att det finns en specificering av vem som är ansvarig för vad och att ansvar överförs.

Om investeringen ligger utanför vad man har kompetens av att bedöma fungerar kontrollsystemet sämre eller inte alls. Den stora skillnaden i kontrollsystem blir uppenbar när äskanden måste processas utanför organisationen. För det första är det inte givet att de instanser och personer som har att bedöma äskandena har tillräcklig kompetens för att bedöma och ge feedback i läroprocessen. För det andra, är ansvarsfördelningen inte lika klart specificerad. Det kan finnas en klar ansvarsfördelning inom ett offentlig organisation, men om beslut har tagits av instanser och personer utanför denna organisation, beslut som organisationen inte har kontroll över men som påverkar kostnadsutvecklingen, blir då svårt att matcha beslut och ansvarighet.

Kontrollsystemet ska ge feedback som möjliggör utvärdering av de som arbetar med projektet. Om deras prognoser inte ligger rätt så ska de få feedback om detta. För att de ska dra rätt lärdomar av denna feedback krävs det dock även att de har motivation att förbättra sig. Som vi såg verkade det inte som om vissa företag lärde sig av sina misstag. TVA däremot verkade lära sig och där parades

detta med stolthet över sina goda resultat. Erfarenhet får alla med tiden, men alla lär sig inte av sina misstag. För att lärande ska komma till stånd krävs feedback och motivation att omforma denna feedback i framtida bättre prognoser. Vidare en strukturering av projektet som gör det möjligt att fokusera på och i tur och ordning lösa hanterbara problem.

Sådanahär kontrollsystem för investeringsäskanden finns även i samhället i stort, men de är inte lika väl utbyggda när äskanden kräver godkännande utanför organisationen. Politikerna har dock andra kompletterande sätt att utöva kontroll såsom t ex fastställande av avkastningskrav, lagstiftning, tillsättandet av chefer och granskande organ såsom denna utredning. Utredningen i sig självt är exempel på flexibel planering. Det är en strategi för att reducera osäkerhet genom att följa upp ärendet när bättre information föreligger, eller förändringar i projekt eller förutsättningar har skett. Detta är en vanlig strategi i forsknings- och utvecklingsprojekt eftersom det i sådana projekt inte går att ex ante specificera tillräckligt exakt vad som kommer att behöva göras och vad det kommer att kosta att genomföra projektet.

## **9. Några karakteristika i det svenska kärnavfallsprojektet**

Uppdraget var att göra en jämförande analys av för- och efterkalkyler för stora projekt. Analysen syftade till härleda grunder för att sortera projekt, dra slutsatser av generell karaktär samt förklara orsaker till olika slag av kostnadsförändringar i förhållande till förkalkyl, med intentionen att med utgångspunkt från en sådan analys försöka peka på några karakteristika i det svenska kärnavfallsprojektet.

De grunder för att sortera projekt och slutsatser av generell karaktär om kostnadsavvikelser som har redovisats i föregående kapitel grundar sig på studier dels av grupper av projekt, dels fallstudier. För att kunna jämföra med det svenska kärnavfallsprojektet skulle vi behöva ha tillgång till kostnadsdata om och i samarbete med SKB granska kärnavfallsprojektets delprojekt. Senare beslutades det dock att vi i detta skede skulle begränsa oss till att studera kärnavfallsprojektets delprojekt genom de årliga s.k. planrapporter (SKBF, 1982, 1983, SKB, 1984, ..., 2004) om projektets status som Svensk Kärnbränsleförsörjning AB (SKBF), och senare Svensk

Kärnbränslehantering AB (SKB), är ålagda att inleverera till Statens Kärnkraftsinspektion (SKI) enligt den s.k. finansieringslagen (1981:669, 1992:1537). Det bedömdes lämpligt att utgå ifrån dessa rapporter, men det innebär samtidigt att vi i detta skede egentligen inte kan utnyttja tidigare gjorda analyser och göra de jämförelser och kopplingar till tidigare studier och kapitel som vi hade kunnat göra om vi även hade granskat kärnavfallsprojektets enskilda delprojekt. Det bör också tillfogas att SKI får mer dokumentation än de nämnda planrapporterna, vilken dock ej här granskas.

Analysen i detta avslutande kapitel kommer således huvudsakligen att förlita sig på publikationer från tre olika källor: För det första, de statliga officiella utredningar som har gjorts inom kärnavfallsområdet; för det andra, de årliga kostnadsredovisningar för det svenska kärnavfallsprojektet från SKBF/SKB; samt, för det tredje, publikationer om det amerikanska kärnavfallsprojektet från "The United States General Accounting Office" (GAO), vilket är ett revisionsorgan som gör revision, utvärderingar och undersökningar för USA:s kongress. Vidare lagtexter och andra beskrivningar av kärnavfallsprojektets organisering.

I avsnitt 9.1 kommer vi att analysera kostnadsutvecklingen för det amerikanska kärnavfallsprojektet, och i 9.2 kostnadsutvecklingen för motsvarande svenska projekt. Därefter ska vi i 9.3 utifrån denna jämförelse analysera några utvalda aspekter av det svenska kärnavfallsprojektets kostnader och kostnadsutveckling. Det gäller projektets kostnadsnivå, kostnadsutveckling, karaktär, tidsplan, organisering, faktorer som kan påverka projektets framtida kostnadsutveckling samt risken för kostnadseskaleration relativt andra risker. Kapitlet avslutas i 9.4 med några slutsatser och rekommendationer.

## 9.1 Det amerikanska kärnavfallsprojektet

Problemen med kärnkraftens restprodukter var kända redan när det första brittiska kommersiella, och militära, kärnkraftverket Calder Hall (50 MWe grafitmodererad och gaskyld reaktor) togs i drift 1956, och de två första kommersiella amerikanska kärnkraftverken Dresden Unit One (General Electrics 200 MWe kokarreaktor) och Yankee Rowe (Westinghouse 250 MWe tryckvattenreaktor) togs i drift 1960. Några år dessförinnan, år 1957, rekommenderade den amerikanska National Academy of Science att restprodukterna



skulle slutförvaras i berggrunden, och 1970 angavs ett öppnandet av ett sådant slutförvar ligga 10 år in i framtiden (Callen, 1995). Ännu har dock inget djupförvar tagits idrift.

Den 7:e januari 1983 antog USA:s kongress "The Nuclear Waste Policy Act of 1982" (NWPA) som fastställde en policy för slutförvar av kärnkraftens restprodukter (GAO, 1987b). Denna lag reglerar bl.a. val och uttestning, licensiering, konstruktion och drift av det första slutförvaret, samt en tidplan och en beslutsprocess för projektet. Beslutet innebar också att energidepartementet, Department of Energy (DOE), måste ta fram en s.k. "site characterization plan" (SCP) innan man tilläts göra provschakt vid någon av de tänkbara slutdeponeringsplatserna. I maj 1986 godkände USA:s president de tre platser som energiministern rekommenderat för detaljerade geologiska studier, s.k. "site characterization" (SC). Det rörde sig om Deaf Smith County i Texas, Hanford Reservation i Washington och Yucca Mountain i Nevada.

Omedelbart efter detta beslut påbörjades SC-fasen. Syftet med detta arbete var (GAO, 1987b) att bestämma om de geologiska, hydrologiska och geokemiska förhållandena var lämpliga, erhålla information nödvändig för att utveckla en design för slutförvaret som uppfyller de krav som den licensgivande myndigheten ställer på ett sådant slutförvar. Ett år senare, 1987, tog kongressen beslut om att DOE enbart skulle bygga ett slutförvar för långsiktigt radioaktivt avfall; ett slutförvar som skulle kunna ta emot avfall från USA:s samtliga 131 reaktorer.

Exakt hur mycket SC-fasen hitintills har kostat är svårt att exakt bestämma då definitionen av vilka kostnader som ingår i SC-fasen har förändrats över åren. Klart är dock att de krav som NWPA har ställt på ett slutförvar har lett till en mycket kraftig kostnads-eskalation. Från \$60–80 miljoner per tänkbar slutförvarsplats, eller \$180–240 för tre slutförvarsplatser år 1981 till mer än \$2.000 miljoner 1984, allt i löpande penningvärde. Ytterligare en fördubbling av kostnaderna blev uppenbar när DOE år 1987 presenterade en översyn av sina planer för projektet och senarelade idrifttagandet fem år till 2003. Ett år tidigare, i mars 1986, hade DOE offentliggjort en tidsplan som innebar en ansökan till tillståndsgivande myndighet om licensiering i januari 1995 syftande till idrifttagande 1998 (GAO, 1987a). Se tabell 10.

Orsakerna till dessa kostnadsstegringar anges vara flera. De tidiga skattningarna gjorda före NWPA förutsatte inte att det var

nödvändigt att genomföra ett lika omfattande utvecklings- och certifieringsarbete som NPWA stipulerade. Implementeringen av NPWA gjorde klart att utvecklingsarbetet för ett slutförvar var betydligt mer omfattande, än man dessförinnan hade utgått ifrån. Senare kostnadsstegringar har framförallt skyllts på att forsknings- och utvecklingsarbetet gått långsammare än förväntat, delvis som en konsekvens av att DOE inte har skjutit till pengar till projektet i avsedd omfattning. Dessa förseningar har i sin tur fördyrat anläggningsarbetena (GAO, 1987a, 1993).

Tabell 10. Kostnadsskattningar för att säkerställa amerikanskt slutförvar

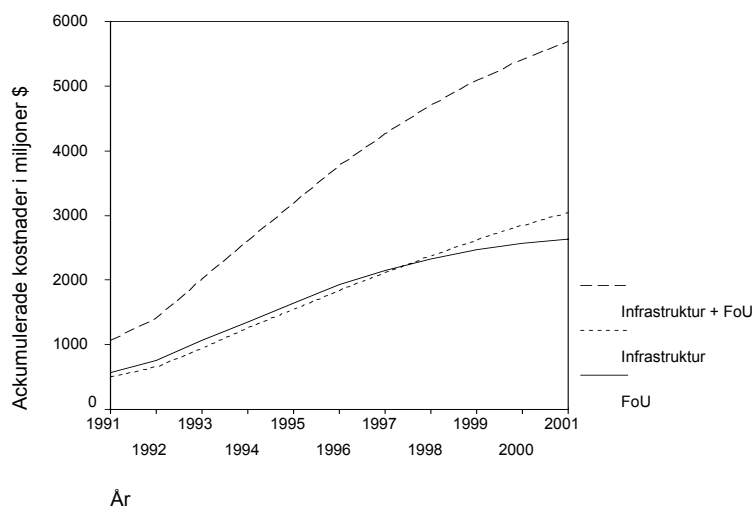
År	1981	1982	1984	1985	1986	1987
Kostnadsskattning	219– 292	484	2.384	2.345	2.254	4.116
Idrifttagande	-	-	-	-	1998	2003

*Not:* Kostnader i miljoner dollar, penningvärde 1986, enligt GAO (1987b).

NWPA stipulerade att DOE presenterade en SC-plan innan man påbörjade några underjordsarbeten. En sådan plan presenterades i december 1988 när DOE inkom med en SC-plan för Yucca Mountainalternativet för slutförvar (DOE, 1993). Vid detta tillfälle avsåg DOE påbörja anläggandet av en underjordisk testanläggning benämnd "the exploratory studies facility" 1989. Vidare att utforma en komplett SC-plan och licensansökan 1995 med byggstart för det egentliga slutförvaret 1998 och idrifttagningstidpunkt 2003. Enligt DOE:s ansökan skulle ungefär 45% av kostnaderna för att slutföra projektet avse "scientific and technical activities" och 55% projektets infrastruktur. Se figur 13 som visar ackumulerade utgifter och från år 1993 prognostiserade kostnader för Yucca Mountainprojektet i löpande penningvärde uppdelade på kostnader för infrastruktur respektive forsknings- och utveckling. Som framgår av DOE:s ansökan och denna senare uppföljning av Yucca Mountainprojektet har projektet i SC-fasen ett mycket stort inslag av forsknings- och utvecklingsprojekt.

År 1996 publicerade GAO (1996) en granskning av DOE-finansierade projekt under perioden 1980–1996. Granskningen omfattade 31 avbrutna, 34 pågående och 15 avslutade projekt, varav nästan alla kan betecknas som forsknings- och utvecklingsprojekt eller såsom Yucca Mountainprojektet vara anläggningsprojekt med

ett starkt inslag av utvecklingsprojekt. Om vi koncentrerar oss på de 15 avslutade projekten, samt exkluderar uppbyggandet av en strategisk oljereserv och utvecklandet av en stirlingmotor, det förra därför att det inte är ett utvecklingsprojekt och den senare för att ursprunglig skattning av slutkostnad och sluttidpunkt ej förelegat, så har återstående projekt i genomsnitt vidfarets ett kostnadsöverdrag om +48,8% i löpande penningvärde och ett tidsöverdrag om 2,6 år.



Figur 13. Ackumulerade kostnader i löpande penningvärde för Yucca Mountainprojektet  
Not: GAO (1993).

Om vi jämför dessa siffror med det pågående Yucca Mountain-projektet så hade det senare projektet vid denna granskning (GAO, 1996) en kostnadsescalation om +34% och en tidsescalation om 10,8 år, alltså en något lägre kostnadsescalation men samtidigt en högre tidsescalation än snittet för avslutade projekt, men då får vi komma ihåg att detta fortfarande är ett pågående projekt. Enligt en senare granskning (GAO, 2002a) förväntas tidsescalationen öka till 20–22 år och kostnadsescalationen till +80%. DOE:s civila och militära kärnavfallsprojekt är av någon anledning väl representerade bland projekt med stora förseningar. Se tabell 1 som visade tids- och kostnadsescalationen för fyra av de större projekten.

Angivna orsaker till kostnadsescalation för DOE:s projekt anges vara tekniska problem, dåliga initiala kostnadsskattningar och dålig kontroll av utförarna (GAO, 1996). DOE utför inte dessa projekt i egen regi utan upphandlar från olika utförare. Vidare har förändrade standards och krav från myndigheterna i vissa av projekten bidragit till kostnadsescalation. Orsakerna till tidsescalation anges vara likartade som de för kostnadsescalation.

Ökande kostnader till följd av försenade undersökningar har blivit ett återkommande tema. Redan i GAO:s 1993-års granskning av Yucca Mountainprojektet (GAO, 1993) hade man ifrågasatt DOE:s möjlighet att hålla tidsplanen. Med de årliga medelstillskott som projektet då erhöll beräknades DOE behöva hålla på till 2007–2014 innan alla vetenskapliga och tekniska aktiviteter avslutats, vilket skulle förlänga SC-perioden med 5–13 år utöver DOE:s tidsplan som då var satt till oktober 2001.

År 1997 hade idrifttagningstidpunkten för Yucca Mountainprojektet förskjutits från maj 1991 till mars 2002, och kostnadsskattningen från \$3.200 till \$4.300 miljoner. I september 2001 (GAO, 2002a) redovisade Bechtel en studie som kom fram till att det inte skulle vara möjligt att lägga in en licensansökan förrän i januari 2006 och börja deponera avfall 2010. Samtidigt justerade Bechtel upp slutkostnaden med \$1,4 miljarder utöver DOE:s skattning från 1997 varvid slutkostnaden skulle stanna vid \$5,5 miljarder. Därmed kom projektet att förväntas erfaras en kostnadsescalation om ungefär +80% och idrifttagandet en senareläggning om 20–22 år. Ett skäl till denna försening anges vara att DOE fortfarande inte allokerar planerade finansiella medel till projektet.

Denna försening avser endast Yucca Mountainprojektet. The National Academy of Science uppmärksammade problemet med radioaktivt avfall redan 1957 och rekommenderade djupförvar i geologiska formationer. År 1970 angavs ett sådant djupförvar kunna tas i drift om 10 år (Callen, 1995), dvs. 30 år tidigare än Bechtels prognos från 2001.

DOE skattade (GAO, 2002a) att programmet hade kostat \$4,1 miljarder i löpande penningvärde från den egentliga starten 1983 till mars 2002. Denna kostnad antogs i samma granskning stiga med ytterligare \$1,4 miljarder till \$5,5 miljarder i löpande penningvärde fram till dess att en licensansökan lämnats in i januari 2006. Samtidigt framhöll man att betydande tekniska osäkerheter kvarstod och ifrågasatte möjligheten att börja ta emot avfall redan 2010 som

Bechtel och senare DOE antagit och anger 2015 som en tänkbar idrifttagningstidpunkt:

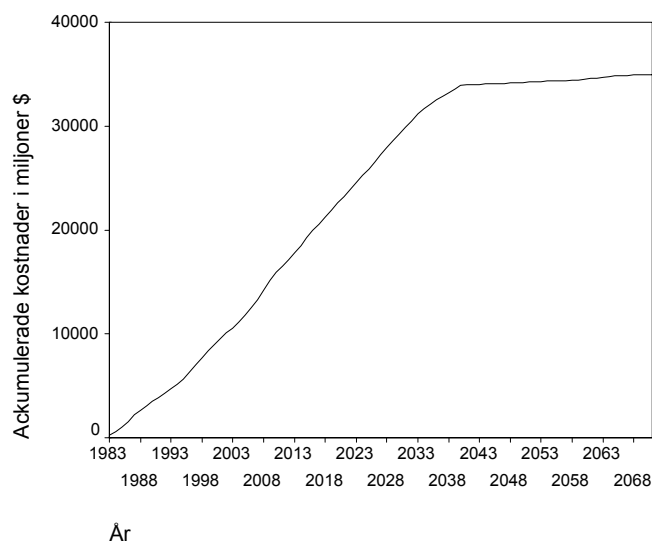
- “First, a repository at Yucca Mountain would be a first-of-a-kind facility, meaning that any schedule projections may be optimistic.
- Second, although the Nuclear Waste Policy Act states that NRC has 3 years to decide on a construction license, a fourth year may be added if NRC certifies that it is necessary.
- Third, the 4-year time period for construction authorization to the opening of the repository may be too short.
- Finally, these simple projections do not account for any other factors that could adversely affect this 7- to 9-years schedule for licensing, constructing, and opening the repository.” (GAO, 2002a, s. 20)

Den första punkten känner vi igen från studiet av kostnadsavvikelser. Projekt som är först eller störst av sitt slag, eller saknar förebilder, tenderar mer ofta drabbas av kostnadseskation, än mer ordinära projekt. Likaså den sista punkten. Kostnadsskattare utgår ifrån de projektplaner som finns, skattar kostnaderna för att genomföra dessa, och lägger sedan till en viss marginal för oförutsett. I detta ligger ett antagande att allting kommer att gå som planerat: Kostnaden för oförutsedda tekniska problem, förändringar i standards, teknologi och marknad, samt förseningar, kommer att täckas av posten för oförutsett och gjorda produktivitetsvinster under projektets genomförande. Ju längre tid det tar att genomföra projektet ju större risk är det för att det antagandet kommer att visa sig orealistiskt.

Senare kostnadsjämförelser har försvårats genom att DOE år 1997 beslutat att inkludera Yucca Mountain projektet i ett större projekt som omfattar alla åtgärder och kostnader i samband med omhändertagandet av restprodukter från civil användning av kärnkraft. En viktig kostnadsdrivande skillnad är att detta program även inkluderar kostnader för transporter. Detta program benämnt ”the civilian radioactive waste management program” beräknades 1997 kosta \$8.396,6 miljoner (GAO, 2003).

Det vi hitintills har granskat är kostnaden för att certifiera och ta idrift ett slutlager, vad som har benämnts ”site characterization program”. Detta program är endast en del av de totala kostnaderna

för att omhänderta använt kärnbränsle. Viktiga kostnadsposter som tillkommer är mellanlagring och transporter. DOE beräknade år 2000 (GAO, 2002) den totala systemkostnaden till \$58 miljarder i penningvärde år 2000, en kostnad som DOE:s granskare ansåg \$3 miljarder för optimistisk. År 1986 hade totalkostnaden beräknats till \$30 miljarder, 1990 till \$33,5 miljarder och 1995 till \$34 miljarder i penningvärde 1996 (KPMG, 1998; DOE/RW-0490). Se figur 14 som grundar sig på 1995 års projektion.



Figur 14. Ackumulerade kostnader för det amerikanska kärnavfallsprojektet

Not: Uppgifterna hämtade från GAO (1995).

Av de totala kostnaderna på \$34 miljarder i figur 14 avser 48% kostnader för centralt djupförvar, dvs. Yucca Mountain, 6,8% transporter i Nevada, 12,5% transporter utanför Nevada, 19,2% centralt mellanlager och 4,5% andra systemkostnader. Den totala kostnaden för att omhänderta kärnavfall har eskalerat från \$30 till \$58 miljarder eller med cirka 100% åren 1986 till 2000. Eftersom DOE gör sina prognoser i löpande penningvärde är det svårt att veta hur stor kostnadseskalationen har varit i fast penningvärde. Om vi antar att inflationsprognosen var den samma 1986 som 2000, och att 1986 års prognos är i penningvärde 1986, bör det röra sig om drygt 30%. Eftersom inflationsförväntningarna har gått ned

under 1990-talet kan kostnadseskalationen vara än något högre. Med en beräknad slutkostnad på \$58 miljarder utgör omhändertagandet av kärnkraftens restprodukter och Yucca Mountain-projektet ett av de allra största anläggningsprojekt som någonsin har genomförts i USA.

Dessa siffror exkluderar rivning av kärnkraftverk. GAO (2004) anger kostnaderna för att riva existerande kärnkraftverk till \$33 miljarder i penningvärde 2000. Denna siffra avser de 122 licensierade kärnkraftverk. Ytterligare tre aggregat har tidigare varit licensierade och rivits. Totalt beräknas alltså rivning och omhändertagandet av kärnkraftens restprodukter i USA kosta omkring \$90 miljarder.

## 9.2 Det svenska kärnavfallsprojektet

Centrala Driftledningen (CDL) skattade år 1977 den totala kostnaden fram till år 2000 för omhändertagande av utbränt kärnbränsle från 11 reaktorer, exklusive räntekostnader, till 6,2 miljarder i 1977-års penningvärde om direktdeponering valdes, och 4,4 miljarder om bränslet först upparbetades. En senare beräkning av Scandpower (1979) visade på en kostnad av 11 miljarder vid direktdeponering i 1978-års penningvärde för 12 reaktorer och tidsperioden 1980–2060; 23 miljarder vid upparbetning. CDL:s 6,2 miljarder motsvarar 24,6 miljarder i penningvärde januari 2004, och Scandpowers 11 miljarder 38 miljarder i samma penningvärde, en kostnadseskalation om 54% åren 1977 till 1979. Dessa siffror exkluderar rivning av kärnkraftsverk. Den stora skillnaden mellan CDL och Scandpower skattningar vad gäller direktdeponering beror av olika antaganden om det framtida priset på kärnbränsle, eg. uran. Höga bränslepriser gör det lönsamt att upparbeta utbränt kärnbränsle och tvärt om.

Scandpower kompletterade senare sina kostnadsskattningar med en beräkning av rivningskostnaden för de 12 svenska kärnkraftsverken (Scandpower, 1979; SOU, 1980:14). Denna beräkning grundade sig på tidigare amerikanska och tyska beräkningar och slutade på 3.860 miljoner. Om vi antar att penningvärdet även för denna beräkning var januari 1978 motsvarar detta 13.435 miljoner i penningvärde januari 2004.

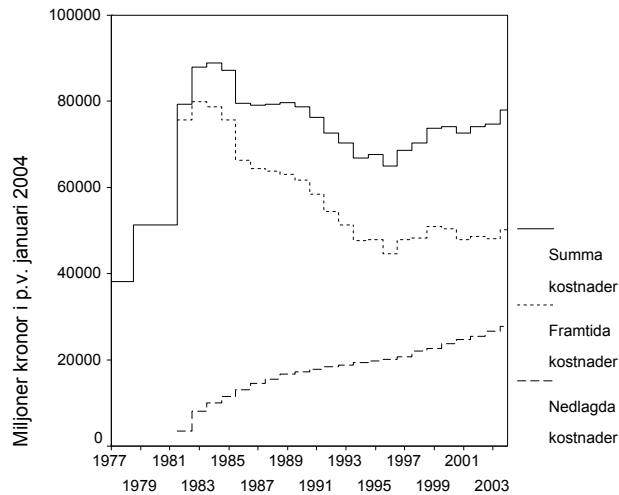
SKBF första redovisning av plan och kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter enligt ”lag om finansiering av framtida

utgifter för använt kärnbränsle m.m.” (1981:667) kom i juni 1982 (SKBF, 1982) och har sedan dess följts av årliga redovisningar. Figur 15 visar hur skattningarna av de totala kostnaderna har utvecklats åren 1977–2004, och tabell 11 samma utveckling i siffror. En större tabell som visar nedlagda, prognostiserade och totala kostnader för samtliga år från 1982 till 2004 återfinns i Appendix. Alla kostnadssiffror omräknade till penningvärde januari 2004 medelst konsumentprisindex.

För att i figur 15 göra CDL:s och Scandpowers skattningar jämförbara med senare skattningar har Scandpowers kostnad om 13.435 miljoner för rivning av kärnkraftverk adderats till CDL:s och Scandpowers skattningar för kärnavfallsprojektet som helhet. Som framgår av figuren justerades kostnadsprognoserna för kärnavfallsprojektet upp från CDL:s via Scandpowers skattning till SKBF:s första planrapport som visade på en slutkostnad på 79,2 miljarder. Räknat från CDL:s prognos hade prognostiserade kostnader ökat med 108% åren 1977 till 1982. Prognostiserad slutkostnad stabiliserades sedan när SKBF presenterat sin första planrapport (SKBF, 1982) och började spendera medel på att genomföra projektet. Att de kraftigaste ökningarna i prognostiserad slutkostnad infaller i början av projektet innan man har tänkt igenom alla aspekter av projektet är ett mönster som vi känner väl igen från den tidigare genomgången av studier av kostnadsavvikelser.

Kostnadsprognoserna fortsatte att stiga något under första hälften av 1980-talet från SKBF:s första skattning 79,2 miljarder till ett maximum av 88,8 miljarder 1984, för att därefter sjunka till 64,9 miljarder 1996. Därefter har prognoserna åter vänt uppåt för att enligt plan 2004 ligga på 77,9 miljarder. Från att tidigare ha varit sjunkande har prognosen för återstående kostnader för rivnings- och kärnavfallsprojektet som helhet ökat med 12,3% åren 1996–2004, vilket är ett trendbrott. Så även om 2004 års kostnadsprognos ligger -1,7% under 1982 års kostnadsprognos, har prognostiserad slutkostnad varierat en del under åren och pekat uppåt sedan 1996.





Figur 15. Nedlagda och prognostiserade framtida kostnader för det svenska kärnavfallsprojektet

Precis som var fallet för vårt pappersbruksexempel (se tabell 2) och kärnkraftverksexempel (se tabell 3) varierar kostnadsskattningarna betydligt mer över tiden för enskilda kostnadsposter, än för projektet som helhet. Om vi bortser ifrån upparbetning är det endast skattning av slutkostnad för djupförvar som vid någon tidpunkt har avvikit med mindre än 30% från dagens skattade slutkostnad.



Beräkningarna i figur 15 och tabell 11 utgår ifrån att reaktorerna ska rivras efter 25 års drift eftersom lagstiftningen specificerar att en sådan kostnadsberäkning ska redovisas:

3 § Reaktorinnehavaren skall i samråd med övriga reaktorinnehavare beräkna kostnader för omhändertagandet. En sådan beräkning skall innehålla en uppskattning av

1. kostnaderna för samtliga åtgärder som kan behövas då reaktorn drivits i 25 år samt, om drifttiden för reaktorn överstiger 25 år, kostnaden för tillkommande åtgärder varje år därutöver (belopp för avgiftsunderlag), (Lag (1992:1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m.)

SKB redovisar numera även beräkningar för scenariet med att reaktorerna är i drift i 40 år, men eftersom scenariet med rivning efter 25 års intjänandetid är ett scenario som SKBF/SKB har redovisat sedan 1982 bedömdes det lämpligt att utgå ifrån detta alternativ. Dessutom kan det ifrågasättas att 40 år är den ekonomiska livslängden för en reaktor. Den ekonomiska livslängden sattes till 30–40 år i kärnkraftens barndom och verk gavs licens för att drivas i 40 år. Weinberg (2004) skriver att det kan ha haft och göra med att stora fossileldade kraftverk i kärnkraftens ungdom inte var konkurrenskraftiga efter 40 års drift. Idag talas det om 60 års teknisk livslängd eller mer, så 40 år är även det enbart ett scenario och utgångspunkt för kostnadsberäkningar.

År 1997 passerade den första av de 12 reaktorerna, O1:an, finansieringslagens intjäningstid om 25 år. Sedan dess har ytterligare fem reaktorer uppnått denna intjäningsgräns. Eftersom beräkningarna från 1982 utgick ifrån att reaktorerna skulle ställas av efter 25 år måste egentligen ackumulerade nedlagda kostnader år 2004 reduceras med den merkostnad för omhändertagandet av radioaktiva restprodukter som uppstått på grund av att drifttiden för vissa verk överstigit 25 år. Denna kostnad kan grovt räknat beräknas till en miljard dvs. prognostiserad slutkostnad 2004 bör justeras ned från 77.926 miljoner till ungefär 76.900 miljoner. Det innebär att den kostnadsavvikelse som anges i tabell 11, och Appendix, för perioden 1982 till 2004 förändras från -1,7% till -3,0% och för perioden 1996 till 2004 från +20,1% till +18,5%. Huvuddelen av denna miljard har i tabell 11 belastat kapseltillverkning och djupförvar. Om reaktorernas driftstid förlängs till 40 år,

som i det andra av de två scenarier som SKB redovisar, beräknas systemkostnaden öka med ytterligare 5–6 miljarder.

Omräkning till penningvärde januari 2004 har för åren 1982–2004 skett på följande sätt. Först har nedlagda kostnader under året räknats fram genom att ta skillnaden i nedlagda kostnader under två på varandra följande år för att sedan medelst genomsnittligt kostnadsindex för det aktuella året omräkna dessa kostnader till penningvärde januari 2004. Därefter har beräknade framtida kostnader räknats om till samma penningvärde och adderats. För år 2004 grundar sig nedlagda kostnader på prognostiserade kostnader för år 2004. Nedlagda kostnader under 1982 avser nedlagda kostnader före 1983. Om samtliga dessa kostnader härrör sig till år 1982 framgår ej av SKBF:s redovisning. Under de första åren lade man till en post för osäkert. Denna post har fördelats procentuellt lika på redovisade poster. Posten upparbetning inkluderar även mellanlager för upparbetat avfall. Vad gäller slutförvar för upparbetat bränsle har det varit svårare att separera dessa kostnader från övriga kostnader för slutförvar varför dessa kostnader belastar posten djupförvar. Det innebär förmodligen att kostnaden för djupförvar ligger något högre under de första åren av 1980-talet, än vad som är korrekt.

Siffrorna i tabell 11 och Appendix måste ses som ungefärliga. Det är omöjligt att veta hur stor felmarginalen (Observera att ”felmarginal” här inte har att göra med slutkostnaden för kärnavfallsprojektet utan hur omräkning till fast penningvärde har skett.) är men felkällorna är flera varför det korrekta värdet säkerligen kan ligga några procent högre eller lägre än vad som anges i tabellerna om felkällorna samverkar. Dels har vi avrundningsfel gjorda av både SKBF/SKB och författaren. Att de förra har avrundat sina siffror framgår av att summa kostnader i planrapporterna inte alltid är lika med summan av de delposter som redovisas. Det är detta som gör att det inte går att addera delposterna för ett år i tabellerna och komma fram till den totalsumma som anges för hela projektet. Vidare är det okänt när under året utbetalningarna har skett. Beräkningarna förutsätter också att det inte har skett några för författaren okända omfördelningar mellan delsystemen.

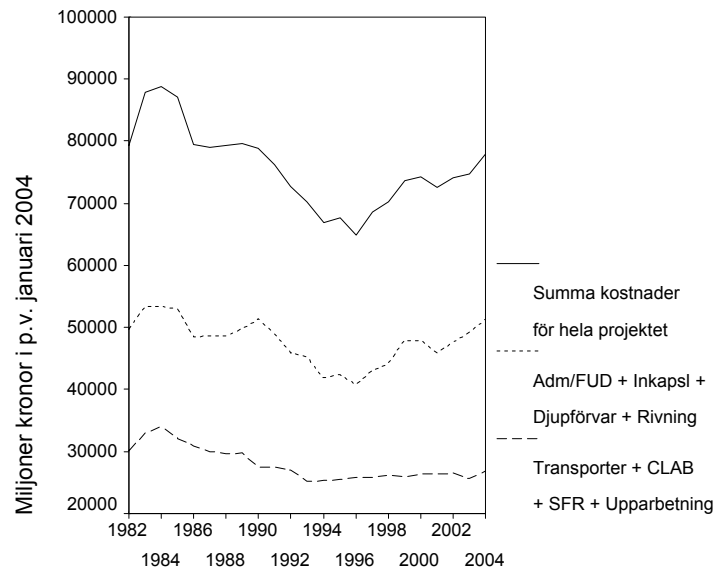
Som framgår av figur 15 och tabell 11 har det svenska kärnavfallsprojektet inte såsom det amerikanska drabbats av någon kostnadseskalation i fast penningvärde efter 1982. Sedan SKBF 1982 presenterade sin första genomarbetade plan för kärnavfallens omhändertagande har kostnadsprognoserna inte fortsatt att eska-

lera. Totalkostnaden för projektet skattades i början av 1980-talet till drygt 80 miljarder, en summa som efter 1984 gradvis sjunkit fram till 1996 när kostnadsskattningarna åter började visa på en högre total kostnad, dock fortfarande omkring 1,7% lägre än vad man antog i början av 1980-talet; -3,0% om hänsyn tas till den ökande mängden radioaktiva restprodukter som drift utöver 25 år orsakar.

Som jämförelsematerial har även Scanpowers beräkningar från slutet av 1970-talet tagits med i tabell 11. Scandpowers beräkningar verkar inte inkludera kostnader för SFR, upparbetning samt SKB adm, FoU/FUD. Om vi adderar dessa senare tillkommande kostnadsposter till de 50 miljarder som Scanpower kom fram till, ligger inte denna tidiga skattning alltför långt ifrån dagens skattade 77,9 miljarder för systemet som helhet. Det kan vara intressant att notera att Scandpower hämtade sina uppgifter ifrån de svenska kärnkraftsbolagen, deras samägda bolag SKBF, dvs. samma organisationer som tagit fram de senare skattningarna. Därutöver i första hand från Frankrike, Tyskland och USA.

Det kan vara lämpligt att dela upp kärnavfallsprojektet i två delar och följande åtta kostnadsposter såsom sker i tabell 11 och figur 16:

- Transportsystem
- Centralt mellanlager för använt kärnbränsle (CLAB),
- Lågaktivt avfall, slutförvar för radioaktivt driftavfall (SFR),
- Upparbetning,
- Kostnader för SKB:s kostnader för administration, forskning, utveckling, demonstration och övriga åtgärder (SKB, administration, FoU/FUD),
- Inkapslingsanläggning,
- Djupförvar av lågaktivt avfall, och
- Rivning av kärnkraftverk.

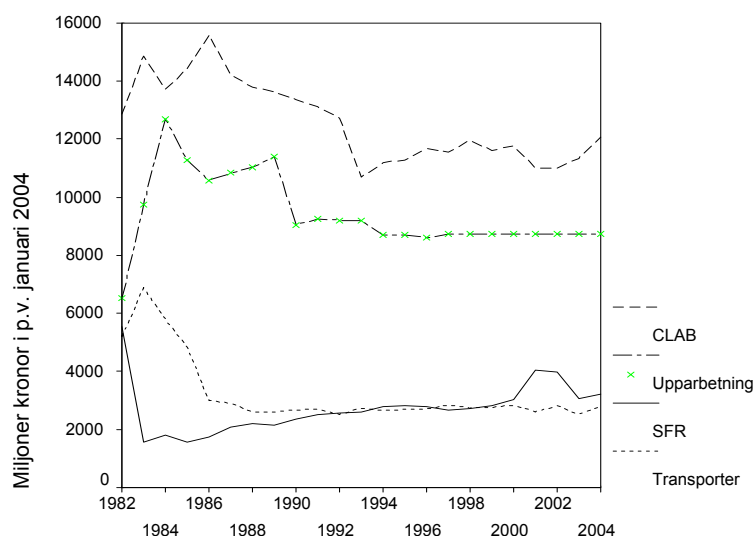


Figur 16. Kostnadsutvecklingen för färdigställda respektive ej färdigställda delsystem

Vad gäller de första tre komponenterna så finns det idag fungerande anläggningar i drift, och några planer på ytterligare uppbyggnad finns inte. Vad gäller återstående fyra delsystem saknas det ännu motsvarande erfarenhet av att uppföra och driva delsystemen. Något svenskt kärnkraftverk har ännu inte rivits, någon inkapslingsanläggning eller djupförvar har ännu inte tagits i drift. SKB adm., FoU/FUD är den kostnadspost som har erfarit störst eskalation och enligt plan 2004 återstår ännu 45,7% av kostnaderna. I FoU/FUD torde rymmas mycket som i Yucca Mountainprojektet betecknades som kostnader för "site characterization". Det innebär att risken för förändringar och tillkommande kostnader är större för den senare gruppen av delprojekt. Det finns därför anledning att bevaka kostnadsutvecklingen för just FoU/FUD, inkapslingsanläggning, rivning och djupförvar.

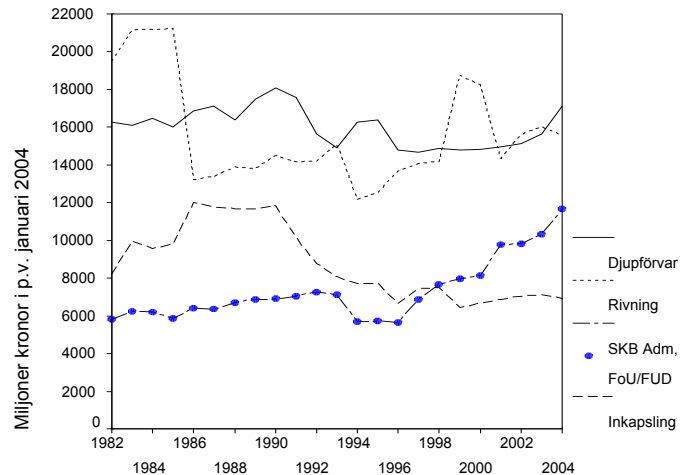
Skillnaden mellan delsystem som är idrifttagna och de som återstår att ta i drift illustreras ytterligare av figurerna 17 och 18. Figur 17 visar att kostnadsprognoserna för de delsystem som har tagits i

drift inte oväntat har rört sig väldigt lite under 1990-talet. Kostnadsprognoserna för ännu ej idrifttagna system varierar idag mer och har, såsom framgår av figur 16, stått för hela kostnads-eskalationen sedan 1996.



Figur 17. Förändring i skattning av kostnaden för transporter, CLAB, SFR och upparbetning

Inte oväntat varierar kostnadsposterna i figur 17 mindre, än i figur 18. Efter det att CLAB, transportsystemet och SFR har tagit i drift har variationerna varit små. Den kraftiga omsvängningen för SFR under senare år beror av förändringar i prognosen för framtida kostnader för SFR3. Vilka förändringar i SFR3-projektet som har orsakat dessa upp- och nedjusteringar framgår ej av SKB:s årliga redovisningar, vilket illustrerar behovet av att SKB i fotnoter ger förklaringar till sådana större förändringar i prognostiserade kostnader. Variationerna för de delar av systemet som återstår att förverkliga har ännu inte avklingat och kommer kanske inte att göra så förrän det första kärnkraftverket rivits och den första delen av slutförvaret kan tas i drift.



Figur 18. Förändring i skattning av kostnaden för SKB adm. FoU/FUD, inkapsling, rivning och djupförvar

Det kanske viktigaste skälet till dessa variationer torde vara förändringar i projektplanerna; Det projekt som kalkylerades 1982 hade inte riktigt samma utformning som det projekt som kalkylerades 2004. T ex kan den kraftiga kostnadsreduktionen för transporter (-46,0%) delvis förklaras av att man år 1982 kalkylerade på ett mer komplext transportsystem med två fartyg bl.a. till följd av att mer avfall skulle upparbetas. Detta upparbetsavtal upplöstes sedermera vilket ledde till närmast halverade kostnader för upp-arbetning. Se figur 17.

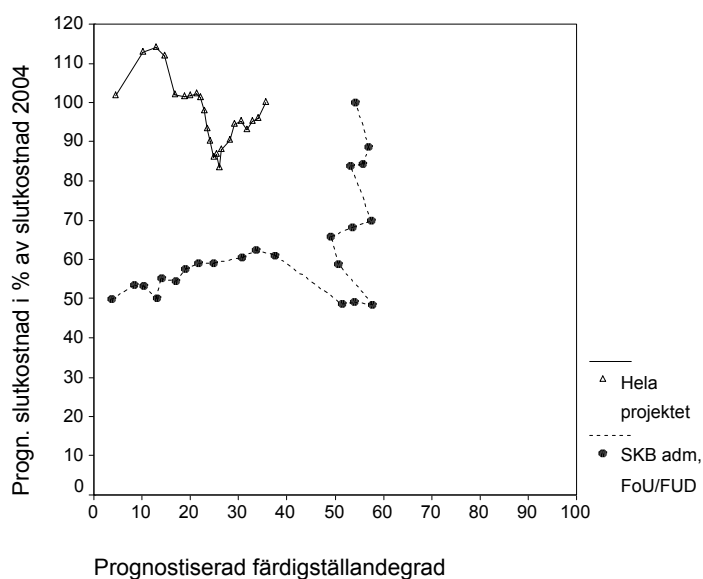
Även tidsförskjutningar har påverkat prognostiserad slutkostnad. Idrifttagandet av djupförvar som för närvarande är prognostiserat till 2017 med reguljär drift 2023 låg 1982 vid 2020 och har dessemellan förskjutits några år framåt och bakåt. Varje sådan förändring i kalkylförutsättningarna påverkar prognostiserad slutkostnad, inte så mycket för projektet som helhet, som för vissa enskilda delposter.

Av tabell 11 och figur 18 framgår att en post, SKB adm och FoU/FUD, står för nästan hälften av den kostnadseskalationen av förväntad slutkostnad som projektet erfarit 1996–2004. Cirka 80% av kostnaderna för SKB adm och FoU/FUD är hänförliga till



FUD-projektet, och det verkar vara kostnaderna för detta projekt som har fått kostnadsposten att eskalera sedan 1996. Enligt Plan 2004 beräknas 78% av kostnaderna för SKB adm., FoU/FUD fram t.o.m. 2004 avse FUD-programmet. FUD står här för Forskning Utveckling och Demonstration av metoder för hantering och slutförvar av kärnavfall, dvs. kostnader som för det amerikanska fallet ingår i kostnaderna för "site characterization", en post som enligt avsnitt 9.1 drabbats av betydande kostnadseskalation. Eftersom kostnadsposten till stor del avser kostnader för forskning och utveckling skulle det inte överraska om prognoserna för postens slutkostnad, likt vad som var fallet för Concordeprojektet i figur 12, endast långsamt närmar sig verklig slutkostnad. Projektet är ännu inte avslutat, vi vet inte var slutkostnaden kommer att stanna, och vi kan därför ännu inte göra denna jämförelse men om vi antar att prognostiserad slutkostnad enligt Plan 2004 kommer att överensstämma med verklig kostnad så får vi figur 19.

Figur 19 visar hur förväntad slutkostnad i relation till förväntad färdigställandegrad har utvecklats från Plan 1982 till Plan 2004 dels för projektet som helhet, dels för posten SKB adm och FoU/FUD. I det övre vänstra hörnet har vi ett antal punkter sammanbundna med linjer som visar hur förväntad slutkostnad har varierat i takt med att förväntad färdigställandegrad ökat för att 2004 ligga vid 25,6%. Den andra kedjan av linjer avser posten SKB adm och FoU/FUD. Vi kan här se att förväntad slutkostnad har ökat med ungefär 100% och att denna post inte har kommit närmare färdigställande sedan 1996. Andelen återstående kostnader har åren 1996–2004 mellan 40–50%. Vi kan här jämföra med Concorde-projektet och tabell 9 som visade hur återstående kostnad reviderades upp allt eftersom medlen förbrukades, och undra när FUD-projektet kostnadseskalation kommer att avstanna och upphöra.



Figur 19. Förändring i prognostiserad slutkostnad relativt färdigställandegrad

Om vi återvänder till de delar av projektet vilka idag är i drift kan vi observera att dagens kalkyler visar på en lägre slutkostnad än vad som var fallet 1982, med reservation för att inget av dessa delsystem idag är färdigutbyggda. Vad gäller transportsystemet och speciellt SFR har slutkostnaden kraftigt justerats ned under 1980-talet. Hur för- och efterkalkylerna för de enskilda projekten inom dessa delar av programmet stämmer överens framgår inte av SKB:s redovisningar. Dock kan vi om CLAB läsa i SKBF redovisning från 1983 att: "Utökade personalinsatser under såväl investeringskedet som driftskedet, samt utökad lagervolym och längre driftsperiod, har inneburit en väsentlig kostnadsökning". Hur stort kostnadsöverdrag CLAB drabbades av går inte att utröna av SKBF/SKB:s rapporter. Ett exempel kan illustrera detta. Låt oss som i tabell 12 räkna fram prognostiserade och nedlagda kostnader för CLAB under åren 1980–1989.

Tabell 12. Investering och drift för CLAB 1980–1989

	Före 1983	1983		1985		1987		1989	Upp till 1989	Prognos 1979	Avvikelse från prognos
Investe- ring	1.768	1.013	714	190	26	3	0	4	3.718	4.264	-12,8%
Drift	0	40	54	87	271	132	126	99	809	870	-7,0%

Not: Miljoner kronor i penningvärde januari 2004

CLAB planerades redan i slutet av 1970-talet och vi kan därför ta Scandpowers siffror till utgångspunkt för våra beräkningar. Scandpower (1979) anger kostnaderna för investering till 1.225 miljoner (1.275 enligt uppgift från SKB) och för drift till 250 miljoner under 1980-talet. CLAB var alltså kostnadsberäknat till 1.225/1.275 miljoner i penningvärde 1978. Om vi sedan adderar ihop utgifterna ser vi att det centrala mellanlagret för använt bränsle i löpande penningvärde hade kostat ungefär 1.750 miljoner när det stod färdigt flera år senarelagt i mitten av 1980-talet. Anläggningen blev alltså ungefär 43% (37% vid 1.275 miljoner) dyrare än ursprungligen kalkylerat.

Hur mycket av denna fördyring som förklaras av sjunkande penningvärde framgår inte av SKBF/SKB:s rapporter. En omräkning av de uppgifter om nedlagda kostnader som SKBF/SKB har redovisat visar tvärt om att projektet i fast penningvärde de facto har blivit billigare än förväntat. Detta utesluter dock inte att projektet drabbades av "en väsentlig kostnadsökning" såsom SKBF:s rapport berättar. Om t ex SKBF hade tecknat kontrakt med de som byggde projektet om att dessa skulle uppföra anläggningen till ett fast pris om 1.225/1.275 miljoner så utgör alla tillkommande kostnader kostnader för förändringar, tillkommande arbete och pris- eskalation för dessa delar. Utan att känna till de eventuella pris- klausuler och kontrakt som tecknades vid upphandlingen är det därför omöjligt att veta i vad mån CLAB har drabbats av kostnads- eskalation. Detta som ett exempel på svårigheterna att transfor- mera löpande till fast penningvärde, och svårigheten att med ut- gångspunkt från SKB:s planrapporter analysera kostnadsutveck- lingen för enskilda projekt.

Risken för kostnadseskalation bör vara mindre för de delsystem som är i drift, dvs. transportsystem, CLAB och SFR, än för de anläggningar och system som återstår att bygga och ta i drift, dvs. kapselfabrik och inkapslingsanläggning för använt bränsle, djupförvar för använt bränsle, slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall och slutförvar för rivningsavfall. Enligt dagens prognoser står inkapslingsanläggning, rivning av kärnkraftverk och djupförvar för ungefär hälften av kostnaderna för hela kärnavfallsprojektet. Detta är system som återstår att certifiera, uppföra och ta i drift, varför det finns anledning att noga följa kostnadsutvecklingen för dessa delsystem.

De förändrade prognoserna av slutkostnaden för systemets olika komponenter kan bero både av förändringar i projekten och förändrade skattningar av kostnader. Ursprungligen var tanken att även dela upp nedlagda kostnader på investering och drift. Detta visade sig dock ogörligt då SKB i några fall måste ha omfördelat kostnader mellan investering och drift. Dessa problem att kunna följa kostnadsutvecklingen skulle kunna avhjälpas om SKB årligen, inte bara redovisade nedlagda och framtida kostnader, utan även jämförde de aktuella kostnadsskattningarna med närmast föregående års kostnadsskattningar och i fotnoter lämnade förklaringar till större avvikelser mellan årens kostnadsskattningar.

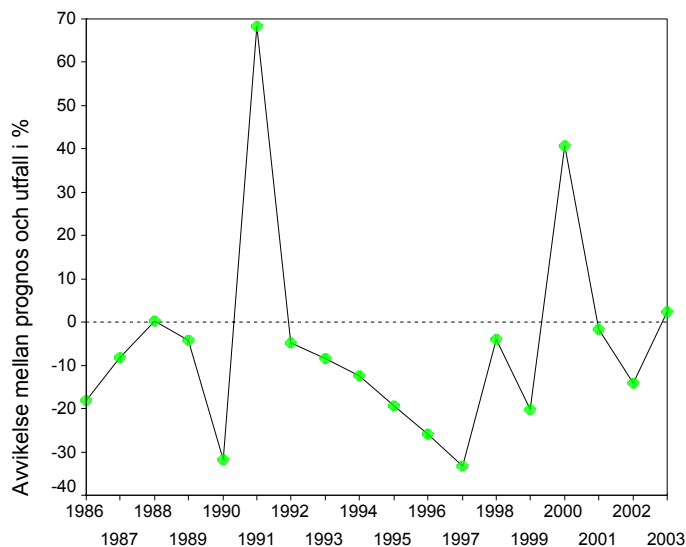
Avslutningsvis ska vi titta på hur väl SKB har kunna prognostisera hur mycket medel man skulle komma att förbruka under nästföljande år. SKB redovisar årligen i sin planrapport en prognos för nästföljande år som ligger till grund för begäran om att få ta i anspråk fonderade medel. Tabell 13 visar prognos respektive nedlagda medel under året i miljoner kronor, samt avvikelsen i absoluta belopp respektive procentuellt. Alla siffror denna gång i löpande penningvärde, detta till skillnad från tidigare tabeller och figurer. Figur 20 visar hur avvikelserna i procent varierar över åren, dvs. kolumn fem i tabell 13.

Som framgår av tabell 13 är träffsäkerheten i de årliga prognoserna inte så bra, även om över- och underskattningarna för perioden som helhet i stort tar ut varandra. I genomsnitt för perioden 1986–2003 har SKB prognostiserat att man kommer att förbruka 6,9% mer än vad man verkligen har förbrukat. Detta är inte helt ovanligt och brukar innebära att man inte har hunnit med att genomföra allt vad man har planerat att göra. Vi ser att man två år, 1991 och 2000, har förbrukat betydligt mer, än vad som var planerat; övriga år något mindre än planerat. Vad som har orsakat

dessa variationer framgår inte av SKB:s planrapporter, men vi kan gissa att det bakom dessa förskjutningar ligger tidsmässiga förskjutningar i planerade åtgärder, eller betalningstidpunkter. Det visar att SKB:s verksamhet inte är budgetstyrd utan målstyrd. Det gör det svårare att planera i vilken takt fondmedel ska tillföras verksamheten, men bör inte ha haft någon negativ effekt på kostnadsutvecklingen.

Tabell 13. Avvikelse mellan prognos och under året förbrukade medel

Budgetår	Prognos i MSEK	MSEK nedlagt under året	Avvikelser i MSEK	Avvikelse i %
2003	1.023	1.048	+25	+2,4
2002	1.023	879	-144	-14,1
2001	869	855	-14	-1,6
2000	735	1.034	+299	+40,7
1999	820	654	-166	-20,2
1998	1.250	1.200	-50	-4,0
1997	630	420	-210	-33,3
1996	540	400	-140	-25,9
1995	503	406	-97	-19,3
1994	541	474	-67	-12,4
1993	461	422	-39	-8,5
1992	391	372	-19	-4,9
1991	343	577	+234	+68,2
1990	633	432	-201	-31,8
1989	711	682	-29	-4,1
1988	632	633	+1	+0,2
1987	967	888	-79	-8,2
1986	1.200	984	-216	-18,0



Figur 20. Avvikelse mellan prognos och under året förbrukade medel

### 9.3 Några aspekter på det svenska kärnavfallsprojektets kostnader och kostnadsutveckling

#### 9.3.1 Kärnavfallsprojektets kostnadsnivå

Låt oss börja med att jämföra prognostiserade kostnader för det amerikanska och det svenska kärnavfallsprojekten. I USA beräknades rivning av kärnkraftverk kosta \$33 miljarder för 122 aggregat (GAO, 2004), dvs. \$270 miljoner per aggregat. Med dagens valutakurs (\$1=7,60SEK) blir detta 2.056 miljoner per aggregat; om vi långsiktigt tror på en valutakurs där \$1=10SEK blir det 2.700 miljoner. SKB:s skattning för rivning av 12 reaktorer uppgick 2004 till 15.580 miljoner, dvs. 1.298 miljoner per reaktor. Enligt denna mycket grova överslagsberäkning är det idag 58% dyrare att riva en reaktor i USA som i Sverige. Dock, en del av denna kostnads skillnad kan eventuellt förklaras av att DOE räknar i löpande penningvärde.

Övriga kostnader för omhändertagande av kärnkraftens restprodukter, exklusive rivning, beräknas i USA uppgå till \$58 miljarder; i

Sverige 62.346 miljoner. I USA har 125 reaktorer varit licensierade vilket ger \$464 miljoner per reaktor. Vid en valutakurs om \$1=7,60 blir detta 3.526 miljoner, och för \$1=10 får vi 4.640 miljoner per reaktor. Om vi utgår ifrån SKB Plan 2004 och subtraherar kostnaden för rivning från den totala kostnaden för hela systemet så får vi  $(62.346/12)=5.196$  per reaktor. Enligt denna lika grova överslagsberäkning är den amerikanska kostnaden för att omhänderta utbränt kärnbränsle idag 32% lägre, än den svenska. Att det skulle föreligga någon större stordriftsfördel i att anlägga ett lager för avfall från 125 reaktorer istället för 12 framgår inte. Dock, eftersom DOE räknar i löpande penningvärde prognostiseras det amerikanska systemet bli billigare per reaktor, än det svenska.

Enligt SOU (1994:107, s. 220) låg prognostiserade kostnader för slutförvar år 1993 i USA på 28% av motsvarande svenska kostnadsprognos per deponerad enhet, en skillnad som vid den tidpunkten förklarades av höga fasta kostnader som ger stordriftsfördelar. Denna kostnadsskillnad har i och med den kostnadseskala-tion som Yucca Mountainprojektet erfarit under det senaste årtiondet utjämnats. Varför kostnadsprognoserna för det amerikanska slutförvaret idag inte indikerar att det föreligger några markanta stordriftsfördelar i slutlager är oklart. Det kan vara på det sättet att det inte föreligger några markanta stordriftsfördelar i djupförvar för avfall från mer än 12 aggregat, men det kan också ha att göra med skillnader i djupförvarens utformning och gjorda kostnadsskattningar.

Även kostnadsbilden är mycket likartad. Kostnadsandelen som går till mellanlager är likartad. Likaså kostnaden för djupförvar inklusive FoU/FUD. Det amerikanska transportsystemet tar nästan dubbelt så stor andel i det amerikanska systemet, vilket kan förklaras av landtransporter och längre transportavstånd.

Vår mycket översiktliga kostnadsjämförelse tar inte hänsyn till kärnkraftverkens art (tryckvatten- eller kokarreaktorer), storlek eller drifttid, och inte heller mängden kärnavfall som en korrekt jämförelse borde göra. Dock bör vi kunna säga att prognoserna för rivning av kärnkraftverk ligger högre i USA, medan prognoserna för övriga delar av systemet idag ligger lägre. Att det skulle föreligga några markanta stordriftsfördelar i det ungefär tio gånger så stora amerikanska systemet framgår idag inte.

För att kunna göra en kostnadsskattning behöver man en ritning och plan att utgå ifrån. Det gäller både djupförvar och rivning av kärnkraftverk. Om denna plan inte visar sig stämma så kan det

komma att krävas förändringar. Nya ritningar och planer måste tas fram och de medel som har lagts ned på att ta fram den gamla planen kan delvis komma att visa sig vara bortkastade. En sådan situation kan uppstå t ex om kraven för att få ta i bruk ett slutlager skärps.

Kostnadseskalation kan också uppstå om det när man har börjat riva ett kärnkraftverk visar sig att man måste göra förändringar i planerat rivningsförvarande, kraven för rivning skärps eller att man underskattat tids- och resursåtgången. Sådana överraskningar brukar visa sig redan i början av anläggningsprojekt och drabba det första i en serie av likartade projekt. Risker för kostnadseskalation är alltså störst för rivningen av det första kärnkraftverket. Det bör finnas en läreffekt även vid rivning av kärnkraftverk på så sätt att både kostnaden och osäkerheten i kostnaden för rivning avtar i och med att fler verk rivs. Till följd av att rivning sker så lång tid efter avställning kan dock den situationen inträffa att samtliga 12 svenska reaktorer är avställda, eller snart kommer att bli avställda, när det första kärnkraftverket rivs. Det finns då ingen möjlighet att låta de som konsumerar kärnkraftsel betala eventuell kostnadseskalation. Ett sätt att reducera denna risk vore att riva ett av kärnkraftverken tidigt för att på så sätt få fram tillförlitligare kostnadsunderlag.

### 9.3.2 Kärnavfallsprojektets kostnadsutvecklingen

Om vi går över till att jämföra kostnadsutvecklingen för de amerikanska och svenska systemen blir skillnaderna betydligt större. Kostnadsprognoserna för det svenska systemet ligger år 2004 på ungefär samma nivå som 1982, eller 1,7% lägre (egentligen 3,0% lägre), samtidigt som det amerikanska systemet kan beräknas ha eskalerat med mer än 30% i fast penningvärde, förmodligen avsevärt mer om vi jämförde med prognoser gjorda 1982. Se tabellerna 1 och 10. Jämförelser är svåra att göra eftersom DOE inte räknar i fast penningvärde.

I det svenska systemet har slutkostnadsprognosen för de poster som avser system som har tagits i drift kraftigt justerats ned (transportsystem och SFR) eller i stort motsvarat 1982 års prognos (CLAB). De poster som under 1990-talet har börjat eskalera är framför allt SKB adm. FoU/FUD, samt i viss mån även rivning av kärnkraftverk. Den förra kostnadsposten bör inrymma mycket av



de kostnader som i det amerikanska systemet avser kostnaden för att certifiera och ta i drift ett slutlager, vad som i USA har benämnts ”site characterization program”. Denna kostnadspost har i det amerikanska systemet erfarit mycket stor kostnadseskalation. Från \$219–292 för tre slutförvar år 1981, via \$2,3 miljarder 1984 (se tabell 10) till \$5,5 miljarder 1997. Att DOE räknar i löpande penningvärde kan endast förklara en del av denna stora kostnadseskalation. Man kan säga att det inte var förrän 1984 som man i USA hade utarbetat en realistisk plan för slutförvar som kunde ligga till grund för en realistisk kostnadsskattning. Samtidigt har Yucca Mountainprojektet försenats 20–22 år, från idrifttagande 1998 till kanske 2020. Teknologin, människorna och sättet att göra kalkyler verkar vara likartade. Skälet till att det amerikanska projektet drabbats av större kostnads- och tidseskalation måste därför sökas i det organisatoriska kontextet.

Varför det amerikanska men inte det svenska projektet har drabbats av kostnadseskalation är oklart, men några observationer kan framföras. För det första måste de amerikanska kalkylerna gjorda före 1984 ha varit mycket ogenomarbetade. Det verkar vara först 1984 som man i USA tar fram en genomarbetad kostnadsskattning i klass med SKB:s kalkyl från 1982 eller Scandpowers kalkyl från 1979. Ett annat förhållande som kan ha bidragit till att de svenska prognoserna låg nära dagens nivå redan i slutet av 1970-talet kan ha varit att det då förelåg incentiv att fondera medel eftersom de fonderande bolagen erhöll skattecredit på fonderade medel. I princip var det därigenom skattemyndigheten som reglerade avsättningarnas storlek.

### 9.3.3 Kärnavfallsprojektets karaktär

Låt oss så gå över till frågan om det svenska kärnavfallsprojektet är ett anläggnings- eller utvecklingsprojekt; Om det bygger på känd teknologi eller förutsätter forskning och utveckling för att ta fram ny teknologi? SKB:s kostnadsredovisningar förmedlar ett intryck av att projektet bygger på känd teknologi och att de tekniska problemen är kända och lösta. Texten om slutförvar av långlivat avfall läsa:

För att inte i oskälig grad in-teckna framtida teknikutveckling bör slutförvar och barriärer baseras på känd och beprövad

teknik eller teknik, vars utveckling till ett tillämpningsstadium väl kan överblickas. (SKBF, 1982, s. 18)

Vidare:

SKB:s arbete med forskning, utveckling och demonstration (FUD) syftar till att ta fram nödvändiga kunskaper, underlag och data för att förverkliga slutförvaringen av använt kärnbränsle och annat långlivat radioaktivt avfall.

Under 1999 har SKB sammanställt och redovisat en säkerhetsanalys, SR 97, som visar att förutsättningarna för att enligt KBS-3-metoden bygga ett säkert djupförvar för använt kärnbränsle i svensk granitisk berggrund är mycket goda. ... Sammanfattningsvis konstaterades att det i SR 97 inte framkommit några omständigheter som innebär att förvaring enligt KBS-3-metoden skulle ha avgörande brister vad avser krav på säkerhet och strålskydd. Som en konsekvens av detta har SKB i samband med framtagandet av PLAN 2001 beslutat att alternativa metoder inte längre skall inkluderas bland variationerna vid analys av den kalkylmässiga effekten av oplanerade händelser (beräkning av tilläggsbeloppet). [Kommentar: Tilläggsbeloppet uppgår till 11,5-12,2% av grundbeloppet vid 80% konfidensgrad och 18,8-20,0% vid 90% konfidensgrad.] (SKB, 2003, s. 20)

SKB:s uppfattning delas av tidigare statliga utredare som i SOU (1994:107) drog följande slutsatser om de framtida kostnaderna för avfallshantering och rivning:

Åtgärderna inom avfallshanteringsprogrammet baserar sig i väsentlig utsträckning på känd teknik. Detta medför att kostnadsberäkningar för det planerade systemet kan genomföras med tämligen god tillförlitlighet. De översiktliga granskningar som vi låtit göra av de av SKB beräknade kostnaderna visar också att kostnadsuppskattningarna bedöms vara rimliga, möjligen med undantag för rivningskostnaderna. (SOU, 1994:107, s. 238)

Denna bild kontrasteras bjärt av den bild som DOE genom GAO ger av det amerikanska kärnavfallsprojektet. Där har det länge framhävts att slutförvar av långlivat radioaktivt kärnavfall är ett stort forsknings- och utvecklingsprojekt. Se t ex figur 10. Växande summor har satsats på forskning och utveckling. Redan under de första tre åren av framtagandet av en "site characterization plan" för Yucca Mountain hade dokumentationen vuxit från 300 till 5.000 sidor (GAO, 1987). Forsknings- och utvecklingsarbetet har

tagit längre tid än förutsett och detta har lett till att anläggningsarbetena har försenats och fördyrats. Trots dessa utvecklingsinsatser anses den tekniska osäkerheten fortfarande hög:

The uncertainties related to engineering barriers revolve largely around the longevity of the waste containers that would be used to isolate the wastes. DOE currently expects that these containers would be constructed with a nickel-chromium alloy that would isolate the wastes from the environment for more than 10,000 years. Minimizing uncertainties about the container materials and the predicted performance of the waste containers over this long time period is especially critical because DOE's estimates of the repository system's performance depend heavily on the waste containers, regulations and EPA's health and safety standards. .... A September 2001 interim report by the panel found no evidence thus far to rule out the use of the proposed container materials but noted that significant work is needed to substantiate the technical basis for predicting the stability of these materials. The report also stated that the uncertainty about the containers' long-term performance probably could be reduced substantially through further experiments and analysis.

The uncertainties related to the physical characteristics of the site involve a wide variety of issues. According to DOE officials, while some of these issues have been and are continuing to be studied by DOE, remaining uncertainties include

- the faulting and fracturing of the repository rock over time;
- the flow of water through the heated portion of the repository;
- the flow of water through the saturated and unsaturated zones of the repository under natural (prerepository) conditions;
- the stability of the repository under natural conditions, heated conditions, and conditions involving seismic events;
- the movement of radioactive material through the repository in the event of a release of this material;
- the effect of volcanic activity on the repository; and
- the combined effects of heat, water, and chemical processes in and around the tunnels where the waste containers would be placed. (GAO, 2002, s. 9)

Det är svårt att utifrån SKB:s och GAO:s rapporter uttala sig om kärnavfallsprojektets karaktär men det finns en hel del som talar

för att detta inte är ett vanligt anläggningsprojekt, utan ett anläggningsprojekt med betydande inslag av forskning och utveckling. För det första finns det inte någon prototyp som kan ligga till grund för design och kostnadsskattningar. Liknande anläggningar är under uppförande i andra länder där kärnkraft finnes, men det kommer ännu att dröja lång tid innan någon av dessa anläggningar kan tas i drift. Och några driftserfarenheter som kan bekräfta gjorda antaganden om hur länge slutdeponering kan erbjuda säkert förvar lär vi ännu få vänta länge på. För det andra består en betydande del av kostnaden för att ta ett första slutförvar för långaktivt avfall i drift av forskning och utveckling. I det amerikanska programmet för "cite characterization" i grova tal ungefär 50%. Och för det tredje anges det amerikanska projektet vara ett utvecklingsprojekt kring vilket betydande tekniska osäkerhet fortfarande kvarstår. Slutsatsen måste bli att det rör sig om ett anläggningsprojekt med betydande inslag av forskning och utveckling.

Varför SKB och GAO ger så olikartade bilder av respektive kärnavfallsprojekts karaktär kan vi endast spekulera i. Det kan hänga samman med att man i det svenska projektet valt att bygga på "beprövad teknik", som det uttrycks, och att man i USA istället valt att utveckla ny teknik. Om så är fallet är vi tillbaka till frågan i vad mån det svenska projektet har en karaktär av utvecklingsprojekt.

Det kan också hänga samman med projektens organisering. Det svenska projektet drivs av ett aktiebolag, SKB, ägt av de svenska kärnkraftsproducenterna. SKB producerar de årliga rapporter som här har studerats därför att det enligt lag åligger dem att redovisa kostnaderna för kärnavfallsprojektet till myndigheterna, och kan man tillägga, visa att man har teknik och förmåga att genomföra projektet. I USA ligger SKB:s uppgift på USA:s energidepartement (DOE). På grund av domstolarnas starka ställning i det amerikanska systemet kan det för DOE finnas ett intresse av att på papper fästa och offentliggöra alla osäkerheter som projektet är behäftat med för att undvika framtida stämningar. Om det osannolika inträffar kan man säga: Vi har redovisat detta men ingen har reagerat. Det statliga DOE måste dessutom vara berett att ta på sig ansvaret för slutförvaret långt efter det att det av kärnkraftsindustrin ägda SKB har lämnat över detta ansvar på den svenska staten. Vi har alltså ett system i vilket det kan finnas starka incitament för att framhålla alla utfall som kan tänkas inträffa och ett i vilket motsatsen föreligger. Detta skulle kunna vara en förklaring

till de olika bilder som ges av förekomsten av osäkerheter i de två systemen.

### 9.3.4 Några faktorer som kan påverka den framtida kostnadsutvecklingen

*Ingen tidspress.* En faktor som talar emot framtida kostnads-eskalation är att det inte föreligger någon tidspress. SKB har haft och kommer att ha mycket god tid på sig att både utveckla kunskap internt och att identifiera och förvärva extern kunskap. Det bör ge förutsättningar för att finna bra tekniska och kostnadseffektiva lösningar. Studier av t ex satsningar på nya affärsområden visar att företag som med framgång har genomfört sådana projekt i egen regi har tagit lång tid på sig för att planera sina projekt. Det har gett dem tid att observera och lära sig förstå den affärslogik som gäller i den nya branschen innan de har skridit till verket. I konkurrensutsatt industri råder dock av marknadsmässiga skäl ofta tidspress på så sätt att det är viktigare att snabbt etablera sig på den nya marknaden än att vänta till dess att man har tillgång till information om och kan välja den ur teknisk och ekonomisk synpunkt bästa lösningen. Någon sådan tidspress föreligger inte i detta fall.

*Den framtida prisutveckling oklar och outredd.* Vid så långsiktiga projekt som det här är frågan om kommer insatsvarornas relativprisutveckling att påverka utfallet. Om vi tror på höjd levnadsstandard innebär det att lönekostnadens andel av total kostnad vid oförändrad teknologi kommer att öka, och att maskinkapacitet kommer att bli billigare. I realiteten kommer förmodligen den tekniska utvecklingen att göra att vi om 20 år har tillgång till maskiner som kan göra samma arbete som idag till betydligt lägre kostnad.

Ett förhållande som har förändrat förutsättningarna för att prognostisera den framtida prisutvecklingen för kapital, tjänster och varor är den förändring som landet för närvarande genomgår från nationalstat till EU-medlemskap med fria gränsöverskridande rörelser för kapital och tjänster. Under 1980-talet kunde SKB utgå ifrån svenska förhållanden för att prognostisera framtida lönenivåer. Om man idag ska prognostisera framtida priser om 10-20 år kan det kanske vara bättre att utgå ifrån att svensk lönesättning kommer att anpassa sig till vad som gäller i angränsande länder och EU. Det är svårt att se att Sverige långsiktigt ska kunna upprätt-

hålla en kraftigt avvikande lönestruktur och beskattningssystem i ett gränslöst Europa.

*Risken för kostnadsdrivande förändringar.* Såsom har framgått av genomgången av studier av kostnadsavvikelser brukar långa planerings- och genomförandetider innebära att projekt på grund av externt initierade förändringar blir dyrare. Vissa projekt blir billigare, men de flesta blir dyrare. Förändringar kan bidra både till att höja och sänka kostnaderna, men i genomsnitt tenderar förändringar att bidra till kostnadsescalation.

Skälet till att projekt som tar lång tid att genomföra tenderar att drabbas av kostnadsescalation är att kraven på projektet förändras eller finansieringen instabil. Vi såg hur Vattenfalls stora vattenkraftprojekt under 1970-talet hade blivit dyrare därför att vattenkraftstationerna hade omoptimerats till det faktum att oljepris-höjningarna hade gjort vattnet mer värdefullt under projektens genomförandetid. På samma sätt kan man vara tvungen att göra förändringar i produktutvecklingsprojekt därför att efterfrågan har förändrats eller för att matcha nyligen lanserade konkurrerande produkter. Förändrade marknadsförutsättningar och ryckig finansiering hade i flera av de refererade studierna bidragit till kostnadsescalation, och i IT-projekt bidrog förändringar i kravspecifikationen till kostnadsescalation. Beställarna av mjukvara kunde i utgångsläget inte specificera exakt vad den nya mjukvaran skulle kunna utföra. Eftersom marknaden i konkurrensutsatt industri förändras snabbare än teknologin tenderar långa anläggningstider oftare att leda till kostnadsescalation, än motsatsen, och ju mer medel som har lagts ned på projektet desto dyrare kan förändringarna komma att visa sig bli.

I kärnavfallsprojektet är förutsättningarna något annorlunda. De externa krafter som kan initiera större förändringar är de krav som tillståndsgivande myndigheter ställer på verksamheten. Om kraven på de behållare som långvariga avfallet ska förvaras i, utformningen av slutförvar eller hur man får gå tillväga vid rivning av kärnkraftverk skärps eller förändras kommer detta att driva upp slutkostnaden.

Denna risk bör dock vara mindre i det svenska prövningsförfarandet genom att stor vikt läggs vid att tidigt förankra de tekniska lösningar som väljes genom ett omfattande samrådsförfarande. Detta samrådsförfarande bör ge SKB goda förutsättningar att tidigt förutse och ta hänsyn till de krav som vid den framtida tillståndsprovningen kommer att ställas på programmet från till-

stånds-givande myndigheter. SKB har genom sin höga kunskapsnivå sannolikt också möjlighet att även påverka utformning av standards. Förhållandena är annorlunda i det amerikanska systemet där utförare och tillståndsgivare är mer väl separerade. Det svenska sättet att kontrollera och förankra kärnavfallsprojektet bör ge utföraren större möjlighet till båda anpassning och påverkan.

Sedan kan naturligtvis förändringar i den design kärnavfallsprojektet idag har initieras även av andra skäl såsom att det senare visar sig att de tekniska lösningar som har valts och som man har varit överens om inte uppfyller de krav som man har ställt upp. Om detta upptäcks sent kan det visa sig mycket kostsamt.

*Teknisk utveckling.* Åt motsatt håll verkar teknisk utveckling. Om vi jämför med industri-anläggningar med lång ekonomisk livslängd såsom pappersmaskiner och kemiska fabriker finns det flera exempel på att anläggningarna inte skulle ha varit lönsamma att driva några decennier efter driftstart om inte vid investeringstillfället okända tekniska innovation hade tillkommit som gjort det möjligt att höja produktionen eller att producera produkter av högre kvalitet. Utan tekniska innovationer, okända vid beslutstillfället, och löpande produktivetsförbättringar, som balanserar ut långsiktigt sjunkande produktpriser skulle många långsiktiga investeringar snart bli olönsamma. Att det kan föreligga sådana positiva kostnadseffekter vid både kärnkraftproduktion och omhändertagande av utbränt kärnbränsle framgår även av SKB:s redovisningar:

- År 1982 angavs effekten för landets 12 kärnkraftsaggregat till 9.430MW; år 2004 till 10,040MW, dvs. en ökning med 610MW. Det motsvarar ungefär ett aggregat av Barsebäcksaggregatens storlek.
- Livslängden för en reaktor angavs 1982 till 40 år, idag 60 år med en genomgripande renovering vid 30 år.
- SKB har uppföra ett mellanlager för använt kärnbränsle (CLAB). Detta lager byggdes för en lagringskapacitet på ca 3,000 ton bränsle men genom införandet av nya lagringskassetter har kapaciteten i samma lager senare kunna höjas till 5,000 ton, en kapacitetsökning om 66% till förmodligen en relativt låg kostnad jämfört med ursprunglig investeringsutgift.

Den mycket långa genomförandetiden bör ge goda möjligheter att tillvarata produktivitetsförbättringar och teknisk utveckling, om inte förändrade standardkrav och olämpliga teknikval nödvändiggör förändringar som helt kommer att äta upp de vinster som teknisk utveckling kan ge.

*Planeringshorisontens längd.* Dock, den långa planeringshorisonten är i sig själv alltid en osäkerhetsfaktor. Ingen kan idag med säkerhet säga vilken teknik som finns för att deponera eller upparbeta använt kärnbränsle när djupförvaret för långlivat kärnavfall är i drift, vem som står som ägare till dagens svenska kärnkraftsoperatörer, om det till dess har skett ytterligare en allvarlig kärnkraftsolycka av typ Tjernobyl, eller hur opinionen och de politiska partierna då ser på kärnkraftteknologin. Vi behöver bara dra oss till minnes vad som har hänt under de senaste 40 åren för att konstatera att det kan vi inte. Vi kan inte förutsäga alla tekniska innovationer, sociala och politiska förändringar som kan komma att ske under en så lång tidsperiod. Varje plan med en så lång tidshorisont måste vara behäftad med stor osäkerhet; osäkerhet för händelser som vi idag inte kan förutse eller vars sannolikhet idag förefaller oss mycket låg.

### 9.3.5 Kärnavfallsprojektets tidsplan

Vad gäller kärnavfallsprojektets karaktär så är det ytterligare en aspekt som behöver beröras nämligen huruvida Sverige bör agera pionjär eller imitator på kärnavfallsmarknaden. Västvärldens kärnkraftsländer har valt olika strategier för när man ska ta i drift ett slutförvar för långaktivt avfall. Se tabell 13. Tyskland och USA avsåg 1994 att ta i drift sina slutförvar redan 2008 respektive 2010. I båda fallen drivs utvecklingen på av politiska beslut och målsättningar som stipulerar ett snabbt utvecklande och idrifttagande av slutförvar. Japan och Storbritannien har valt att vänta med att ta i drift ett slutförvar till 2030 respektive senare än 2040. I Storbritanniens fall påverkat av att man har valt att upparbeta använt bränsle före slutförvar. Övriga europeiska stater siktade på 2020 eller senare. Vad gäller Storbritannien så talade man vid den tidpunkt som tabell 13 avser om att inte börja riva sina kärnkraftverk förrän 100 år efter det att de hade avställts (Surrey, 1994).

I de flesta länder torde tidpunkten för när slutförvar ska ske ha varit dikterad av tekniska överväganden, och politiska målsätt-



ningar och beslut. Frågan när ett slutförvar bör tas i drift är dock inte bara en teknisk och politisk fråga, utan även en ekonomisk fråga. T.ex. angav SKB 1982 kostnaden för en senareläggning av alla slutförvarsanläggningar med 10 år till 9.440 miljoner i penningvärde januari 1981. Den höga kostnaden för en senareläggning motiveras av att avfallet måste mellanlagras under längre tid. Det bör kanske i detta sammanhang tillfogas att kostnaden för mellanlagring har justerats ned sedan 1982.



Om kostnaderna för mellanlagring talar för ett tidigareläggande, så finns det flera faktorer som talar för en senareläggning. Att säkerställa ett system för slutförvar som under 10.000 år kan förhindra spridning av radioaktivt material i berggrunden har visat sig vara en stor utmaning och ett stort forsknings- och utvecklingsprojekt. Som framgick av Kleins lärhastighetshypotes kan osäkerheten om var slutkostnaden för ett sådant projekt kommer att stanna inte helt reduceras ex ante. Det har kostat och kommer att kosta stora summor att utveckla, utprova och certifiera ett slutförvar, och det är ännu osäkert vad det kommer att kosta att ta i drift ett sådant förvar.

Samtidigt bedrivs det utvecklingsarbete parallellt i de flesta kärnkraftsländer, och eftersom kunskapsspridningen i programmen emellan förmodligen är omfattande är det billigare att köpa, än att utveckla den kunskapen. Ett skäl för att vara pionjär är att tidigt skapa sig en position på marknaden, men det argumentet kan inte gälla för Sverige i detta fall. Stora kärnkraftsländer såsom USA, Frankrike, Japan och Tyskland bör med sina större ekonomiska resurser och hemmamarknader ha bättre förutsättningar att lyckas skapa sig en position på en eventuell framtida exportmarknad för kärnavfallsteknik. Ett viss kunskapsnivå är nödvändig för att kunna identifiera och upphandla ny teknik, men den kunskapen lär redan nu finnas. En senareläggning ger tid att observera och lära av det utvecklingsarbete som bedrivs världen över, samtidigt som osäkerheten om slutkostnaden blir lägre om man kan upphandla känd teknik istället för att utveckla okänd teknik. Frågan är om nuvarande tidsplan är den ekonomiskt mest kostnadseffektiva.

I ett vidare perspektiv kan man konstatera att tidsplanen varken i Sverige eller i andra kärnkraftsländer har bestämts av några beräkningar och sökande efter en optimal ekonomisk tidpunkt för nedläggning och rivning av kärnkraftverk, eller byggande och inspråkstagande av slutförvar, utan av andra överväganden. I alla fall har inte några sådana beräkningar presenterats vare sig i det svenska eller amerikanska material som här har studerats.

### 9.3.6 Kärnavfallsprojektets organisering

Kärnkraftsproduktion är speciell på så sätt att verksamheten ger upphov till stora negativa restvärden för rivning av uttjänta kärnkraftverk, omhändertagande av rivningsavfall, utbränt kärnbränsle

och driftavfall; utbetalningar som ligger decennier efter det att kärnkraftsverket har tagits ur produktion. Ingen annan verksamhet av liknande betydelse ger upphov till så stora negativa restvärden så långt in i framtiden. Kärnkraftsbolagen uppmärksammade detta förhållande under 1970-talet och började därför avsätta medel för att klara dessa framtida utbetalningar samt genom sitt samarbetsorgan SKBF AB planera för hur man skulle ta hand om kärnkraftens radioaktiva avfall. Eftersom fondering av medel för framtida utbetalningar erbjöd en möjlighet att skjuta på beskattningen av vinstmedel förelåg det ekonomiska incitament för att göra stora avsättningar, vilket ledde till att revisorer och skattemyndigheten uppmärksammade avsättningarna. Skattekrediten skulle dessutom bidra till att göra kärnkraftsel mer konkurrenskraftig.

Detta ledde med tiden till en statlig utredning om organisation och finansiering av kärnkraftens radioaktiva avfall (SOU 1980:14). Vid denna tid hade inget land ännu bestämt sig för hur dessa frågor skulle regleras varför Sverige kom att bli först med att reglera formerna för organisation och finansiering av kärnkraftens restprodukter. Utredningen utgick bl.a. ifrån att det är kärnkraftsbolagen som har det samlade tekniska och finansiella ansvaret för hantering och förvaring av kärnkraftens restprodukter, samt att den som brukar kärnkraftsproduktionen också ska stå för kostnaderna för denna produktion. Kostnaderna för dagens produktion av kärnkraftsel ska inte få belasta framtida generationer.

Dessa överväganden ledde fram till att hanteringen av kärnkraftens restprodukter precis såsom tidigare lades på kärnkraftsbolagen och SKBF, senare Svensk kärnbränslehantering AB (SKB), därför att det var i dessa organisationer som kompetens fanns att ta hand om kärnkraftens restprodukter. Vidare gjordes det klart att den långa tid som långsiktigt avfall måste övervakas gör det nödvändigt att långsiktig lägga övervakningen av slutförvar på staten. Ansvaret för långsiktig övervakning kommer sålunda att i en framtid överföras på staten. Statens behov av kontroll tillgodosågs bl.a. genom Statens kärnkraftsinspektion, Statens strålskyddsinstitut, Nämnden för hantering av använt kärnbränsle (NAK) och ägarinflytande i Vattenfall. NAK som övervakade avgiftsuttaget har senare avskaffats, dess övervakande uppgift överförts på SKI och de medlen som ursprungligen förvaltades av Riksbanken förvaltas nu av Kärnavfallsfondens styrelse.

Andra länder har valt andra sätt att organisera verksamheten. I t.ex. USA är det energidepartementet (DOE) som bygger slut-

förvar genom att upphandla forskning, utveckling och anläggningsarbeten, och övervakar kärnkraftsbolagen fondering av finansiella medel. Andra länder som har valt att lägga denna uppgift på statligt ägda bolag är Belgien, Frankrike och Tyskland. I Sverige, liksom i Finland, Nederländerna, och Storbritannien, har man valt att lägga ansvaret för att omhänderta kärnkraftens restprodukter på kärnkraftsbolagen och deras organ. Det finns argument för båda lösningarna. Ett skäl till att länder med många kärnkraftverk såsom Tyskland, Frankrike och USA har valt statliga lösningar kan vara att man genom det stora antalet kärnkraftverk har haft större ekonomiska möjligheter att bygga upp erforderlig kompetens i en statligt ägd organisation utan att rucka på principen att inte separera ansvar och kompetens.

Fonderingssystemen skiljer sig än mer åt vad gäller när betalning ska ske och hur fonderade medel får investeras i nämnda kärnkraftländer. Även om förskottsinsbetalningar verkar vara det vanliga, så sker inbetalningar av avgifter först när avfallet levereras i Belgien, Nederländerna och Storbritannien. De stora kärnkraftländerna Frankrike, Storbritannien, Tyskland och USA har alla valt att låta kärnkraftoperatörerna fondera medel. Sverige och andra mindre länder såsom Belgien och Finland valt att lägga medlen i statligt kontrollerade organisationer; Nederländerna i ett nationellt bolag motsvarande SKB.

I samtliga här nämnda länder har man på något sätt lagt det finansiella ansvaret på kärnkraftbolagen. Samtidigt finns det en gräns för kärnkraftoperatörernas betalningsförmåga och möjlighet att bära sådant ansvar. Om det t.ex. skulle ske en allvarlig kärnkraftsolycka är det inte säkert att operatören tillsammans med de försäkringar som finns skulle kunna täcka hela kostnaden, varför det i slutändan kan komma att bli staten som tvingas träda in och täcka de kostnaderna. Formellt sett har ägarna till kraftbolagen inte större ekonomiskt ansvar för de bolag som kärnkraftverken ligger i, än vad som specificeras av aktiebolagslagen. På liknande sätt kan staten bli tvungen att tillskjuta kapital om det i en framtid visar sig att fonderade medel inte kommer att räcka till. Och när sedan staten övertar ansvaret för slutförvar från kraftbolagen övertar man också det finansiella ansvaret för framtida åtgärder som av olika skäl kan komma att behöva genomföras. I Sverige har vi inte såsom i USA någon tradition av att stämma ansvariga i det fall läckage skulle ge skador, men mot bakgrund av den internationella harmonisering som skett inom andra områden kan det inte ute-

slutas att sådana stämningar i en framtid kan göras även i det svenska rättssystemet. I så fall skulle staten kunna bli ersättningsansvarig för de åtgärder som kraftbolagen har genomfört. Med tanke på att det finansiella ansvaret för större olyckor och den långsiktiga förvaringen av radioaktivt avfall endast kan bäras av staten, är det naturligt att staten vill försäkra sig om att risken för att staten ska behöva skjuta till medel minimeras.

Problemet med kärnkraftens radioaktiva restprodukter kan delas upp i två delar; en teknisk och en ekonomisk. Det tekniska problemet handlar om att utforma bra tekniska lösningar för rivning av kärnkraftverk och omhändertagande av kärnkraftens restprodukter. Denna uppgift ligger på kärnkraftinnehavarna och deras samverkansbolag SKB. Verksamheten övervakas av bl.a. SKI och SSI. En viktig fråga har varit att inte bara finna en teknisk bra lösning utan att även finna en lösning som kan förankras i samverkansprocessen och vinna den acceptans som är nödvändig för att projektet ska kunna genomföras.

Kärnavfallsprojektet har i praktiken kommit att delas upp i två delar; rivning av kärnkraftverk och omhändertagande av radioaktiva restprodukter, där den förra delen står för 31 % och den senare för 69 % av återstående kostnader vid alternativet avställning av reaktorerna efter 25 års intjänandetid; 31 % av återstående och 20 % av kärnavfallsprojektets totala kostnader. Detta enligt de kostnadsprognoser som presenterades i juni 2004 (SKB, 2004). Vad gäller omhändertagandet så bedrivs sedan mitten av 1980-talet ett omfattande forsknings- och utvecklingsarbete, det s.k. FUD-programmet, vilket reaktorinnehavarna enligt lag (1984:3) om kärnteknisk verksamhet är ålagda att genomföra och ”vart tredje år insändas till regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer för att granskas och utvärderas” (12 §). Denna granskning sköttes tidigare av NAK, numera av SKI.

Kärntekniklagen stipulerar även att det som senare kom att benämnas FUD-programmet ska innefatta både omhändertagandet av restprodukter och rivning av kärnkraftverk. Hitintills har dock programmet varit inriktat mot restprodukt delen. SKB har senast 1994 som en bilaga till planrapporten redovisat ”Teknik och kostnader för rivning av svenska kärnkraftverk”. Denna fokusering på metoder för säkert slutförvar har säkert varit väl motiverad av de stora tekniska problem som konstruerandet och uppförandet av ett säkert slutförvarssystem erbjuder, men gör samtidigt att rivning ur kostnadssynpunkt ter sig mer osäker speciellt som de svenska

kostnadsskattningarna för rivning ligger lågt i ett internationellt perspektiv. Dock, alldeles oberoende av hur länge kärnkraftverken kommer att drivas så måste FUD-programmet förr eller senare även fokusera på rivning och kärnkraftinnehavarna visa att de kan riva ett kärnkraftverk, och därmed kommer denna osäkerhet att kunna skingras.

Det ekonomiska problemet handlar om att se till att den som brukar kärnkraftsproduktionen också ska stå för kostnaderna för denna produktion. Kostnaderna för dagens produktion av kärnkraftsel ska inte få belasta framtida generationer. Rent administrativt kan problemet delas upp i två delar dels förvaltning av fonderade medel, dels bestämning av avgifter och användning av avgiftsmedel. Dessa uppgifter låg tidigare på NAK. Numera ligger förvaltningen på Kärnavfallsfonden, och den senare uppgiften på SKI där det sorterar under Avdelningen för kärnavfallssäkerhet, K-avdelningen som är en av organisationens tre avdelningar och som enligt SKI:s organisationsschemat på organisationens hemsida ”ansvarar för frågor som rör säkerheten vid behandling, hantering, lagring och slutförvar av kärnavfall och använt kärnbränsle”.

I förordning (SFS nr: 1988:523, med ändringar införda t.o.m. SFS 2000:170) med instruktion för statens kärnkraftinspektion anges följande uppgift för denna enhet.

1 § Statens kärnkraftinspektion är central förvaltningsmyndighet med uppgift att övervaka dels säkerheten vid kärnteknisk verksamhet, dels genomförandet av den forskning och utveckling och det program för bl.a. sådana frågor som avses i 11 och 12 §§ lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet. Dessutom skall kärnkraftinspektionen handlägga vissa finansieringsfrågor på kärnavfallsområdet. Förordning (1992:480).

2 § Inspektionen skall särskilt

8. besluta om användning av avgiftsmedel enligt lagen (1992:1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m. och lagen (1988:1597) om finansiering av hantering av visst radioaktivt avfall m.m., utom när regeringen skall fatta ett sådant beslut. Förordning (2000:170).

Vidare specificeras om styrelsens ansvar och uppgifter:

11 § Utöver vad som anges i 13 § verksförordningen (1995:1322) skall styrelsen besluta

1. om förslag till dels avgifter enligt 5 § lagen (1992:1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m., dels omfattningen av de säkerheter som skall ställas enligt lagen.

SKI har att lämna förslag om avgifter och besluta om användning av avgiftsmedel. Medlens användning bestämmer hur effektivt medlen utnyttjas, och endast genom att avgiften är den rätta går det att garantera att en av målsättningarna men det svenska systemet, nämligen att den som konsumerar kärnkraftsel ska betala dess korrekta kostnader, uppfylls. Förslag till avgift och beslut om användning av avgiftsmedel är sålunda två mycket viktiga uppgifter som dock hitintills har haft betydligt lägre prioritet än såväl teknik som fondering. I princip handhas dessa uppgifter idag av en av SKI:s cirka 115 anställda.

Det är sant att eventuell framtida kostnadsescalation kan klaras genom senareläggning om förräntningen på fonderade medel är högre än prisutvecklingen för de åtgärder som ska utföras, men endast en korrekt skattning av kostnaderna kan garantera att det är konsumenterna av kärnkraftsel som också får betala kostnaderna för kärnkraftens restprodukter. Det finns inget annat sätt att uppfylla denna målsättning.

Fonderade medels förräntning ägnas i det nuvarande systemet betydligt större vikt, än avgiftens storlek. Man tycks tänka att man kan klara eventuella kostnadsökningar genom att senarelägga projektet, eller placera fonderade medel tillgångar med högre risk. Man bör dock här uppmärksamma att man inte kan erhålla högre avkastning på fonderade medel utan att acceptera en högre risknivå för gjorda placeringar.

Mot bakgrund härav förefaller det nödvändigt att ge granskningen av kärnkraftens kostnader, avgiftens storlek och medlens användning, betydligt högre prioritet än vad som för närvarande är fallet. Detta för att garantera att kärnkraftselens förbrukare även betalar dess kostnader och att medlen används på effektivaste sätt.



### 9.3.7 Risken för kostnadseskation relativt andra risker

Risken för kostnadseskation är endast en av flera större risker som kan komma att påverka kärnavfallsprojektet genomförande och finansiering. Andra faktorer som positivt eller negativt kan påverka projektet är t.ex. teknisk utveckling, säkerhetskrav och certifieringsprocessen för nya kärnavfallsanläggningar, när kärnkraftverken kommer att ställas av, en allvarliga kärnkraftsolycka någonstans i världen och avkastningen på fonderade medel; faktorer vars bedömning försvåras av den mycket långa planeringshorisonten. Den risk som är enklast att jämföra med risken för kostnadseskation är risken för att avkastningen på fonderade medel inte blir den man tänkt. I Kärnavfallsfondens årsredovisning från 2002 sattes genomsnittlig årlig avkastning till lägst 4 % real avkastning.

Målet är att – med beaktande av de begränsningar i placeringsverksamheten som statsmakterna beslutat om – uppnå högsta möjliga reala avkastning på det förvaltade kapitalet. Mot bakgrund av hitintills uppnådd avkastning och redan gjorda placeringar med långa löptider bör styrelsen för perioden 1996–2020 uppnå en genomsnittlig årlig real avkastning på lägst 4 procent på det bokförda värdet av det förvaltade kapitalet. (Kärnavfallsfondens ÅR 2002, s. 9)

Kärnavfallsfonden har sedan 2002 möjlighet att placera fondens medel i reala eller nominella obligationer, samt på Riksgäldskontoret med nominell avkastning till reprobaserad ränta, s.k. avistaplacering. Man har även föreslagit att få placera medlen friare för att uppnå högre avkastning. Den mest omfattande genomgången av historisk avkastning på aktier, nominella obligationer och växlar, dvs. papper med korta löptider, har presenterats av Dimson et al. (2002). De har samlat in och presenterar data om avkastningen på 16 marknader under det senaste århundradet. Som framgår av tabell 14 ligger den genomsnittliga reala avkastningen endast på 1–2 procent. Orsaken till obligationer och växlars dåliga långsiktiga avkastning är att avkastningen på obligationer på många marknader tidvis har urholkats av hög inflation. Räntebärande papper betraktas ofta som förhållandevis riskfria. Det hindrar inte att förluster kan förekomma. Tyska investerare i växlar förlorade allt 1923 på grund av hyperinflation och efter det andra världskriget förlorade obligationsinnehavare 92 % av värdet. Samtidigt står det klart att avkastningen har varierat kraftigt från årtionde till år-

tionde. Den höga avkastning som aktiemarknaden uppvisat under de senaste decennierna är i ett historiskt perspektiv unik.

Det bör här infogas att valet mellan att investera i aktier, obligationer eller växlar är en fråga om vilken risknivå man är villig att acceptera. Långsiktigt har aktieindex utvecklats bättre, än obligationer och växlar, men variationsvidden från år till år och från decennium till decennium är också större. Vissa decennier har det varit bättre att investera i obligationer än aktier, och tvärt om. För enskilda aktier har variationsvidden naturligtvis varit än större. Det är ju inte helt ovanligt att bolag går i konkurs eller måste rekonstrueras.

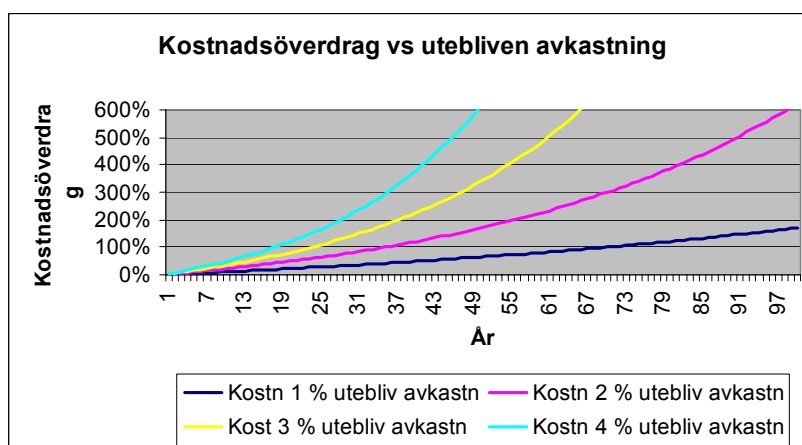
Som det nu ser ut uppnår dock kärnavfallsfonden mycket god avkastning med ringa risk genom att man har en stor andel realobligationer med god avkastning. Mot bakgrund av långsiktig historisk avkastning förefaller det dock tveksamt om kärnkraftsfonden kan förnya dessa obligationer till de höga realräntor som gäller för



dagens realränteobligationer. Kärnavfallsfonden har också inför 2004 antagit en ny placeringsstrategi och justerat ned detta avkastningskrav.

Kärnavfallsfondens styrelse anser att avgiftsberäkningen för år 2004 bör grunda sig på det bokförda värdet av fondkapitalet den 31 december 2002 (29 429,3 miljoner kronor) och en genomsnittlig årlig real avkastning på 3,25 procent på det bokförda värdet av det förvaltade kapitalet under perioden fram till och med 2020 och 2,5 procent under perioden därefter. (Kärnavfallsfonden, 2003, s. 1)

Låt oss anta att den nedjustering som fonden här gör motsvarar en nedjustering av avkastningsmålet för fonderade medel med 1 %. För att få en känsla för hur stor betydelse det kan ha om projektet kommer att drabbas av kostnadsescalation relativt förändringar i avkastningen på fonderade medel har figur 20 tagits fram. Den visar att kostnaderna för utebliven avkastning med 1 % efter 70 år är lika stor som kostnaden för ett kostnadsöverdrag om 100 %. Vid en 2 % negativ differens mellan erhållen och kalkylerad avkastning tar det 36 år innan kostnaderna för utebliven avkastning är lika stor som ett kostnadsöverdrag om 100 %. Motsvarande tider är 24 respektive 16 år för 3 alternativt 4 %-iga avvikelser.



Figur 21. Förhållandet mellan kostnadsöverdrag och avkastning på fonderade medel

Om förräntningen under de närmaste 41 åren, dvs. fram till och med ungefär 2045 när djuplagret är planerat att tas i drift, blir 1 % lägre än förväntat, vilket nu antyds av Kärnavfallsfonden, så motsvarar detta en kostnadseskallation om 50 % för projektet som helhet. Se tabell 16. Om förräntningen blir 2 % lägre än förväntat under de närmaste 36 åren, dvs. fram till 2040, så motsvarar detta en kostnadseskallation om 100 % för projektet som helhet.

Mellanlager och slutförvar för lågaktivt avfall är redan idrifttagna. Något större kärnkraftverk har ännu inte rivits, inkapslingsanläggning och slutförvar återstår att certifiera, bygga och ta i drift. Sannolikheten för att de senare posterna drabbas av avvikelser är därför större, än för de förra. Låt oss anta att SKB, adm., FoU/FUD, inkapslingsanläggning, djupförvar och rivning drabbas av kostnadseskallation. En sådan kostnadseskallation kan uppgå till 33 % relativt 2003 års siffror, innan kostnadseskallationen får värre konsekvenser än en sänkning av avkastningen på fonderade medel med 1 % under 20 år. För en post som rivning av kärnkraftverk, för vilken SKB:s prognos ligger lägre än motsvarande amerikanska skattningar, motsvarar detta en kostnadseskallation om 102% från dagens prognostiserade kostnad 16.035 miljoner, dvs. den svenska skattningen kommer i nivå med eller något högre än motsvarande amerikanska. Om förräntningen under 20 år istället blir 2 % lägre så motsvarar detta en kostnadseskallation om hela 226 % för rivning och 53 % för ännu ej idrifttagna delsystem, osv.

Frågan är om sannolikheten för att kärnavfallsprojektet kommer att drabbas av en kostnadseskallation om av en viss storlek är högre än risken för att avkastningen på fonderade medel blir lägre än förväntat. Som framgår av tabell 15 kan kärnavfallsprojektet byta en ganska stor kostnadseskallation mot endast en procents högre förräntning, ett förhållande som förstärks i och med att det inte finns några fasta tidpunkter för när projektens delsystem ska tas i bruk. Så länge som förräntningen på fonderade medel är tillräckligt hög kan därför kostnadseskallation bytas mot en senareläggning. Förräntningen på fonderade medel blir mycket betydelsefull när utbetalningarna ligger så långt in i framtiden som här är fallet. I detta sammanhang bör dock åter påpekas att vilken placering som väljes bl.a. är en avvägning mellan förväntad avkastning för en viss typ av placering och vilken risknivå man är villig acceptera för fonderade medel. Hög avkastning är inte riskfri.

Det bör tilläggas att riskerna för kostnadseskallation och sänkt avkastning naturligtvis lika väl kan adderas som ta ut varandra. I det



senare fallet är dock risken låg under de närmaste två decennierna eftersom en stor del av fondmedlen är investerade i realobligationer med, år 2003, en återstående löptiden av 15,9 år. Enligt Kärnavfallsfondens årsredovisning för 2003 var durationen i fondens portfölj vid utgången av år 2003 11,9 år.

Dessa resonemang förutsätter att valutaförändringar inte påverkar relativpriserna. Fonderade medel är investerade i svenska kronor. Om den svenska kronan fortsätter att sjunka i värde relativt andra valutor, som har varit fallet de senaste årtiondena, och kärnavfallsprojektet har betalningar i annan valuta eller prisutvecklingen för insatsvaror i kärnavfallsprojektet bestäms av prisutvecklingen i annan valuta så kan detta negativt påverka fonderades medel förmåga att täcka framtida kostnader för kärnavfallsprojektet.

#### 9.4 Några slutsatser och rekommendationer

1. Den prognostiserade totala kostnaden per kärnkraftverk för det svenska kärnavfallsprojektet ligger på samma storleksnivå som det amerikanska. Kostnadsprognosen för rivning av kärnkraftverk är dock lägre i det svenska systemet.
2. Det svenska kärnavfallsprogrammet har inte erfarit någon kostnadseskaleration sedan SKBF:s första planrapport 1982. Kostnadsprognoserna har dock varierat en del från år till år. Upp till 1984 ökade de för att sedan successivt minska fram till 1996 när prognoserna åter igen pekade uppåt. För närvarande, dvs. i SKB:s plan 2004-rapport, ligger prognosen ungefär på samma kostnadsnivå som i 1982 års prognos.
3. De tre delsystem som har tagits i drift, transportsystem, CLAB och SFR, uppvisar snarare kostnadsdeeskalation, än kostnadseskaleration. CLAB uppvisar en mindre kostnadseskaleration om ungefär 10 %, medan transportsystem och SFR underskrider den ursprungliga prognosen med ungefär 46 % respektive 42 %.
4. Enligt 2004 års prognoser har endast 36 % av projektet ännu genomförts. Huvuddelen av de återstående kostnaderna ligger på ännu ej idrifttagna system såsom inkapslingsanläggning, rivning och djup-förvar. Sjuttiosex procent av prognostiserade återstående kostnader är hänförliga till dessa tre delsystem. Det är också dessa delsystem som tillsammans med SKB adm.

FoU/FUD har svarat för den kostnadseskalation som prognoserna har visat sedan 1996. Prognosen för återstående kostnader har faktiskt för projektet som helhet ökat med 12,3 % åren 1996–2004, från att tidigare årligen ha minskat. Detta och det faktum att praktiska erfarenheter ännu saknas av inkapslingsanläggning, rivning och djupförvar gör att man bör noggrant följa dessa delsystems fortsatta kostnadsutveckling, förutom SKB adm. FoU/FUD, så att man i tid kan anpassa avgiftsnivån till förändringar i prognoserna för projektets slutkostnad.

5. Ännu har inte något svenskt kärnkraftverk rivits eller något slutförvar för långaktivt avfall tagits i drift. Liknande anläggningar är under uppförande i andra länder men ännu saknas det förebilder från anläggningar i drift. Vilka standardkrav som kommer att gälla när tillståndsprovning sker kan man inte med säkerhet förutse. Kärnavfallsprojektet har ett starkt inslag av utvecklingsprojekt och kostnadsfördyrande överraskningar kan därför tillstöta.

Å andra sida finns också faktorer som talar för att projektet inte ska behöva drabbas av kostnadseskalation. Det föreligger inte någon tidspress eller medelsbrist. Projektansvariga kan ta den tid som behövs för att utforma och välja bra tekniska och ekonomiska lösningar. Förändrade standardkrav kan komma att nödvändiggöra kostnadsfördyrande förändringar i projektet, men denna risk mildras av att kärnkraftsinnehavarna förmodligen har ganska bra möjlighet att genom det svenska samrådsförfarandet förutse och påverka utformningen av de krav som kommer att ställas vid en framtida tillståndsprovning. Avsaknaden av tidspress, medelbrist, och behov av att anpassa produkten till marknadens svängningar bör dessutom leda till att SKB har goda möjligheter att ta tillvara de kostnadsreducerande vinster som teknisk utveckling och lärande kan ge, i jämförelse med projekt inom den konkurrensutsatta sektorn.

Vad gäller standardkrav bör vi betänka att det gäller att kunna förutse vilka krav som kommer att ställas den dagen i en framtid när slutförvar och rivning ska tillståndsprovvas, och det är naturligtvis svårt att idag förutse exakt vilka krav som kommer att ställas om 10–20 år. Om De lösningar som SKB har utarbetat inte godkänns kan detta innebära betydande kostnadsökningar och senareläggning. Risken för detta bör dock reduceras genom det svenska samrådsförfarandet.



6. Kärnavfallsprojektet har i praktiken kommit att delas upp i två delar; rivning av kärnkraftverk och omhändertagande av radioaktiva restprodukter. Vad gäller omhändertagandet så bedrivs sedan mitten av 1980-talet ett omfattande forsknings- och utvecklingsarbete, det s.k. FUD-programmet. Kärntekniklagen stipulerar att det som senare kom att benämnas FUD-programmet ska innefatta både omhändertagandet av restprodukter och rivning av kärnkraftverk. Hitintills har dock programmet varit inriktat mot restproduktdelen. Rivning av avställda kärnkraftverk har inte givits samma prioritet. Likväl beräknas år 2004 rivning av kärnkraftverk svara för 31 % av återstående kostnader för ännu ej idrifttagna delsystem. För att kunna säkerställa att rivning av kärnkraftverk kan bekostas av avgifter från kärnkraftsel vore det därför ur kostnadsprognossynpunkt önskvärt att ökad fokus gavs åt att ta fram underlag för att göra kostnadsskattningar av rivning av kärnkraftverk. Osäkerheten kring rivningskostnaderna späds på av att de svenska skattningarna framstår som låga jämfört med amerikanska skattningar.
7. Osäkerheten kring rivningskostnaderna bör kunna reduceras avsevärt när man har rivit ett av de svenska kärnkraftverken och på så sätt fått praktisk erfarenhet av vad det innebär att riva ett kärnkraftverk. Till följd av att rivning sker så lång tid efter avställning kan dock den situationen inträffa att samtliga 12 svenska reaktorer är avställda, eller snart kommer att bli avställda, när det första kärnkraftverket rivs. Det finns då ingen möjlighet att låta de som konsumerar kärnkraftsel betala eventuell kostnadseskallation. Ett sätt att reducera denna risk vore att riva ett av kärnkraftverken tidigt för att på så sätt få fram tillförlitligare kostnadsunderlag. Detta skulle dock i väntan på slutförvar ge extra kostnader för mellanlagring av radioaktivt rivningsavfall.
8. Tidpunkten för rivning av kärnkraftverk, byggande av inkapslingsanläggning och djupförvar verkar ännu inte ha utvärderats ekonomiskt. Liksom i andra länder är det oftare tekniska och politiska överväganden, samt lagstiftning, som har bestämt tidsplanen, än ekonomiska överväganden. Här kan det finnas möjlighet att finna en mer kostnadseffektiv tidsplan.
9. Om avkastningen på fonderade medel blir 1 % lägre än förväntat under de närmaste 20 åren motsvarar detta en kostnadseskallation om 33 % för de delsystem som återstår att ta i drift, dvs. för SKB adm. FoU/FU, inkapslingsanläggning, rivning och

djupförvar, eller en kostnadseskalation om 102 % för rivning eller 105 % för djupförvar från 2003 års siffror. Så länge som förräntningen är tillräckligt hög kan dessutom kostnadseskalation teoretiskt sett bytas mot en senareläggning. Frågan är vad som är mest sannolikt, en lägre avkastning än förväntat med 1 % under 20 år eller en ökning av kostnaden för rivning med 100 %. Kärnavfallsprojektet är som det mycket långsiktiga projektet det är mycket känsligt för förändringar i förräntningen på fonderade medel. Detta är dock endast ett räkneexempel, ty effekten av sänkt förräntning och kostnadsöverdrag kan naturligtvis lika väl adderas som ta ut varandra.

10. Det är idag svårt att följa upp kostnadsprognoserna för de enskilda delprojekten utifrån SKB:s årliga redovisningar. Tidigare investeringar har omförts till drift och delprojekt har förändrats. Det skulle vara betydligt enklare att följa upp kostnadsutvecklingen för kärnavfallsprojektets delprojekt om SKB i sina årliga rapporter ställde föregående års prognos mot årets och i fotnoter gav förklaring till eventuella förändringar i delprojekten och deras kostnader.
11. Sedan det svenska systemet utformades för 25 år sedan har förutsättningarna dels för staten att utöva kontroll, dels för SKB att göra långsiktiga prognoser delvis förändrats och detta verkar inte riktigt ha uppmärksammats.

För det första är det tveksamt om man numera fortfarande kan utgå ifrån priser och lönestrukturen på den svenska marknaden när man gör prognoser över de närmaste 10–20 åren. Lönestrukturen kommer förmodligen att anpassa sig till vad som gäller inom EU vilket kan ha konsekvenser för de framtida kostnaderna för rivning, uppförande och drift av slutförvar. Det vore önskvärt att analysera vad en sådan harmonisering till prisnivån inom EU skulle kunna komma att betyda för kärnavfallsprojektets kostnader, för att på så sätt reducera den osäkerhet som denna utveckling har skapat med avseende på SKB:s kostnadsprognoser.

För det andra håller statens möjlighet att utöva effektiv kontroll på att förändras. När det svenska systemet skapades var Sydkraft AB ett svenskt bolag med några sydsvenska kommuner som huvudägare, och Statens Vattenfallsverk ett statligt verk. Idag är Sydkraft utlandsägt och Vattenfall ett bolag som i en framtid kan komma att börsintroduceras. Statens insyn och möjlighet att på-

verka kärnkraftsinnehavarna har därmed minskat. Detta och upplösandet av national-staten påverkar förutsättningarna för att utöva kontroll via samråd, en modell som i och för sig varit mycket framgångsrik och förmodligen bidragit till att hålla nere kostnaderna för förändringar, men vars förutsättningar delvis håller på att eroderas.

Eftersom samrådsmodellen har varit framgångsrik har det inte för ett litet land som Sverige funnits anledning att ta kostnaderna för att bättre separera utförare och kontrollorgan, och tillskapa kontrollorgan som har resurser att oberoende av utförarna göra egna utvärderingar. Möjligen kan även detta vara en sak som kommer att förändras på 10–20 års sikt i och med att Sverige numera är en del av EU.

12. Sverige var tidigt ute med att reglera organisation och finansiering av kärnkraftens restprodukter. En utgångspunkt var att det är kärnkraftsbolagen som ska ha det samlade tekniska och finansiella ansvaret för hantering och förvaring av kärnkraftens restprodukter, samt att den som brukar kärnkraftsproduktionen också ska stå för kostnaderna för denna produktion. Kostnaderna för dagens produktion av kärnkraftsel ska inte få belasta framtida generationer.

Problemet med kärnkraftens radioaktiva restprodukter rymmer både en teknisk och en ekonomisk del. Det tekniska problemet handlar om att utforma bra tekniska lösningar för rivning av kärnkraftverk och omhändertagande av kärnkraftens restprodukter. Denna uppgift ligger på kärnkraftinnehavarna och deras samverkansbolag SKB. Verksamheten övervakas av bl.a. SKI och SSL. En viktig fråga har varit att inte bara finna en teknisk bra lösning utan att även finna en lösning som kan förankras i samverkansprocessen och vinna den acceptans som är nödvändig för att projektet ska kunna genomföras.

Det ekonomiska problemet handlar om att se till att den som brukar kärnkraftsproduktionen också ska stå för kostnaderna för denna produktion. Kostnaderna för dagens produktion av kärnkraftsel ska inte få belasta framtida generationer. Rent administrativt kan problemet delas upp i två delar dels förvaltning av fonderade medel, dels bestämning och användning av avgifter. Bestämning av kostnader förutsätter att det finns en teknisk lösning att räkna på.

Hitintills har bestämning av kostnader haft betydligt lägre prioritet än såväl teknik som fondering. Det är sant att eventuell framtida kostnadsescalation kan klaras genom senareläggning om förräntningen på fonderade medel är högre än prisutvecklingen för de åtgärder som ska utföras, men endast en korrekt skattning av kostnaderna kan garantera att det är konsumenterna av kärnkraftsel som också får betala kostnaderna för kärnkraftens restprodukter. Det finns inget annat sätt att uppfylla denna målsättning.

Fonderade medels förräntning ägnas i det nuvarande systemet betydligt större vikt, än avgiftens storlek. Man tycks tänka att man kan klara eventuella kostnadsökningar genom att placera fonderade medel tillgångar med högre risk. Man bör dock här uppmärksamma att man inte kan erhålla högre avkastning på fonderade medel utan att acceptera en högre risknivå för gjorda placeringar. Mot bakgrund härav ger myndigheterna väldig låg prioritet åt att granska prognoserna för kärnavfallsprojektets framtida kostnader.

Granskningen av dessa kostnader låg tidigare på Nämnden för använt kärnbränsle (NAK), men sorterar nu under en av SKI:s tre avdelningar, Avdelningen för kärnavfallssäkerhet, K-avdelningen, där kostnadsaspekten är en av flera frågor som denna avdelning handhar. Detta kan jämföras med förvaltningen av fonderade medel som har en egen fristående organisation. Med dessa resurser måste det vara svårt att garantera att de som förbrukar kärnkraftsel också betalar för kärnkraftens restkostnader och att föreslå avgifter som garanterar att så sker. Det förefaller nödvändigt att ge granskningen av kärnkraftens kostnader högre prioritet för att garantera att kärnkraftselens förbrukare även betalar dess kostnader.

13. Kärnkraftsproduktion är speciell på så sätt att verksamheten ger upphov till stora negativa restvärden för rivning av uttjänta kärnkraftverk, omhändertagande av rivningsavfall, utbränt kärnbränsle och driftavfall; utbetalningar som ligger decennier efter det att kärnkraftsverket har tagits ur produktion. Ingen annan teknologi ger upphov till lika stora utbetalningar lika långt efter det att intäkter slutat flyta in, och ingen annan teknologi lämnar lika långlivat avfall som måste övervakas i tusentals år. Allt vad som kommer att kunna påverka projektet under de närmaste 20 åren fram till driftstart för djupförvar kan vi inte förutse. Vi kan bara blicka 20 år bakåt i tiden för att konstatera att oförutsedda händelser kan komma att inträffa. Något kärnkraftverk har ännu inte rivits, erfarenheter av

djupförvar saknas och hur staten ska ta över ansvaret för djupförvar är ännu oreglerat. Med denna långa tidshorisont och stora ännu oreducerade osäkerhetsfaktorer bör man vara medveten om att förändringar i projektet kan komma att behöva genomföras, och det finns därför anledning att även fortsättningsvis följa kostnadsutvecklingen speciellt för de delar av projektet som ännu ej har tagits i drift.

## Referenser

- Allen, J.M. och Norris, K.P. (1970). Project estimates and outcomes in the electricity generation research. *Journal of Management Studies*, 7(October), 271–287.
- Arditi, D., Akan, G.T. och Gurdamar, S. (1985). Cost overruns in public projects. *Project Management*, 3(4), 218-224.
- Arrow, K.J. och Lind, R.C. (1970). Uncertainty and the evaluation of public investment decisions. *American Economic Review*, 60, 364-378.
- Arvan, L. och Leite, A.P.N. (1990). Cost overruns in long term Projects. *International Journal of Industrial Organization*, 8, 443-467.
- Baetjer, Jr., H. (1998). *Software As Capital: An Economic Perspective On Software Engineering*. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press.
- Baron, R.A. (1999). Counterfactual thinking and venture formation: The potential effects of thinking about “what might have been”. *Journal of Business Venturing*, 15, 79-91.
- Bazerman, M.H. (1990). *Judgement in Managerial Decision-Making* (2nd edition). New York: John Wiley and Sons.
- Biggadike, R. (1979a). *Entry, Strategy and Performance*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Biggadike, R. (1979b). The risky business of diversification. *Harvard Business Review*, 57(3), 103-111.
- Björkegren, C. (1999). Learning for the next project – Bearers and barriers in knowledge transfer within an organisation. Lic.-avh. No. 787, IDA-EIS, Universitetet och Tekniska Högskolan i Linköping.
- Brown, L.D. (1997). Analyst forecasting errors: Additional evidence. *Financial Analysts Journal*, 53(6), 81-87.
- Busenitz, L.W. och Barney, J.B. (1997). Differences between entrepreneurs and managers in large organizations: Biases and heuristics in strategic decision-making. *Journal of Business Venturing*, 12, 9-30.
- Callen, R.C. (1995). Congress’s nuclear waste “contract with America” – Where do we go from here? *The Electricity Journal*, 8(5), 45-55.
- Chan, D.W.M. och Kumaraswamy, M.M. (1997). A comparative study of causes of time overruns in Hong Kong construction

- projects. *International Journal of Project Management*, 15(1), 55-63.
- Christenson, D.S. (1993). An analysis of cost overruns on defense acquisition contracts. *Project Management Journal*, XXIV(3), 43-48.
- Cooper, A.C., Dunkelberg, W.C. och Woo, C.Y. (1986). Optimists and pessimists: 2994 entrepreneurs and their perceived chances for success. I *Frontiers of Entrepreneurship Research* (s. 563-577). Wellesley, MA: Babson College.
- Crowley, J.H. (1981). Nuclear energy – What's next? Monterey, CA.: The work shop on the electric imperative atomic industrial forum inc, 14-17 June 1981.
- Cugola, G. och Ghezzi, C. (1998). Software processes: a retrospective and a path to the future. *Software Process: Improvements and Practice*, 4(3), 101-123.
- Cyert, R.M. och March, J.G. (1963). *A behavioural Theory of the Firm*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Davis, D. (1985). New projects: Beware of false economies. *Harvard Business Review*, 63(2), 95-101.
- Dimson, E., Marsh, P. och Staunton, M. (2002). *The Triumph of the Optimists: 101 Years of Global Investment Returns*. Princeton, N.J. and Oxford: Princeton University Press.
- Dnr (2003). Granskning av planeringsunderlaget i Vägverkets, Banverkets och länens förslag till långsiktsplaner för perioden 2004-2015. Slutlig redovisning Dnr. N2002/12144/IR, Augusti 2003. Cowi med underkonsulter Nils Bruzelius & Bent Flyvbjerg.
- Dreman, D.N. och Berry, M.A. (1995). Analyst forecasting errors and their implications for security analysis. *Financial Analysts Journal*, 51, 30-40.
- Egge, K.A. (1992). Expectations vs. reality among founders of recent start-ups. I *Frontiers of Entrepreneurship Research* (s. 322-336). Wellesley, MA: Babson College.
- Eriksson, O. (2002). *Tre stora industriella investeringar: Om investeringskalkyleringens bristande ändamålsenlighet vid stora investeringar*. Västerås: Mälardalen University Press.
- Federle, M.O. och Pigneri, S.C. (1993). Predictive models of cost overruns. 1993 AACE Transactions (Annual Meeting – American Association of Cost Engineers), L.7.1-L.7.9.

- Fischhoff, B., Lichtenstein, S., Slovic, P., Keeney, R. och Derby, S. (1980). *Acceptable Risk*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fisher, I. (1930). *The Theory of Interest*. New York: Macmillan.
- Flyvbjerg, B., Skamris Holm, M. och Buhl, S. (2002). Underestimating costs in public works projects – Errors of lie. *Journal of the American Planning Association*, 68(3), 279-295.
- Flyvbjerg, B., Bruzelius, N. och Rothengatter, W. (2003). *Megaprojects and Risk – An Anatomy of Ambition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Flyvbjerg, B., Skamris Holm, M.K. och Buhl, S.L. (2003). How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects? *Transport Review*, 23(1), 71-88.
- Flyvbjerg, B., Skamris Holm, M.K. och Buhl, S.L. (2004). What causes cost overrun in transport infrastructure projects? *Transport Review*, 24(1), 3-18.
- Freeman, C. (1974). *The Economic of Industrial Innovations*. London: Penguin Books.
- Gaspar, V. och Leite, A.P.N. (1989/90). Selection bias induced cost overruns. *Information Economics and Policy*, 4, 175-187.
- GAO (1977). *Survey Of Publications On Exploration, Development, And Delivery Of Alaskan Oil To Market*. Report to the Senate Committee on interior and insular affairs by the Comptroller General of the United States, EMD-77-11.
- GAO (1978). *Lessen Learned From Constructing The Trans-Alaska Oil Pipeline*. Report to the Congress by the Comptroller General of the United States, EMD-78-52.
- GAO (1980). *Financial Status of Major Federal Acquisitions, September 30, 1979*. PSAD-80-25.
- GAO (1983). *Status of Major Acquisitions as of September 30 1982*. GAO/NS IAD-83-32.
- GAO (1987). *Nuclear Waste: Status of DOE's Implementation of the Nuclear Waste Policy Act*. Report to the Congress, GAO/RCED-87-17.
- GAO (1987). *GAO's Review of Contractor Cost Estimating Systems*. Testimony, GAO/T-NSIAD-87-25.
- GAO (1987). *Nuclear Waste: Information on Cost Growth in Site Characterization Cost Estimates*. Fact Sheet for Congressional Requesters, GAO/RCED-87-200FS.



- GAO (1987). Nuclear Waste: Quarterly Report on DOE's Nuclear Waste Program as of September 30, 1987. Fact Sheet for Congressional Requesters, GAO/RCED-88-56FS.
- GAO (1988). Major Acquisitions - Summary of Recurring Problems and Systemic Issues: 1960-1987. Briefing Report to the Chairman, Committee on Armed Services, House of Representatives, GAO/NSIAD-88-135BR.
- GAO (1988). Nuclear Regulation: NRC's Decommissioning Cost Estimates Appear Low. Report to the Chairman, Environment, Energy, and Natural Resources Subcommittee, Committee on Government Operations, House of Representatives, GAO/RCED-88-184.
- GAO (1989). Nuclear Waste: Quarterly Report on DOE's Nuclear Waste Program as of June 30, 1989. Report to Congressional Requesters, GAO/RCED-90-59.
- GAO (1990). Nuclear Waste: Changes Needed in DOE User-Fee Assessments to Avoid Funding Shortfall. Report to the Congress, GAO/RCED-90-65.
- GAO (1991). Nuclear Waste: DOE Expenditures On The Yucca Mountain Project. Testimony, April 18, 1991.
- GAO (1993). Nuclear Waste: Yucca Mountain Project Behind Schedule and Facing Major Scientific Uncertainties. Report to the Chairman, Subcommittee on Clean Air and Nuclear Regulation, Senate Committee on Environment and Public Works, GAO/RCED-93-124.
- GAO (1994). B-257710, Independent Evaluation, July 27, 1994, GAO/RCED-94-258R.
- GAO (1995). Nuclear Waste: DOE's Management and Organization of the Nevada Repository Project. Report to the Chairman, Subcommittee on Investigations and Oversight, Committee on Science, Space, and Technology, House of Representatives, GAO/RCED-95-27.
- GAO (1996). Department of Energy: Opportunity to Improve Management of Major System Acquisitions. GAO/RCED-97-17.
- GAO (1997). Department of Energy: Major System Acquisitions From 1980 Through 1996. GAO/RCED-97-85R.
- GAO (1997). Major Acquisitions: Significant Changes Underway in DOD's Earned Value Management Process. Report to the Subcommittee on Acquisition and Technology, Committee on Armed Services, U.S. Senate, GAO/NSIAD-97-108.

- GAO (1997). Department of Energy: Opportunity to Improve Management of Major System Acquisitions. General Accounting Office, Report to the Chairman, Committee on Governmental Affairs, U.S. Senate, GAO/RCED-97-17.
- GAO (2001). Nuclear Waste: Technical, Schedule, and Cost Uncertainties of the Yucca Mountain Repository Project. General Accounting Office, Report to Congressional Requesters, December 2001, GAO-02-191.
- GAO (2002). Nuclear Waste: Uncertainties About the Yucca Mountain Repository Project. General Accounting Office, Testimony Before the Committee on Energy and Natural Resources, U.S. Senate, GAO-02-765T.
- GAO (2003). Department of Energy: Status of Contract and Project Management Reforms. Testimony Before the Committee on Government Reforms, GAO-03-570T.
- Giguet, R. och Morlat, G. (1952). Les causes d'erreur systématique dans la prévision du prix des travaux. *Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions et au service de l'ingénieur*, 122(5), 543-562.
- Hand, M. (2002). The saga of Yucca Mountain: Is an NRC application around the corner? *Public Utilities Fortnightly*, 140(5), 38-48.
- Hauck, V.E. och Geistauts, G.A. (1982). Construction of the trans-Alaska oil pipeline. *Omega*, 10(3), 259-265.
- Heinze, F.G.R. (1991). The cost of decommissioning U.S. reactors: Estimates and experience. *The Energy Journal*, 11, 87-102.
- Healey, J.M. (1964). Errors in project cost estimates. *Indian Economic Journal*, 12(July-September), 44-52.
- Henderson, P.D. (1977). Two British Errors: Their probable size and some possible lessons. *Oxford Economic Papers*, 28(July), 159-205.
- Higgins, H.N. (1998). Analyst forecasting performance in seven countries. *Financial Analysts Journal*, 54(3), 58-62.
- Hirschman, A.O. (1967). *Development Projects Observed*. Washington D.C.: The Brookings Institution.
- HMSO (1976). *North Sea Cost Escalation Study*. London: Department of Energy Paper No 7, Her Majesty's Stationary Office.

- Hogarth, R.M. (1981). Beyond discrete biases: Functional and dysfunctional aspects of judgemental heuristics. *Psychological Bulletin*, 90(2), 197-217.
- Hogarth, R.M. och Makridakis, S. (1981). Forecasting and planning: An evaluation. *Management Science*, 27(2), 115-138.
- Hornaday, J.A. (1982). Research about living entrepreneurs. I C.A. Kent, D.L. Sexton, och K.L. Vesper (red.), *Encyclopedia of Entrepreneurship* (s. 281-290). Engelwood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Hufschmidt, M.M. och Gerin, J. (1970). Systematic errors in cost estimates for public investment projects. I J. Margolis (red.), *The Analysis of Public Output*. New York.
- Humphrey, W.S. (1990). *Managing the Software Process*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Jagrén, L. (1983). OIII – organisation, kostnader och säkerhet: En studie av produktivitetsutvecklingen i ett stort anläggningsprojekt. Stockholm: Industrins utredningsinstitut, forskningsrapport 23.
- Jenkins, A.M., Naumann, J.D. och Wetherbe, J.C. (1984). Empirical investigation of systems development practices and results. *Information & Management*, 7, 73-82.
- Johansson, S.-E. (1961). *Skatt – investering – värdering*. Stockholm: FFI vid Handelshögskolan.
- Jørgensen, M. och Moløkken, K. (2003). Understanding reasons for errors in software effort estimates. Working paper.
- Jørgensen, M. och Moløkken, K. (2003). How large are software cost overruns? Critical comments on the Standish Group's CHAOS Reports. Working paper.
- Keil, M. (1995). Pulling the plug: software project management and the problem of project escalation. *MIS Quarterly*, 19(4), 421-447.
- Keil, M. och Mann, J. (1997a). The nature and extent of IT-project escalation: Results from a survey of IS audit and control professionals. *IS Audit & Control Journal*, 1, 40-48.
- Keil, M. och Mann, J. (1997b). Understanding the nature and extent of IS project escalation: Results from a survey of IS audit and control professionals. *IEEE*, 139-148.
- Keil, M., Mann, J. och Rai, A. (2000). Why software projects escalate: An empirical analysis and test of four theoretical models. *MIS Quarterly*, 24(4), 631-664.

- Kharbanda, O.P. och Stallworthy, E.A. (1983). *How to Learn from Project Disasters*. Aldershot: Gower.
- Klein, B.H. (1962). The decision making problem in development. I R. Nelson (red.), *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton: Princeton University Press.
- Knight, F.H. (1921). *Risk, Uncertainty and Profit*. Boston: Houghton Mifflin.
- Kärnavfallsfonden (2003). Antagande om real avkastning på medlen i Kärnavfallsfonden inför avgiftsberäkningar m.m. för år 2004. Kärnavfallsfondens skrivelse till SKI den 3 juli 2003, Dnr KAFS 14-03.
- NED (1980). *Kostnadsanalysen – norsk kontinentalsokkel*. Oslo: Konglige olje- og energidepartement.
- Likierman, A. (1977). Analysing project cost escalation: the case study of North Sea oil. *Accounting and Business Research*, 7 (Winter), 51-57.
- Likierman, A. (1980). Avoiding cost escalation on major projects. *Management Accounting (London)*, 58(February), 28-30.
- Loubergé, H., Villeneuve, S. och Chesney, M. (2002). Long-term risk management of nuclear waste: a real option approach. *Journal of Economic Dynamic & Control*, 27(1), 157-180.
- Mahajan, J. (1992). The overconfidence effect in marketing management predictions. *Journal of Marketing Research*, XXIX(August), 329-342.
- Mansfield, E., Rapoport, J., Schnee, J., Wagner, S. och Hamburger, M. (1971). *Research and Innovation in the Modern Corporation*. New York: Norton.
- Mansfield, E., Rapoport, J., Schnee, J., Wagner, S. och Hamburger, M. (1972). Development cost: Determinants and overruns. *Journal of Business*, 45(3), 347-374.
- Mansfield, N.R., Ugwu, O.O. och Doran, T. (1994). Causes of delay and cost overruns in Nigerian construction projects. *International Journal of Project Management*, 12(4), 254-260.
- March, J.G. och Simon, H.A. (1958). *Organizations*. New York: John Wiley.
- Marschak, T. (1967). The role of project histories in the study of R&D. I T. Marschak, T.K. Glennan Jr., och r. Summers (red.) *Strategies for R&D: Studies in the Microeconomics of Development* (s. 49-139). Berlin: Springer Verlag.

- Marschak, T., Glennan Jr., T.K. och Summers, R. (red.) (1967). Strategies for R&D: Studies in the Microeconomics of Development. Berlin: Springer Verlag.
- Marshall, A.W. och Meckling, W.H. (1962). Predictability of the costs, time, and success of development. I R. Nelson (red.) The Rate and Direction of Inventive Activity. Princeton: Princeton University Press.
- McNees, S.K. (1995). An assessment of the "official" economic forecasts. *New England Economic Review*, (Jul/Aug), 13-24.
- Merewitz, L. (1973). Cost overruns in public works. I W. Niskanen (red.) *Benefit-Cost and Policy Analysis 1972: An Aldine Annual on Forecasting, Decision-making, and Evaluation*. Chicago.
- Merewitz, L. (1973). How do urban rapid transit projects compare in cost estimating experience? *Proceedings of the International Conference on Transportation Research, Brugge, June 1973* (s. 484-493).
- Mest, D.P. och Plummer, E. (2003). Analysts' rationality and forecast bias: Evidence from sales forecasts. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 21, 103-122.
- Miller, G.A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *The Psychological Review*, 63(2), 81-97.
- Molökken, K. och Jörgensen, M. (2003). A review of surveys on software effort estimation. *Proceedings of the 2003 International Symposium on Empirical Software Engineering, IEEE Computer Society*, 223-230.
- Morner, A.L. (1977). For SOHIO it was Alaskan oil – or bust. *Fortune*, (August), 173-184.
- Morris, P.W.G. och Hough, G.H. (1986). *Preconditions of Success and Failure in Major Projects*. Major Project Association: Technical Paper Number 3, September 1986.
- Morris, P.W.G., (1994). *The management of Projects*. Telford: London.
- Morris, S. (1990). Cost and time overruns in public sector projects. *Economic and Political Weekly*, 25(47), M-154-168.
- Odeck, J. (2004). Cost overruns in road construction – what are their sizes and determinants? *Transport Policy*, 11(1), 43-53.
- Owen, K., red. (2002). *Concorde*. London: Institute of Contemporary History, University of London.

- Paine, J.R. (1996). Will nuclear power pay for itself? *The Social Science Journal*, 33(4), 459-473.
- Porter, M.E. (1987). From competitive advantage to corporate strategy. *Harvard Business Review*, 65(3), 43-59.
- Pruitt, S.W. och Gitman, L.J. (1987). Capital budgeting forecast biases: Evidence from the Fortune 500. *Financial Management*, 15(Spring), 46-51.
- RSV (1982). Investering vid statens järnvägar, sjöfartsverket och luftfartsverket – beslutsunderlag och statsmakternas styrning. Riksrevisionsverket, Dnr 1982:1168.
- RSV (1983). Varför blev det dyrare? Kostnadsutvecklingen för statliga reformer. Riksrevisionsverket, Dnr 1983:334.
- RSV (1994). Infrastrukturinvesteringar: En kostnadsjämförelse mellan plan och utfall i 15 större projekt inom Vägverket och Banverket. RRV 1994:23.
- RRV (1997). Vägverkets, Banverkets och länens förslag till infrastrukturinvesteringar åren 1998-2007 – en kvalitetsbedömning av beslutsunderlaget. Riksrevisionsverket, RRV 1997:60.
- RRV (2001). Varför blev det dyrare? Kostnadsutvecklingen för offentlig försvarare, målsägandebiträde och offentligt biträde. Riksrevisionsverket, RRV
- Russo, J.E. och Schoemaker, P.J.H. (1992). Managing overconfidence. *Sloan Management Review*, 33(2), 7-12.
- Sayer, J.E. (1952). Entrepreneurial error and economic growth. *Explorations in Entrepreneurial History*, 4(2), 199-204.
- Scandpower (1979). Kjernekraftens restkostnader.
- Segelod, E. (1982). Kostnadsuppföljning med analys för Genastorp vattenkraftstation, Karlshamnsverkets första oljekraftverk samt för Barsebäcksverkets båda kärnkraftsaggregat. FE-rapport 187, Företagsekonomiska institutionen, Göteborgs Universitet.
- Segelod, E. (1986). Kalkylering och avvikelser: Empiriska studier av stora projekt i kommuner och industriföretag. Malmö: Liber.
- Segelod, E. (1991). How to avoid cost overruns? *Journal of General Management*, 16(4), 16-23.
- Segelod, E. (1992). Explanations of Project Deviations. I I. Hägg och E. Segelod (red.) *Issues in Empirical Investment Research* (s. 262-282). Amsterdam: North-Holland.
- Segelod, E. (1995). *Renewal Through Internal Development*. Aldershot: Avebury.

- Segelod, E. (1996). Resource Allocation in Divisionalized Groups. Aldershot: Avebury.
- Segelod, E. (2001). Learning through grafting in ventures in new areas. *Scandinavian Journal of Management*, 17, 305-328.
- Sheremata, W.A. (2002). Finding and solving problems in software new product development. *Journal of Product Innovation Management*, 19(2), 144-158.
- Sika (2000). Uppföljning av investeringar. Statens institut för kommunikationsanalys, Sika Rapport 2000:11.
- Simon, H.A. (1957). A behavioural model of rational choice. I H.A. Simon (red.) *Models of man*. New York: John Wiley.
- Simon, H.A. (1959). Theories of decision-making in economics and behavioral science. *American Economic Review*, 49(3), 253-283.
- SKBF (1982). Kärnkraftens slutsteg – Plan 82: Plan för kärnkraftens radioaktiva restprodukter. Stockholm: Svensk Kärnbränsleförsörjning AB. (serie)
- SKBF (1983). Kärnkraftens slutsteg – Plan 83: Plan för kärnkraftens radioaktiva restprodukter. Stockholm: Svensk Kärnbränsleförsörjning AB.
- SKB (1984). Plan 1984: Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter. Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB. (serie)
- SKB (2004). Plan 2004: Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter. Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SOU (1980). Kärnkraftens avfall: Organisation och finansiering. SOU 1980:14, Stockholm: Liber Förlag.
- SOU (1991). Översyn av lagstiftningen på kärnenergiområdet. SOU 1991:95, Stockholm: Allmänna förlaget.
- SOU (1994). Säkrare finansiering av framtida kärnavfallskostnader. SOU 1994:107, Stockholm: Fritze..
- SOU (1994). Säkrare finansiering av framtida kärnavfallskostnader. Underlagsrapporter. SOU 1994:108, Stockholm: Fritze.
- The Standish Group (1995). The CHAOS Report. [http://www1.standishgroup.com//sample\\_research/chaos\\_1994\\_1.php](http://www1.standishgroup.com//sample_research/chaos_1994_1.php). Nedladdad 2004-12-01.
- Stansberry, J.W. (1985). New productivity incentive for defence constructors. *Harvard Business Review*, 63(1), 156-158.
- Statman, M. och Tyebjee, T.T. (1985). Optimistic capital budgeting forecasts: An experiment. *Financial Management*, 13(Autumn), 27-33.

- Summers, R. (1967). Cost estimates as predictors of actual costs: A statistical study of military developments. I T. Marschak, T.K. Glennan, Jr. och R. Summers (red.) Strategy for R&D. Berlin: Springer Verlag.
- Surrey, J. (1994). UK policy for nuclear decommissioning. Energy Policy, 22(9), 723-725.
- Svensson, Per (1990). Styrning av produktutvecklingsprojekt: En studie av förutsättningarna för planering av produktutvecklingsprojekt i några svenska verkstadsföretag. Göteborg: Institutionen för Industriell organisation och ekonomi, Chalmers tekniska högskola.
- Sverlinger, P.-A.M. (2000). Managing Knowledge in Professional Service Organizations: Technical Consultants Serving the Construction Industry. Göteborg: Department of Service Management, Chalmers University of Technology.
- Tucker, J.F. (1979). Cost estimates in public works. MBA Thesis, University of California, Berkely.
- Tyebjee, T.T. (1987). Behavioral biases in new product forecasting. International Journal of Forecasting, 3, 393-404.
- Weinberg, A.M. (2004). On "immortal" nuclear power plants. Technology in Society. (under tryckning)
- Yates, J.F., Lee, J.-W. och Shinotsuka, H. (1996). Beliefs about over-confidence, including its cross-national variation. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 65(2), 138-147.
- Zacharakis, A.L. och Shepherd, D.A. (2001). The nature of information and overconfidence on venture capitalists' decision making. Journal of Business Venturing, 16, 311-332.
- Zapfer, M. (2003). Yucca Mountain. Planning, 69(2), 18-21.



Appendix. Totala, nedlagda respektive prognostiserade återstående kostnader för det svenska kärnavfallsprojektet i penningvärde januari 2004

	Scand power 1979	1982		1984	
<b>Transportsystemet</b>	<b>3.133</b>	<b>5.213</b>	<b>6.882</b>	<b>5.790</b>	<b>4.846</b>
varav nedlagt		118	392	561	700
varav återstående		5.095	6.490	5.229	4.146
<b>CLAB</b>	<b>13.662</b>	<b>10.918</b>	<b>14.880</b>	<b>13.723</b>	<b>14.437</b>
varav nedlagt		1.945	3.103	3.949	4.226
varav återstående		8.973	11.777	9.774	10.211
<b>SFR</b>	<b>-</b>	<b>5.550</b>	<b>1.575</b>	<b>1.812</b>	<b>1.575</b>
varav nedlagt		13	87	260	508
varav återstående		5.537	1.488	1.552	1.067
<b>Upparbetning</b>	<b>-</b>	<b>7.767</b>	<b>11.062</b>	<b>14.014</b>	<b>12.527</b>
varav nedlagt		1.251	3.874	4.589	5.204
varav återstående		6.516	7.188	9.425	7.323
<b>SKB, adm., FoU/FUD</b>	<b>-</b>	<b>5.809</b>	<b>6.230</b>	<b>6.199</b>	<b>5.848</b>
varav nedlagt		214	521	645	762
varav återstående		5.595	5.709	5.554	5.086
<b>Inkapslingsanläggning</b>	<b>10.703</b>	<b>8.221</b>	<b>9.979</b>	<b>9.582</b>	<b>9.806</b>
varav nedlagt					
varav återstående		8.221	9.979	9.582	9.806
<b>Rivning</b>	<b>(20.467)</b>	<b>19.501</b>	<b>21.176</b>	<b>21.213</b>	<b>21.225</b>
varav nedlagt					
varav återstående		19.501	21.176	21.213	21.225
<b>Djupförvar</b>	<b>9.311</b>	<b>16.260</b>	<b>16.101</b>	<b>16.487</b>	<b>16.837</b>
varav nedlagt					
varav återstående		16.260	16.101	16.487	16.837
<b>Hela projektet</b>	<b>57.275</b>	<b>79.238</b>	<b>87.867</b>	<b>88.817</b>	<b>87.098</b>
varav nedlagt		3.541	7.977	10.004	11.399
varav återstående		75.697	79.890	78.813	75.699

	1986		1988		1990
<b>Transportsystemet</b>	<b>3.002</b>	<b>2.903</b>	<b>2.615</b>	<b>2.604</b>	<b>2.678</b>
varav nedlagt	778	838	862	924	968
varav återstående	2.224	2.065	1.753	1.680	1.710
<b>CLAB</b>	<b>15.599</b>	<b>14.210</b>	<b>13.801</b>	<b>13.636</b>	<b>13.371</b>
varav nedlagt	4.523	4.658	4.784	4.887	4.995
varav återstående	11.076	9.552	9.017	8.749	8.376
<b>SFR</b>	<b>1.737</b>	<b>2.082</b>	<b>2.213</b>	<b>2.156</b>	<b>2.374</b>
varav nedlagt	890	1.235	1.366	1.407	1.610
varav återstående	847	847	847	749	764
<b>Upparbetning</b>	<b>10.590</b>	<b>10.836</b>	<b>11.024</b>	<b>11.401</b>	<b>9.053</b>
varav nedlagt	6.017	6.771	7.296	7.880	7.880
varav återstående	4.573	4.065	3.728	3.521	1.173
<b>SKB, adm., FoU/FUD</b>	<b>6.424</b>	<b>6.707</b>	<b>6.719</b>	<b>6.869</b>	<b>6.892</b>
varav nedlagt	899	1.084	1.274	1.491	1.713
varav återstående	5.525	5.623	5.445	5.378	5.179
<b>Inkapslingsanläggning</b>	<b>12.012</b>	<b>11.778</b>	<b>11.682</b>	<b>11.682</b>	<b>11.855</b>
varav nedlagt					
varav återstående	12.012	11.778	11.682	11.682	11.855
<b>Rivning</b>	<b>13.232</b>	<b>13.401</b>	<b>13.890</b>	<b>13.803</b>	<b>14.515</b>
varav nedlagt					
varav återstående	13.232	13.401	13.890	13.803	14.515
<b>Djupförvar</b>	<b>16.869</b>	<b>17.116</b>	<b>17.375</b>	<b>17.508</b>	<b>18.092</b>
varav nedlagt					
varav återstående	16.869	17.116	17.375	17.508	18.092
<b>Hela projektet</b>	<b>79.464</b>	<b>79.031</b>	<b>79.287</b>	<b>79.658</b>	<b>78.830</b>
varav nedlagt	13.106	14.584	15.580	16.588	17.166
varav återstående	66.358	64.447	63.707	63.070	61.664

		1992		1994	
<b>Transportsystemet</b>	<b>2.696</b>	<b>2.528</b>	<b>2.742</b>	<b>2.652</b>	<b>2.690</b>
varav nedlagt	970	989	1.013	1.038	1.055
varav återstående	1.726	1.539	1.729	1.614	1.635
<b>CLAB</b>	<b>13.115</b>	<b>12.714</b>	<b>10.685</b>	<b>11.195</b>	<b>11.295</b>
varav nedlagt	5.095	5.216	5.355	5.491	5.606
varav återstående	8.020	7.498	5.330	5.704	5.689
<b>SFR</b>	<b>2.502</b>	<b>2.586</b>	<b>2.597</b>	<b>2.786</b>	<b>2.821</b>
varav nedlagt	1.723	1.758	1.779	1.813	1.835
varav återstående	779	828	818	973	986
<b>Upparbetning</b>	<b>9.248</b>	<b>9.208</b>	<b>9.208</b>	<b>8.690</b>	<b>8.690</b>
varav nedlagt	8.138	8.138	8.138	8.138	8.142
varav återstående	1.110	1.070	1.070	552	548
<b>SKB, adm., FoU/FUD</b>	<b>7.049</b>	<b>7.269</b>	<b>7.109</b>	<b>5.674</b>	<b>5.720</b>
varav nedlagt	2.171	2.441	2.675	2.981	3.093
varav återstående	4.878	4.828	4.434	2.756	2.627
<b>Inkapslingsanläggning</b>	<b>10.161</b>	<b>8.787</b>	<b>8.082</b>	<b>7.705</b>	<b>7.722</b>
varav nedlagt			23	60	111
varav återstående	10.161	8.787	8.059	7.645	7.611
<b>Rivning</b>	<b>14.163</b>	<b>14.208</b>	<b>15.118</b>	<b>12.179</b>	<b>12.544</b>
varav nedlagt					
varav återstående	14.163	14.208	15.118	12.179	12.544
<b>Djupförvar</b>	<b>17.584</b>	<b>15.625</b>	<b>14.908</b>	<b>16.287</b>	<b>16.406</b>
varav nedlagt			41	97	156
varav återstående	17.584	15.625	14.867	16.190	16.250
<b>Hela projektet</b>	<b>76.290</b>	<b>72.700</b>	<b>70.224</b>	<b>66.943</b>	<b>67.661</b>
varav nedlagt	17.872	18.317	18.799	19.329	19.772
varav återstående	58.418	54.383	51.425	47.614	47.889

	1996		1998		2000
<b>Transportsystemet</b>	<b>2.708</b>	<b>2.843</b>	<b>2.743</b>	<b>2.766</b>	<b>2.838</b>
varav nedlagt	1.077	1.096	1.120	1.138	1.219
varav återstående	1.631	1.747	1.623	1.628	1.619
<b>CLAB</b>	<b>11.675</b>	<b>11.569</b>	<b>11.969</b>	<b>11.622</b>	<b>11.774</b>
varav nedlagt	5.693	5.782	5.942	6.142	6.484
varav återstående	5.982	5.787	6.027	5.480	5.290
<b>SFR</b>	<b>2.782</b>	<b>2.675</b>	<b>2.726</b>	<b>2.832</b>	<b>3.025</b>
varav nedlagt	1.868	1.900	1.936	1.975	2.167
varav återstående	914	775	790	857	858
<b>Upparbetning</b>	<b>8.610</b>	<b>8.728</b>	<b>8.726</b>	<b>8.722</b>	<b>8.722</b>
varav nedlagt	8.142	8.138	8.726	8.722	8.722
varav återstående	468	590			
<b>SKB, adm., FoU/FUD</b>	<b>5.660</b>	<b>6.866</b>	<b>7.671</b>	<b>7.959</b>	<b>8.145</b>
varav nedlagt	3.267	3.481	3.775	4.270	4.690
varav återstående	2.393	3.385	3.896	3.689	3.455
<b>Inkapslingsanläggning</b>	<b>6.648</b>	<b>7.440</b>	<b>7.513</b>	<b>6.451</b>	<b>6.668</b>
varav nedlagt	122	124	187	190	190
varav återstående	6.526	7.316	7.326	6.261	6.478
<b>Rivning</b>	<b>13.704</b>	<b>14.086</b>	<b>14.176</b>	<b>18.772</b>	<b>18.245</b>
varav nedlagt					
varav återstående	13.704	14.086	14.176	18.772	18.245
<b>Djupförvar</b>	<b>14.785</b>	<b>14.661</b>	<b>14.862</b>	<b>14.791</b>	<b>14.841</b>
varav nedlagt	232	302	383	457	525
varav återstående	14.553	14.359	14.479	14.334	14.316
<b>Hela projektet</b>	<b>64.908</b>	<b>68.595</b>	<b>70.329</b>	<b>73.661</b>	<b>74.183</b>
varav nedlagt	20.206	20.660	21.958	22.662	23.765
varav återstående	44.702	47.935	48.371	50.999	50.418

		2002		2004	1982- 2004
<b>Transportsystemet</b>	<b>2.619</b>	<b>2.814</b>	<b>2.530</b>	<b>2.814</b>	<b>-46,02%</b>
varav nedlagt	1.238	1.263	1.291	1.314	
varav återstående	1.381	1.551	1.239	1.500	
<b>CLAB</b>	<b>11.017</b>	<b>11.008</b>	<b>11.304</b>	<b>12.079</b>	<b>+10,63%</b>
varav nedlagt	6.768	7.078	7.315	7.539	
varav återstående	4.249	3.930	3.989	4.540	
<b>SFR</b>	<b>4.031</b>	<b>3.987</b>	<b>3.064</b>	<b>3.209</b>	<b>-42,18%</b>
varav nedlagt	2.204	2.229	2.268	2.309	
varav återstående	1.827	1.758	796	900	
<b>Upparbetning</b>	<b>8.726</b>	<b>8.726</b>	<b>8.726</b>	<b>8.726</b>	<b>+12,35%</b>
varav nedlagt	8.726	8.726	8.726	8.726	
varav återstående					
<b>SKB, adm., FoU/FUD</b>	<b>9.765</b>	<b>9.831</b>	<b>10.368</b>	<b>11.658</b>	<b>+100,69%</b>
varav nedlagt	5.197	5.487	5.926	6.328	
varav återstående	4.568	4.344	4.442	5.330	
<b>Inkapslingsanläggning</b>	<b>6.882</b>	<b>7.042</b>	<b>7.206</b>	<b>6.927</b>	<b>-15,74%*</b>
varav nedlagt	190	216	216	257	
varav återstående	6.692	6.826	6.990	6.670	
<b>Rivning</b>	<b>14.341</b>	<b>15.617</b>	<b>16.035</b>	<b>15.580</b>	<b>-20,11%</b>
varav nedlagt					
varav återstående	14.341	15.617	16.035	15.580	
<b>Djupförvar</b>	<b>14.967</b>	<b>15.125</b>	<b>15.642</b>	<b>17.125</b>	<b>+5,32%*</b>
varav nedlagt	562	780	1.067	1.445	
varav återstående	14.405	14.345	14.575	15.680	
<b>Hela projektet</b>	<b>72.564</b>	<b>74.160</b>	<b>74.627</b>	<b>77.926</b>	<b>-1,66%*</b>
varav nedlagt	24.655	25.551	26.581	27.726	
varav återstående	47.909	48.609	48.046	50.200	

\* I 1982 års kalkyl antog man att reaktorerna skulle ställas av efter 25 år. Om hänsyn tas till att flera av reaktorerna nu har passerat 25-årsgränsen, vilket torde vara korrekt att göra, blir avvikelserna mellan prognosen 1982 och prognosen 2004 ungefär -3 %. Huvuddelen av den miljard som omhändertagandet av radioaktivt bränsle från reaktorer som passerat 25-årsgränsen har kostat har i tabellen belastat inkapslingsanläggning och djupförvar, och bidragit till dessa posters kostnadsökning mellan 1996-2004. Kostnadsökningen för inkapslingsanläggning och djupförvar är således cirka en miljard mindre än vad som anges i tabellen. Hur denna miljard ska fördelas går inte att utläsa av SKB:s planrapporter.

# Kärnavfallsfonden uttagsprocess

**STATSKONTORET**

**PM 2004-08-30**

## Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning .....</b>	<b>268</b>
<b>1 Inledning .....</b>	<b>270</b>
1.1 Kärnavfallsfonden.....	270
1.2 Uppdraget till Statskontoret.....	271
1.3 Metod och genomförande .....	271
1.4 Rapportens disposition .....	271
<b>2 Formella grunder och ansvarsfördelning .....</b>	<b>272</b>
2.1 Kärnkraftsföretagens producentansvar.....	272
2.2 Regelverket kring uttagsprocessen.....	272
2.3 Kärnavfallsprogrammet – SKB:s uppgift .....	275
2.4 Statlig tillsyn – SKI:s ansvar .....	275
2.5 Förvaltning av avgiftsmedel – Kärnavfallsfondens styrelse .....	277
<b>3 Grund för ersättning ur kärnavfallsfonden.....</b>	<b>277</b>
3.1 Utgifterna för kärnavfallsprogrammet.....	277
3.2 Forskningsprogram.....	279
3.3 Långsiktig kalkyl .....	279
3.4 Betalningsplan/budget för SKB.....	279
3.5 Koppling mellan planprocessen och betalningsplanen .....	280
<b>4 Uttagsprocessen .....</b>	<b>281</b>
4.1 Processens olika steg.....	281
4.2 Granskning av betalningsplanen.....	283
4.3 Utbetalning av medel .....	284

4.4	Kostnadsuppföljning och revision .....	285
4.5	Reglering av förskott och räntereglering.....	286
<b>5</b>	<b>Problem med och möjligheter till förbättringar av uttagsprocessen .....</b>	<b>287</b>
5.1	Analys av uttagsprocessen.....	287
5.2	En bättre uttagsprocess .....	290
<b>Bilaga 1</b>	<b>.....</b>	<b>293</b>



## Sammanfattning

Statskontoret fick den 12 mars 2004 i uppdrag av Finansieringsutredningen att beskriva processen för uttag ur kärnavfallsfonden. Projektet skulle beskriva hur uttagsprocessen fungerar i praktiken och vilka kontrollmöjligheter Statens Kärnkraftinspektion (SKI) använder. Dessutom skulle Statskontoret belysa problem och möjligheter till förbättringar av uttagsprocessen.

Vi har identifierat följande **problem** med uttagsprocessen:

- Kärnavfallsprogrammet bygger på en rollfördelning som sätter klara gränser för tillsynsmyndighetens möjligheter att påverka.
- Den årliga processen med snäva tidsramar för granskning och kontroll gör att systemet är hårt pressat.
- SKI är präglade av en teknik- och säkerhetskultur som sätter gränser för att i praktiken använda de ekonomiska verktygen.
- Det finns en osäkerhet om vilket mandat SKI har från statsmakterna att använda de ekonomiska verktygen.
- Regelverket kring uttagsprocessen är oklart och/eller följs inte. Korta tidsfrister och brister i redovisningen av kostnader försvårar granskning och uppföljning.
- Systemet är inte transparent. Vilka fakturor som betalats redovisas inte öppet. Det finns ingen kontroll av om kostnaderna för olika projekt är rimliga.
- Myndigheten verkar inte ha riktigt klart för sig hur långt granskningen kan sträcka sig och vad som ingår i den finansiella tillsynen.

Statskontoret anser att villkoren för den ekonomiska tillsynen av kärnavfallsprogrammet stegvis kan förbättras:

### *Ett tydligare uppdrag till tillsynsmyndigheten*

Statskontoret anser att systemet kan förbättras inom ramen för nu gällande bestämmelser genom att tillsynsmyndigheten ges ett tydligare uppdrag. Denna förbättring skulle kunna införas på relativt kort sikt.

Statskontoret föreslår därför att finansieringsförordningen ses över och att det tydliggörs hur myndigheten kan använda de eko-

nomiska verktygen. När det gäller rutinerna för uttagsprocessen bör det i förordningen hänvisas till föreskrifter som myndigheten får i uppdrag att utforma. Föreskrifterna bör vara bindande för reaktorägarna och ange tidsfrister och hur kostnader ska redovisas. Det bör också anges vilka sanktioner som sätts in om bestämmelserna inte följs.

#### *Övergå till en treårig process*

Statskontoret menar att en förändring av systemet till en treårig process skulle kunna frigöra resurser och ta bort onödig administration. Statskontoret föreslår därför att Finansieringsutredningen överväger möjligheterna att övergå till en treårig process.

Genom att övergå till att besluta om avgifter och säkerheter vart tredje år i samband med att forskningsprogrammet behandlas, kan myndigheten ägna mer tid åt granskning och uppföljning. Plandokumentet skulle därmed vara styrande även för uttagsprocessen. Medel kan även med denna förändring utbetalas kvartalsvis, men enligt plandokumentets prognos för de närmaste tre åren. Reaktorägarna bör även i denna modell kontinuerligt redovisa till myndigheten hur och till vad medlen används. Avstämning och uppföljning av hur medlen har använts bör dock göras efter treårsperiodens slut.

Risken för likviditetsbrist i fonden kan minimeras om det samtidigt införs bestämmelser om en anmälningskyldighet vid större förändringar av verksamheten.

#### *Ta bort SKI:s ansvar för den finansiella tillsynen*

SKI:s huvuduppgift är att vara prövnings- och säkerhetsmyndighet. Den finansiella tillsynen av kärnavfallsprogrammet är en verksamhet som varken passar in eller ges tillräcklig plats i organisationen. Statskontoret föreslår därför att Finansieringsutredningen av principiella skäl överväger om den ekonomiska granskningen och kontrollen av kärnavfallsprogrammet kan flyttas till någon annan myndighet med kunskap och erfarenhet av finansiella frågor.

# 1 Inledning

## 1.1 Kärnavfallsfonden

Företag med tillstånd att driva kärnkraftverk har enligt svensk lag skyldighet att på ett säkert sätt ta hand om allt kärnavfall från verksamheten och rivningen av kärnkraftverken. Företagen ska bygga och driva anläggningar för att ta hand om och slutförvara kärnavfall. De ska också genomföra forsknings- och utvecklingsarbete om metoder för slutförvaring samt ta fram ett fullständigt beslutsunderlag inför valet av plats för slutförvar. I ansvaret ingår att reaktorinnehavarna ska svara för de faktiska kostnader som uppkommer vid avfallshanteringen.

I detta syfte byggde kraftföretagen under 1970-talet upp egna interna fonder för framtida avfallskostnader. Dessa fonder överfördes i början av 1980-talet till det statliga finansieringssystemet. Riksdagen beslutade år 1981 att en reaktorinnehavare årligen, så länge reaktorn är i drift, ska betala en avgift för att finansiera omhändertagandet av använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall. Avgiften utgår med ett visst belopp per kilowattimme levererad el från kärnkraftverken.

Pengarna placerades tidigare på räntebärande konton i Riksbanken. Sedan år 1996 samlas de fonderade medlen i kärnavfallsfonden. Huvuddelen av medlen är i dag placerade i svenska statens realränteobligationer på den reguljära marknaden. I och med att utbetalningar ur fonden kommer att ske under lång tid ska reaktorägarna också ställa säkerheter till staten för att garantera att det finns tillräckligt med pengar för framtida kostnader om fonden skulle visa sig vara otillräcklig.

Kärnkraftföretagen har rätt att löpande använda fondmedel för kostnader som de redan har för åtgärder som syftar till en säker hantering och slutförvaring av det använda kärnbränslet och annat radioaktivt avfall.

## 1.2 Uppdraget till Statskontoret

Regeringen har uppdragit åt Finansieringsutredningen (M 2003:01) att se över systemet för finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall från kärnkraftsreaktorer.

Utredningen har uppdragit åt Statskontoret att översiktligt beskriva processen för reaktorinnehavarnas uttag och användning av fondmedel.

Tyngdpunkten ska ligga på hur uttagsprocessen fungerar i praktiken, dvs. vilka olika kontrollmöjligheter som SKI har och använder inom ramen för sin tillsynsroll. Hur prövar och granskar myndigheten underlaget för utbetalningarna? Hur följer myndigheten upp hur pengarna använts?

Statskontoret ska belysa de eventuella problem med och möjligheter till förbättringar av uttagsprocessen som kommer fram i samband med kartläggningen.

Uppdraget ska redovisas i en promemoria som lämnas till utredningen senast den 31 augusti 2004.

## 1.3 Metod och genomförande

Kartläggningen bygger på en genomgång av gällande regler och rutiner för uttagsprocessen. För att ytterligare belysa hur uttagsprocessen går till har intervjuer genomförts med ett urval personer vid Statens Kärnkraftinspektion (SKI), Kärnavfallsfondens styrelse och Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB).

## 1.4 Rapportens disposition

Avsnitt 2 innehåller en beskrivning av de regelmässiga grunderna för uttagsprocessen och vilka formella möjligheter staten har för styrning och kontroll. I avsnitt 3 ges en kort beskrivning av de dokument som ligger till grund för ersättning ur kärnavfallsfonden.

Utifrån dessa beskrivningar presenteras därefter i avsnitt 4 en översiktlig kartläggning av de olika stegen i uttagsprocessen. Syftet är att få en uppfattning om vilka kontrollmöjligheter SKI har och använder inom ramen för sin tillsyn.

I avsnitt 5 belyser Statskontoret de problem som framkommit vid kartläggningen och lämnar förslag till förbättringar av uttagsprocessen.

## 2 Formella grunder och ansvarsfördelning

### 2.1 Kärnkraftsföretagens producentansvar

Den svenska regleringen på kärnavfallsområdet skiljer sig i viktiga delar från såväl övriga svenska bestämmelser om hantering av miljöfarliga ämnen som motsvarande lagstiftning i andra länder. Reglerna fastställer ett stegvis utvecklings- och genomförandearbete med tydliga uppgifter för både kraftföretagen och staten. De definierar ett starkt producentansvar under samhällets överinseende.

De grundläggande principerna för fördelningen av ansvaret för kärnavfallet mellan staten och industrin utvecklades redan under 1970-talet och 1980-talets början. Modellen gäller än i dag, även om den vid flera tillfällen har vidareutvecklats och förtydligats.

Lagstiftningen vilar på tre grundprinciper (prop. 1980/81:90):

- Kostnaderna för avfallshanteringen ska täckas av intäkterna av den elproduktion som ger upphov till avfallet.
- Den som bedriver verksamhet där radioaktiva restprodukter uppkommer, ska svara för att dessa tas om hand på ett säkert sätt.
- Staten har ett övergripande ansvar för det radioaktiva avfallet.

Rollfördelningen innebär att kraftindustrin har fullt ansvar för planering, genomförande och finansiering av kärnavfallsprogrammet och att staten bedriver tillsyn av verksamheten. Reaktorinnehavarna ska i bolagsform gemensamt driva utvecklingen av ett system för att omhänderta använt kärnbränsle och radioaktivt avfall.

Utöver tillsynen bestämmer staten hur mycket avgiftsmedel som ska fonderas, ansvarar för förvaltningen samt beslutar om hur de fonderade medlen får användas.

### 2.2 Regelverket kring uttagsprocessen

#### *Kärntekniklagen*

I lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen) finns bestämmelserna om att reaktorinnehavaren har det tekniska och ekonomiska ansvaret för hantering och slutförvaring av kärnavfall. Enligt lagen ska reaktorinnehavarna även gemensamt svara för att en allsidig forsknings- och utvecklingsverksamhet bedrivs. Forskningsprogrammet ska inlämnas till staten var tredje år för

granskning och utvärdering. I samband med detta kan staten vid behov ställa villkor om den fortsatta FoU-verksamheten (10-14 §§).

I tillhörande förordning (1984:14) anges att SKI är central tillsynsmyndighet och att myndigheten ska lämna ett eget yttrande över forskningsprogrammet.

I kärntekniklagens inledande bestämmelser definieras bl.a. vad som avses med kärnavfall:

- använt kärnbränsle som har placerats i slutförvar,
- radioaktivt ämne som har bildats i en kärnteknisk anläggning (och inte ska användas för vissa specificerade ändamål),
- material eller annat som har tillhört en kärnteknisk anläggning och blivit radioaktivt förorenat, och
- radioaktiva delar av en kärnteknisk anläggning som avvecklas.

### *Finansieringslagen*

När det gäller kostnadsansvaret hänvisar kärntekniklagen till bestämmelserna i lagen (1992:1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m. (finansieringslagen). Det anges att reaktorinnehavaren ska betala en årlig avgift till staten så länge reaktorn är i drift. Avgifterna förvaltas av Kärnavfallsfondens styrelse.

Avgifterna ska enligt finansieringslagen finansiera alla kostnader för att omhänderta använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall från kärnkraftsreaktorerna. Därutöver ska säkerheter ställas för kostnader som uppstår om reaktorn stängs av i förtid och för oförutsedda kostnader.

Med omhändertagande menas hantering och slutförvaring, avveckling och rivning av reaktorerna samt forskning och utveckling. Avgiften ska också täcka de kostnader som staten har enligt kärntekniklagen och finansieringslagen. Det är kostnader för kompletterande FoU, för att pröva frågor om avgiftens och säkerheternas storlek och användning, för kärnavfallsfondens förvaltning samt för statens och kommunernas information till allmänheten. Enligt beslut år 2004 får avgiften även användas för bidrag till ideella organisationer som deltar i miljöprövningsprocessen.

Finansieringslagen reglerar innehållet i den kostnadsberäkning (plandokumentet) som årligen ska lämnas av reaktorinnehavarna och som ligger till grund för beräkning av avgiften och för att be-

stämman storleken på säkerheterna. Avgiften beräknas på grundval av lagens villkor om en drifttid som uppgår till 25 år, den s.k. intjänandetiden. Om reaktorerna drivs en längre tid beräknas ett tillägg för kostnaderna för avfallshanteringen av det tillkommande bränslet utöver 25 års drifttid.

Av beräkningen ska dessutom framgå kostnaderna för de åtgärder som avses bli vidtagna inom en tidsrymd av om minst tre år. Lagen innehåller också bestämmelser om reaktorinnehavarnas skyldighet att lämna de upplysningar och de handlingar regeringen eller myndigheten behöver för att fastställa avgiften och säkerheter samt pröva frågor om användning av medlen.

#### *Finansieringsförordningen*

Det är enligt finansieringsförordningen (1981:671) SKI som prövar frågor om användning av avgiftsmedel och Kärnavfallsfondens styrelse som förvaltar avgifter och säkerheter. Kostnadsberäkningen ska ha inkommit till SKI senast den 30 juni varje år. SKI ska sedan senast den 31 oktober lämna den till regeringen med ett eget yttrande som innehåller förslag till avgifter och säkerheter för nästa år.

I förordningens stadgas att SKI beslutar om hur och i vilken utsträckning kärnavfallsfondens medel får användas till de kostnader som en reaktorinnehavare har under en kommande tidsperiod. Kostnaderna ska avse åtgärder som fanns med i kostnadsberäkningen när avgiften bestämdes.

I förordningen anges att avgiften ska betalas till kärnavfallsfonden kvartalsvis i efterhand. Avgiftsmedel betalas ut till reaktorinnehavarna förskottsvis inför varje kvartal.

#### *Myndighetsbeslut om ersättningsrutiner*

Även i SKI:s instruktion (1988:523) anges att inspektionen beslutar om användningen av avgiftsmedel enligt finansieringslagen.

SKI har efter hörande av kraftföretagen 1996-03-20 beslutat om ersättningsrutiner till reaktorinnehavarna enligt finansieringslagen. Rutinerna gäller betalningsplaner, ändringar av planer, begäran om förskott, beslut om ersättningar, reglering av förskott, räntereglering samt revision av användningen av avgiftsmedel. Rutinerna beskrivs närmare i avsnitt 3 och 4.

### 2.3 Kärnavfallsprogrammet – SKB:s uppgift

Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, är kärnkraftsföretagens gemensamt ägda företag med huvuduppgift att utveckla, bygga och driva systemet för omhändertagandet av använt kärnbränsle. Kärnkraftföretagen har sedan år 1977 ett lagstadgat producentansvar för att ta hand om det radioaktiva avfallet från kärnkraftverken. På uppdrag av kärnkraftverkens ägare ansvarar SKB för att ta hand om och slutförvara använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall.

Verksamheten omfattar drift av system och anläggningar för transport, central mellanlagring av använt bränsle (CLAB) och slutförvaring av radioaktivt driftavfall (SFR). Dessutom genomför SKB forskning, teknisk utveckling, analyser, undersökningar, projektering, kostnadsberäkningar och samhällskontakter för planerade etableringar av anläggningar inför slutförvaringen.

En stor del av den nuvarande verksamheten är det s.k. kärnbränsleprogrammet, som omfattar inkapsling och slutförvaring av det använda kärnbränslet. Målet är att ansöka om lokalisering och uppförande av inkapslingsanläggningen år 2006 och av djupförvaret år 2008.

Det planerade forsknings-, utvecklings- och demonstrationsarbetet om djupförvaring sammanfattas sedan år 1986 vart tredje år i ett program som redovisas till myndigheter och regering (enligt kärntekniklagen). SKB upprättar också varje år den kostnadsberäkning som krävs enligt finansieringslagen och utarbetar en betalningsplan för nästkommande år.

Verksamheten är till största delen avgiftsfinansierad. Av en omsättning på drygt 1 miljard kronor år 2003 utgör ca 90 procent ersättning från kärnavfallsfonden. Resterande medel kommer direkt från reaktorägarna och från internationella konsultuppdrag.

### 2.4 Statlig tillsyn – SKI:s ansvar

SKI ansvarar för tillsyn av säkerheten vid kärnkraftverk och avfallsanläggningar. SKI har också ansvar för att granska säkerheten i det planerade avfallsprogrammet. Enligt kärnteknikförordningen ska SKI granska, utvärdera och lämna ett eget yttrande till regeringen om kärnkraftsföretagens forskningsprogram. Myndigheten ska allmänt följa utvecklingen och ta initiativ till kompletterande FoU inom kärnsäkerhets- och kärnavfallsområdet.



SKI har ansvar för att varje år granska kärnkraftindustrins kostnadsberäkningar för avfallshanteringen och att föreslå storleken på avgifter och säkerheter till regeringen, som därefter fastställer avgiften.

SKI beslutar om användningen av avgiftsmedel enligt finansieringslagen.

Verksamheten finansieras i huvudsak med tillsynsavgifter från kärnkraftindustrin. SKI kan även begära medel över statsbudgeten. Framtida myndighetskostnader för tillsyn av avfallsanläggningar och nedlagda reaktorer kommer att finansieras ur kärnavfallsfonden.

Frågor som rör kärnavfallsfonden handhas av avdelningen för kärnavfallssäkerhet. Avdelningen har därmed även hand om finansierings- och kapitalfrågor. Avdelningen ansvarar för säkerheten i samband med kärnavfall samt granskar och inspekterar kärnavfallsanläggningar. Avdelningen granskar och har löpande tillsyn över SKB:s program för slutförvaring av använt kärnbränsle samt övervakar att pengar avsätts för framtida kostnader för slutförvaring av använt kärnbränsle m.m. Dessutom genomförs kompletterande utredningar/forskning inom kärnavfallsområdet. En mindre andel av forskningsmedlen inom avdelningen, ca 5–6 procent, används till området kostnadsanalys t.ex. rivningsstudier, indexstudier och effektivitetsstudier. Dessa genomförs i samarbete med externa forskare eller konsulter.

Kärnavfallsfrågan är den minsta verksamheten vid SKI, med mindre än 15 procent av personalen. Avdelningen för reaktorsäkerhet svarar personalmässigt för mer än 40 procent av verksamheten. En person arbetar i dag med finansierings- och kapitalfrågorna. Övriga personer vid avdelningen bistår med teknisk kompetens vid bedömning och granskning av forskningsprogram, kostnadsberäkningar och budget från SKB. SKI har nyligen anställt ytterligare en person inför projekteringen av inkapslingsanläggningen. Denna person kommer även att utföra vissa arbetsuppgifter inom finansieringsområdet.

## 2.5 Förvaltning av avgiftsmedel – Kärnavfallsfondens styrelse

Kärnavfallsfondens styrelse är en statlig myndighet som sedan år 1996 förvaltar de fonderade medlen i kärnavfallsfonden. Kammarkollegiet har hand om styrelsens administration. Styrelsen, som består av sju personer utsedda av regeringen, beslutar om placering av fondens kapital. Två av ledamöterna utses på förslag av reaktorinnehavarna eller SKB.

Styrelsen ska enligt sin instruktion uppbära de avgifter som betalas enligt finansieringslagen. Styrelsen ska ombesörja att utbetalningar efter begäran av SKI verkställs till reaktorinnehavarna för kostnader som ska täckas av avgiftsmedel.

Kärnavfallsfondens fondkapital var vid slutet av år 2003 ca 30,3 miljarder kr. Under perioden 1982 till 2003 har sammanlagt ca 25 miljarder kr betalats in i avgifter och de finansiella intäkterna har uppgått till ca 21,3 miljarder kr. Kostnaderna, i huvudsak ersättning till reaktorinnehavarna, var under samma period ca 16 miljarder kr. Under år 2003 tillfördes fonden avgiftsinbetalningar på ca 0,5 miljarder kr och utbetalningarna under året uppgick till ca 1,1 miljarder kr (inklusive 0,1 miljarder in- och utbetalningar enligt Studsvikslagen). Kapitaltillväxten var drygt 1 miljard kronor.

Fonden har under åren 1996–2003 kunnat uppvisa en hög genomsnittlig real avkastning på över sex procent.

## 3 Grund för ersättning ur kärnavfallsfonden

### 3.1 Utgifterna för kärnavfallsprogrammet

Avgifterna från reaktorinnehavarna ska täcka samtliga kostnader som har samband med de restprodukter som verksamheten ger upphov till. Även statens kostnader ska betalas ur kärnavfallsfonden.

Tabell 1 visar de årliga utgifterna för kärnavfallsprogrammet mellan 1982 och 2003 samt hur kostnaderna fördelas på olika ändamål. Kostnaderna har sedan mitten av 90-talet ökat vilket beror på att forskningsverksamheten övergått till storskaliga tester inför slutförvaringen, nyinvesteringar i mellanlagret CLAB och att platsundersökningarna intensifierats.

Under perioden 1982–2003 har sammanlagt 14,3 miljarder kronor använts för kärnavfallsprogrammet, räknat i löpande priser. Av dessa har ca 3 miljarder gått till det nu avslutade projektet appar-

betning av använt bränsle i Frankrike. Mellanlagret CLAB har hittills kostat ca 4,5 miljarder kronor, varav 1,4 miljarder för driften. Drygt 4 miljarder kronor har satsats på forskning, utveckling och demonstration. Platsundersökningarna och lokalisering har hittills kostat knappt 800 miljoner kronor.

Kostnaderna för kärnavfallsprogrammet kommer att fortsätta att öka under det närmaste decenniet eftersom stora investeringar kommer att göras i anläggningar för inkapsling och slutförvar.

*Tabell 1.* Årliga utgifter för kärnavfallsprogrammet mellan år 1982 och 2003.

Miljoner kr (löpande priser).

Årtal	Milj kr	Ändamål	Milj kr
1982–1984	3 046,1	Administration	360,5
1985	776,9	Information/Kommunikation	209,8
1986	780,6	Lokalisering	262,7
1987	699,6	FUD	4 144,9
1988	568,6	System o anläggningar	34,4
1989	626,7	Systemanalys	40,7
1990	481,2	CLAB investering	2 296,4
1991	309,8	CLAB drift	1 441,7
1992	339,3	CLAB 96	41,3
1993	395,4	CLAB etapp 2	747,3
1994	431,7	Upparbetning investering	2 802,7
1995	397,8	Upparbetning drift	303,1
1996	412,1	SFR inv o drift	126,6
1997	522,0	MOX-bränsle	3,8
1998	518,8	Transport investering	162,5
1999	615,0	Transport drift	486,5
2000	644,5	Kommunikationsteknik	72,4
2001	777,8	Platsundersökningar	521,4
2002	924,3	IT	124,3
2003	1 017,5	Övrigt	102,7
<b>1982–2003</b>	<b>14 285,7</b>		<b>14 285,7</b>

### 3.2 Forskningsprogram

SKB utformar vart tredje år ett forskningsprogram. SKI har ansvar för att granska och övervaka programmet. Det anger en tidsplan för vilka åtgärder inom forskning, utveckling och demonstration som ska genomföras de närmaste åren (minst sex år enligt kärntekniklagen). SKB kommer att lämna ett nytt forskningsprogram till SKI i september 2004, FUD-program 2004.

### 3.3 Långsiktig kalkyl

Enligt finansieringsförordningen ska reaktorinnehavarna, i praktiken SKB, senast under juni månad varje år lämna en kostnadsberäkning till SKI. Med ledning av denna ska SKI senast den 31 oktober föreslå regeringen storleken på den avgift som reaktorinnehavarna ska betala under det närmaste året och de säkerhetsbelopp som ska ställas. SKI:s avgiftsförslag skickas på remiss av regeringen och sedan beslutar regeringen under december månad om efterföljande års avgifter och säkerhetsbelopp.

SKB redovisar sin kostnadsberäkning i det s.k. plandokumentet. PLAN 2003 avser de beräknade kostnaderna för år 2004.

SKB:s kostnadsberäkningar innehåller 40 kalkylobjekt. SKI lägger till ytterligare ett objekt, framtida myndighetskostnader.

Kostnadsberäkningen för att bestämma avgiften görs med sannolikheten 50 procent att det totala beloppet ska täcka de framtida kostnaderna.

### 3.4 Betalningsplan/budget för SKB

Reaktorinnehavarna använder i dagsläget årligen i storleksordningen 1 miljard kronor ur fonden. Uttagen följer en årlig cykel. Reaktorinnehavarna ska i november ett år (år 1) lämna sin betalningsplan för påföljande år (år 2) till SKI. SKI prövar och godkänner därefter betalningsplanen. Uttag ur fonden för betalningar till reaktorinnehavarna (avrop) görs kvartalsvis i förskott. Den ursprungliga betalningsplanen revideras vanligen löpande under året.

I mars året därpå (år 3) avslutas ärendena och läggs ad acta genom beslut av SKI. Innan beslut fattas granskas verksamheten av auktoriserade revisorer.

Ersättningsrutinerna regleras i en promemoria upprättad och fastställd av SKI 1996–03–20. Rutinerna gäller de fyra kärnkraftsföretagen Barsebäck Kraft AB, Forsmarks Kraftgrupp AB, OKG AB och Vattenfall AB samt SKB.

Betalningsplanen ska lämnas senast vid utgången av november månad. Planen ska anknyta dels till forskningsprogrammet och dels till den årliga kostnadsberäkningen enligt finansieringslagen (plandokumentet) och ange vilka justeringar som gjorts p.g.a. förändrade förutsättningar sedan avgiften beräknades.

Betalningsplanen ska fortlöpande hållas uppdaterad och kan ändras vid behov. Ändringarna kan avse både tidsmässiga förändringar och faktiska förändringar av verksamheten eller kostnaderna.

Betalningsplanen ska innehålla en översiktlig redovisning av planerade utbetalningar per kvartal under det närmaste året och de följande tre åren samt utbetalningar i det längre perspektivet.

### 3.5 Koppling mellan planprocessen och betalningsplanen

Plandokumentet lämnas till SKI i slutet av juni, även om en del kompletterande dokument ofta lämnas senare. Förslag om avgifter och säkerheter lämnas till regeringen den sista oktober och beslut fattas i december.

Enligt finansieringslagen och tillhörande förordning är det SKI som beslutar om hur och i vilken utsträckning fonderade avgiftsmedel får användas. Som underlag för SKI:s beslut ska reaktorägarna lämna en betalningsplan/budget för det närmaste året. Kostnaderna i betalningsplanen ska avse åtgärder som var inberäknade i underlaget när avgiften bestämdes. Kostnaderna ska alltså finnas med i plandokumentet.

Enligt de av SKI beslutade ersättningsrutinerna ska betalningsplanen för det närmaste året lämnas till SKI före den 1 december. SKB utgår i betalningsplanen från sin femåriga verksamhetsplan och budget.

Under de tre senaste åren har SKB i betalningsplanen uppgett ett avsevärt högre belopp än det belopp som fanns med för samma år som underlag för beräkning av avgifter, dvs. plankalkylen. SKB anger att bl.a. platsundersökningarna har blivit dyrare än förväntat.

## 4 Uttagsprocessen

SKI ansvarar för den statliga tillsynen över kärnavfallsprogrammet, dvs. kontrollerar hur reaktorinnehavarna lever upp till det ansvar de fått. SKI ska se till att erforderliga medel sätts av för framtida kostnader och att avsatta medel används för avsedda ändamål.

SKI har i princip tre formella möjligheter till kontroll av kärnavfallsprogrammet. Den första är att var tredje år granska och yttra sig över SKB:s forskningsprogram. Den andra är uppgiften att varje år föreslå storleken på kärnavfallsavgifter och säkerheter. Den tredje är att besluta om utbetalning av ersättning från kärnavfallsfonden.

I regeringens beslut om att inrätta fonden (prop. 1980/81:90) lyfts den sistnämnda fram som ett effektivt medel att påverka reaktorinnehavarnas verksamhet.

### 4.1 Processens olika steg

Beslut om utbetalning av medel är en årlig process som följer vissa steg. Hur processen ska gå till regleras i finansieringslagen och tillhörande förordning, samt i de ersättningsrutiner som SKI fastlagt.

#### *Betalningsplanen granskas och fastställs av SKI*

SKB ska inlämna betalningsplanen avseende nästkommande år före den 1 december. Planen ska uppta de kostnader som fanns med när avgiften bestämdes. Det ska framgå vilka ändamål medlen är avsedda för och hur betalningarna fördelas mellan reaktorägarna. De planerade utbetalningarna ska redovisas per kvartal under det närmaste kalenderåret.

SKI granskar och beslutar om att godkänna betalningsplanen som underlag för utbetalningar av ersättningar ur fonden senast den 31 december. Granskningen innebär att kontrollera om betalningsplanen innehåller de poster som ingått i plandokumentet, alltså när avgiften fastställdes. SKI kontrollerar alltså att betalningsplanen följer de planer SKB har redovisat i FUD-program och den senaste planrapporten.

Betalningsplanen ska fortlöpande hållas uppdaterad och kan därmed ändras under året. Ändringarna kan avse både periodiseringar och faktiska förändringar av verksamheten i årsplaneringen.

*SKI beslutar varje kvartal om utbetalning av medel*

Utbetalning av medel ur kärnavfallsfonden sker i förskott kvartalsvis. Senast trettio dagar före varje kvartalsskifte anmäler reaktorägarna vilket belopp som behövs under det närmast förestående kvartalet. Begäran om medel ska baseras på den senaste versionen av betalningsplanen.

SKI beslutar inför varje kvartal om att förskott ska utbetalas och begär av Kärnavfallsfondens styrelse att medlen ska utbetalas. I och med att SKB kan ha uppdaterat betalningsplanen kan ett annat belopp utbetalas än vad som fanns med i den av SKI godkända planen. I dessa fall måste SKB skriftligt motivera skälen till avvikelsen.

Medlen utbetalas efter begäran av reaktorägarna till ett konto hos SKB. De överförs dock direkt till aktuell reaktorinnehavare. SKB som ska täcka sina egna kostnader och betala leverantörer rekvirerar därefter pengar från reaktorägarnas konton månadsvis i förskott.

*Redovisning av utfall*

SKB ska senast vid utgången av februari månad året efter utbetalningarna skriftligen lämna en detaljerad redogörelse för hur medlen har använts. Av redogörelsen ska det framgå hur kostnaderna fördelas kvartalsvis till olika ändamål och mellan reaktorägarna.

I samband därmed görs en slutavräkning av de förskottrade medlen.

SKI granskar verksamheten med hjälp av externa revisorer.

*Reglering av förskott*

Reglering av under- respektive överuttag under kalenderåret sker i samband med förskottsutbetalningen för det andra kvartalet efterföljande år. Om avvikelsen i uttaget uppgått till mer än 5 procent av de förskottrade medlen i genomsnitt för året sker en räntereglering.

## 4.2 Granskning av betalningsplanen

Betalningsplanen ska enligt de ersättningsrutiner som SKI beslutat om lämnas senast den 30 november varje år. Tidpunkten är satt för att SKI ska hinna med att bedöma och fastställa betalningsplanen innan årsskiftet så att medel kan utbetalas i förskott det första kvartalet nästa år. SKB lämnar enligt SKI ofta planen 1 till 2 veckor senare än överenskommet vilket sätter press på systemet. SKI kan behöva kräva in förklaringar och ytterligare information innan planen kan fastställas.

Betalningsplanen uppdateras och ändras vid behov under året. Att så får ske är fastlagt i beslutet om ersättningsrutiner.

Betalningsplanen innehåller en översiktlig redovisning av planerade utbetalningar per kvartal, uppdelade på de fyra reaktornnehavarna. Utbetalningarna redovisas under rubriker som motsvarar SKB:s organisation; Säkerhet och teknik, Platsundersökningar, Drift, Kommunikation/strategi/ samordning, samt Verksamhetsstöd. Investeringar i CLAB etapp 2 särredovisas, liksom IT-drift. Därutöver tillkommer overheadkostnader.

I betalningsplanen redovisas därmed kostnaderna uppdelade på ett sätt som inte stämmer överens med de 40 kalkylobjekt som finns med i plandokumentet.

Som ett komplement till betalningsplanen lämnar SKB även över sin numera femåriga verksamhetsplan och budget för kommande år. Därmed anser SKB att de uppfyller de krav som finns i finansieringsförordningen.

I beslutet om betalningsplan för år 2002 krävde SKI en kvalitetsmässig höjning i detaljeringsgrad av betalningsplanen och verksamhetsplanen. En viss förbättring har därefter skett. SKI konstaterade dock i besluten för åren 2003 och 2004 att kravet på en tydligare koppling mellan plan, betalningsplan, reviderad betalningsplan och faktiskt utfall ökar i takt med att verksamheten övergår från ett forsknings- och planeringsskede till en mer operativ verksamhet.

SKI gör en bedömning av om betalningsplanen upptar och omfattar de kostnadsposter som ingått i underlaget för avgiftens fastställande enligt finansieringslagen. Betalningsplanen ska enligt myndighetens beslut om ersättningsrutiner följa de planer som redovisas i SKB:s forskningsprogram och planrapporter.

Beslut om fastställande av betalningsplanen tas av generaldirektören.



SKB har i betalningsplanerna för åren 2002, 2003 och 2004 begärt en högre ersättning än vad som fanns med i plandokumenten för motsvarande år. I sammanställningen har det enligt SKI inte lämnats någon förklaring till varför kostnaderna har ökat i förhållande till den tidigare inlämnade kostnadsberäkningen (plandokumentet). SKI har därför upprepade gånger krävt att SKB i samråd med kraftbolagen ska redovisa skälen till differenserna.

Hittills har SKI godkänt betalningsplanerna trots att det funnits avvikelser i förhållande till plandokumentet och att orsakerna till avvikelserna inte har förklarats. Om SKI inte skulle fastställa betalningsplanerna skulle det innebära att utbetalningar av förskott stoppades.

SKI anger att de har kunnat fatta dessa beslut trots avvikelserna eftersom tillräckligt med medel funnits för de senaste åren enligt den beräkningsgrund som utgår från finansieringslagen och innebär 25 års intjänandetid. Om SKI däremot skulle ha tillämpat den av reaktorägarna förespråkade intjänandetiden på 40 år så skulle det ha uppstått en brist på medel för de aktuella åren.

SKB lämnade 2003 i efterhand en redogörelse för avvikelserna mellan plandokument och betalningsplan. SKB menar att plankalkylen är en prognos som inte ska uppfattas som en budget i vanlig mening. Överskott och underskott i olika led kan variera såväl mellan olika objekt som inom olika tidsintervall. SKB strävar efter att kostnaderna i plandokumentet, framför allt under de tre första åren, så nära som möjligt följer verksamhetsplanen. Bolaget påpekar dock att förutsättningarna för plankalkylen i princip lagts fast ett år innan motsvarande underlag beslutas för budgeten samma år.

### 4.3 Utbetalning av medel

Det finns ingen beloppsgräns för hur mycket SKI får betala ut till reaktorinnehavarna. Det fattas fyra förvaltningsbeslut löpande varje år och ett förvaltningsbeslut för hela året, dvs. att medlen använts i enlighet med den fastställda betalningsplanen.

Utbetalningar ur fonden sker kvartalsvis i förskott under det aktuella året efter avrop från reaktorinnehavarna. SKB sammanställer ett dokument som visar vad varje reaktorägare har avropat, förbrukat och kommer att behöva avropa kommande kvartal.

Pengarna sätts efter önskemål från reaktorinnehavarna in på konto hos SKB, varifrån de direkt överförs till aktuell reaktorinne-

havare. Kärnkraftföretagen kan därmed placera pengarna på olika sätt och under upp till tre månader tillgodogöra sig finansiella intäkter. Det innebär i princip att kraftföretagen får räntefria lån på i genomsnitt drygt 1,5 månad.

SKB rekviderar medel från reaktorinnehavarna månadsvis i förskott för att täcka de kostnader som finns med i betalningsplanen för aktuell månad. SKB betalar därefter sina leverantörer, bland dem OKG AB och Forsmarks AB som sköter driften av avfallsanläggningar i Oskarshamn respektive Forsmark.

SKI har ingen uppfattning om hur stor andel av medlen som används av reaktorägarna och deras dotterbolag, dvs. hur mycket som handlar om interndebitering mellan SKB och reaktorägarna.

SKB uppger att ca 30 procent av 2003 års kostnader avsåg interndebitering. I denna andel ingår även SKB:s lönekostnader. Andelen kan variera mellan olika år beroende av vilken verksamhet som bedrivs. Det finns en stor osäkerhet i bedömningen eftersom SKB inte känner till alla eventuella dotterbolag inom branschen. Uppfattningen är dock att den största andelen av betalningarna går till externa leverantörer. SKB behandlar i betalningshänseende reaktorägarna på samma sätt som andra leverantörer.

#### 4.4 Kostnadsuppföljning och revision

SKB genomför regelbunden kvartalsvis kostnadsuppföljning och betalningsplanen uppdateras vid behov. Sedan år 2001 har utfallet överskridit betalningsplanen och även prognosen enligt plandokumentet. Att SKB inte tillämpar samma kontoplan i plandokumentet som i betalningsplanen och den löpande kostnadsuppföljningen försvårar möjligheterna till efterkalkyler.

Under första kvartalet efterföljande år (februari) lämnar SKB en redogörelse beträffande använda medel för den verksamhet som betalningsplanen omfattat. Av denna framgår kvartalsvisa avstämningar för det gångna året. I samband därmed görs en slutavräkning av de förskottrade medlen. Den lämnas till SKI tillsammans med avropet för kvartal 2 under innevarande år.

SKI granskar verksamheten med hjälp av externa revisorer. Revisionen har bl.a. omfattat en granskning av att under året utbetalda förskott till SKB har ingått i plandokumentet samt att utbetalda förskott har gjorts i överensstämmelse med den betalningsplan som

fastställts av SKI. Revisorerna upprättar en revisionspromemoria och utfärdar ett revisionsintyg.

Ibland genomförs särskilda granskningsuppdrag av vissa kostnadsposter, som CLAB etapp 2, lokalkostnader och kostnader för s.k. demokratiseringsresor. Revisorerna har också granskat avvikelserna mellan betalningsplan, reviderad betalningsplan och utfall i syfte att fastställa orsaken till avvikelserna samt när denna konstaterades.

Ingen av granskningarna har gett anledning till erinran. SKI har sedan år 1998 anlitat samma revisionsbyrå som SKB och Vattenfall. Revisorerna har under våren 2004 muntligt meddelat att de inte kan ta fler uppdrag från SKI eftersom de anser att de hamnar i en intressekonflikt.

#### 4.5 Reglering av förskott och räntereglering

Reglering av under- respektive överuttag avseende de kvartalsvisa förskotten för kalenderåret sker i samband med förskottsutbetalningen för det andra kvartalet det efterföljande året. Det är alltså i mars året efter utbetalningarna skett som SKI beslutar om medlen använts i enlighet med den fastställda betalningsplanen.

I samband med detta sker också en räntereglering för det gångna året i det fall under- respektive överuttag har uppgått till mer än 5 procent av de förskottade medlen i genomsnitt för året. Ränta ska i dessa fall utgå för varje kalenderkvartal fram till dagen för regleringen och ska beräknas med hänsyn till den aktuella räntesatsen för kalenderkvartalet på den ackumulerade fordran respektive skulden för varje kvartalsperiod.

Den räntesats som ska gälla vid ränteregleringen bestäms av SKI enligt rekommendation från Kärnavfallsfondens styrelse. SKI beslutar varje år om räntesatsen och den är för närvarande den effektiva Stiborräntan om 90 dagar med ett tillägg av 1,25 procentenheter.

## 5 Problem med och möjligheter till förbättringar av uttagsprocessen

### 5.1 Analys av uttagsprocessen

Syftet med kartläggningen av uttagsprocessen är att få en uppfattning om vilka kontrollmöjligheter SKI har och använder inom ramen för sin tillsyn.

Vi har endast studerat uttagsprocessen, alltså vilka rutiner som gäller för utbetalning av medel från kärnavfallsfonden. Systemet innebär dock att kostnaderna ska avspeglas i intäktssidan. I finansieringslagen anges att plandokumentet ska precisera kostnaderna för de närmaste tre åren. Det faller sig då naturligt att den budget/betalningsplan som myndigheten kräver är i överensstämmelse med plandokumentets kostnader under de tre första åren.

Om avgifterna är för låga och/eller uttagen för höga nu finns det risk för att pengarna inte räcker till att betala de framtida utgifterna för kärnavfallet. I förlängningen är det staten och framtida skattebetalare som bär denna risk.

Möjligheterna att justera ett eventuellt underskott i kärnavfallsfonden genom avgiftshöjningar blir allt mer begränsade ju närmare man kommer den tidpunkt då fonden ska vara fullt uppbyggd. Samtidigt har den reala avkastningen från fonden varit gynnsam vilket bidragit till att avgifterna har kunnat sänkas under 2000-talet.

#### *Grundläggande problem med tillsynen*

Kärnavfallsprogrammet bygger på en rollfördelning som sätter klara gränser för tillsynsmyndighetens möjligheter att påverka. Till dess att SKB lämnar sin ansökan om att få börja projektera slutförvaret har reaktorinnehavarna "det fulla och odelade ansvaret" för utvecklingen. Om myndigheten försöker tvinga SKB att göra något som ändrar programmets inriktning kan bolaget vägra, med stöd i den grundläggande ansvarsfördelningen som formuleras i lagen. Det är samtidigt oklart vad SKI får göra inom ramen för sitt tillsynsuppdrag. Myndigheten kan påverka intäktssidan genom att lämna förslag om höjning eller sänkning av avgiften. Hur myndigheten kan använda uttagsprocessen som ett medel att påverka reaktorinnehavarnas verksamhet behöver dock förtydligas.

De snäva tidsramarna för SKI:s granskning av den långsiktiga kalkylen och betalningsplanen gör det svårt att hinna göra några

djupare analyser av de enskilda kostnadsposterna eller egna utredningar och undersökningar. Den årliga processen med planprocessen, granskning av betalningsplanen, utbetalning av medel och löpande uppföljning av avvikelser gör att systemet är hårt pressat.

Både SKI och SKB är starkt präglade av en teknik- och säkerhetskultur som troligtvis sätter gränser för att i praktiken använda de ekonomiska verktygen. Att t.ex. besluta om att inte utbetala medel eftersom kostnaderna inte fanns med några månader tidigare i den långsiktiga kalkylen skulle kunna uppfattas som ett hinder att driva utvecklingen framåt. Det skulle också kunna riskera de goda relationerna mellan organisationerna. I stället ber SKI om förklaringar och ytterligare upplysningar i efterhand vilket sätter ytterligare press på systemet.

Det finns en osäkerhet om vilket mandat tillsynsmyndigheten har från statsmakterna att använda de ekonomiska verktygen. I förordningarna anges att SKI ska pröva och granska olika underlag och besluta om hur och i vilken utsträckning medel får användas. Det står också att kostnaderna ska avse åtgärder som fanns med i beräkningen när avgiften bestämdes. Det står inte explicit något om att myndigheten kan vidta åtgärder om underlag inte inkommer eller om budget och utfall under en längre tid inte stämmer överens. SKB kan i princip systematiskt lämna en kostnadsberäkning som ger en låg avgift, för att efter några månader inlämna en betalningsplan där kostnaderna har ökat.

#### *Praktiska problem med uttagsprocessen*

SKB ser arbetet med plandokumentet och den årliga budgeten/betalningsplanen som två skilda processer. Planprocessen genomförs som en konsekvens av finansieringslagen för att ta fram kostnader för hela det långsiktiga kärnavfallsprogrammet. Den ligger enligt SKB:s syn framför allt till grund för att fastställa avgifter och säkerheter.

Kravet om att reaktorinnehavarna även ska lämna en betalningsplan finns inte heller klart uttryckt i lagen eller förordningen. Det står dock i finansieringsförordningen att SKI beslutar om hur och i vilken utsträckning fonderade avgiftsmedel får användas. Av myndighetens beslut om ersättningsrutiner framgår att en betalningsplan ska lämnas och vilka rutiner som gäller. SKB uppfattar dock

inte detta myndighetsbeslut som lika bindande som lag och förordning.

SKB arbetar med betalningsplanen och kostnadsuppföljning som en del i sin normala verksamhetsplanering. Arbetet med planprocessen och verksamhetsplaneringen utförs vid olika avdelningar. SKB uppger att det kan vara svårt att hinna överföra information om ändrade förutsättningar för de olika processerna. Det kan leda till stora skillnader i periodiseringen av kostnaderna utan att skäl anges. SKB använder också olika kontoplaner i planprocessen och betalningsplanen. Detta försvårar SKI:s möjligheter att pröva och granska underlaget för utbetalningar ur fonden och att göra kostnadsuppföljningar.

Tidsplanen för när olika dokument ska vara inne och när de ska godkännas gör det mycket svårt för SKI att hinna med att pröva och granska plandokumentet och betalningsplanen. Kostnaderna i betalningsplanen ska finnas med i plandokumentet och prövningen och granskningen av detta dokument har därför stor betydelse även för uttagsprocessen. Tiden för granskning av plandokumentet är relativt knapp och infaller delvis under semestermånaderna. Under denna tid behandlas frågan tre gånger av styrelsen för information, konsultation och beslut. Granskningen omfattar både teknik och ekonomi där en jämförelse görs bl.a. med forskningsprogrammet och tidigare plandokument.

Systemet är inte transparent. SKB debiterar kärnkraftsföretagen enligt betalningsplan månadsvis i förskott. SKB redovisar också kostnaderna i förhållande till betalningsplanen. Vilka reella kostnader SKB har haft, alltså vilka fakturor som betalats (entreprenörer, kärnkraftsföretagen, forskningsinstitutioner m.fl.) redovisas inte öppet för myndigheten. Det finns ingen kontroll av om kostnaderna är rimliga eller om upphandlingarna sker på rätt sätt. Även detta försvårar uppföljningen och hindrar insyn i utvecklingen av kärnavfallsprogrammet.

SKI har hittills använt SKB:s revisorer. De har nu muntligt sagt upp avtalet och det är därmed oklart hur revisionen ska skötas i framtiden. SKI:s ledning ser inga problem med att de har använt samma revisorer som tillsynsobjektet.

På SKI arbetar en person på heltid med ekonomisk granskning och kontroll. Ytterligare en tjänst har nu tillsatts inför projekteringen av inkapslingsanläggningen. Denna tjänst omfattar även arbetsuppgifter enligt finansieringslagen. Ledningen anser att resurserna är tillräckliga för den verksamhet som krävs i dag, men beto-

nar att ytterligare uppgifter inte kan tillföras utan nya resurser. Om de fick ökade resurser skulle de främst satsas på egna känslighets- och variationsanalyser av den långsiktiga kostnadsberäkningen, jämförande analyser mot andra länder samt att göra egna, oberoende analyser av större investeringar i både för- och efterkalkyl.

En tolkning av att myndigheten anser att mer kunde göras med ökade resurser kan vara att myndigheten inte har riktigt klart för sig hur långt granskningen kan sträcka sig och vad som ingår i uppgiften.

## 5.2 En bättre uttagsprocess

Av kartläggningen framgår att rutinerna för uttagsprocessen kan förbättras genom ett antal åtgärder. Dessa åtgärder skulle ge en effektivare tillsyn och öka möjligheterna att i praktiken använda de ekonomiska verktygen. Det skulle också öka transparensen och därmed förtroendet för hela processen.

Statskontoret lämnar här förslag om hur villkoren för den ekonomiska tillsynen av kärnavfallsprogrammet stegvis kan förbättras.

### *Ett tydligare uppdrag till tillsynsmyndigheten*

Den rollfördelning som gäller för kärnavfallsprogrammet innebär att det är reaktorägarna som planerar, genomför och betalar för avfallshanteringen. Det innebär dock inte att det är reaktorägarna som äger medlen i fonden. Fonden är statlig och medel utbetalas efter beslut av tillsynsmyndigheten.

Statskontoret anser att systemet kan förbättras inom ramen för nu gällande bestämmelser genom att tillsynsmyndigheten ges ett tydligare uppdrag. Denna förbättring skulle kunna införas på relativt kort sikt.

Statskontoret föreslår därför att finansieringsförordningen ses över och att det tydliggörs hur myndigheten kan använda de ekonomiska verktygen. När det gäller rutinerna för uttagsprocessen bör det i förordningen hänvisas till föreskrifter som myndigheten får i uppdrag att utforma. Föreskrifterna bör vara bindande för reaktorägarna och ange tidsfrister och hur kostnader ska redovisas. Det bör också anges vilka sanktioner som sätts in om bestämmelserna inte följs.

### *Övergå till en treårig process*

Processen är i dag hårt pressad genom att beslut om avgifter, säkerheter och uttag ur fonden tas årligen. Tiden för granskning av de olika dokumenten är knapp och någon grundlig uppföljning av hur medlen har använts hinner myndigheten inte med. Granskning och uppföljning försvåras dessutom av att anvisningarna i beslutet om ersättningsrutiner är oklara och/eller inte följs.

Statskontoret menar att en förändring av systemet till en treårig process skulle kunna frigöra resurser och ta bort onödig administration. Statskontoret föreslår därför att Finansieringsutredningen överväger möjligheterna att övergå till en treårig process.

Genom att övergå till att besluta om avgifter och säkerheter vart tredje år i samband med att forskningsprogrammet behandlas, kan myndigheten ägna mer tid åt granskning och uppföljning. Plandokumentet skulle därmed vara styrande även för uttagsprocessen. Medel kan även med denna förändring utbetalas kvartalsvis, men enligt plandokumentets prognos för de närmaste tre åren. Reaktorägarna bör även i denna modell kontinuerligt redovisa till myndigheten hur och till vad medlen används. Avstämning och uppföljning av hur medlen har använts bör dock göras efter treårsperiodens slut.

Statskontoret ser inga allvarliga problem med en treårig process. En tänkbar invändning skulle kunna vara att ett felaktigt avgiftsbeslut får större konsekvenser när det gäller för tre år i stället för ett år. Risken för likviditetsbrist i fonden kan minimeras om det samtidigt införs bestämmelser om en anmälningsskyldighet vid större förändringar av verksamheten.

### *Ta bort SKI:s ansvar för den finansiella tillsynen*

SKI är i grunden en teknisk organisation med ansvar att granska och övervaka kärnkraftsindustrins arbete med att hitta en slutförvarsmetod och en plats där de kan bygga ett slutförvar. En viktig uppgift är därför granskningen och utvärderingen av forskningsprogrammet. SKI ställer krav på anläggningarnas tekniska utformning från säkerhetssynpunkt och tillståndshavarnas skyldigheter när det gäller verksamheter av betydelse för säkerheten. Tillståndsprovningarna av nya anläggningar för kärnavfallsprogrammet blir framöver SKI:s viktigaste uppgift.



SKI:s huvuduppgift är därmed att vara prövnings- och säkerhetsmyndighet. Den finansiella tillsynen av kärnavfallsprogrammet är en verksamhet som varken passar in eller ges tillräcklig plats i organisationen.

Statskontoret föreslår därför att Finansieringsutredningen av principiella skäl överväger om den ekonomiska granskningen och kontrollen av kärnavfallsprogrammet kan flyttas till någon annan myndighet med kunskap och erfarenhet av finansiella frågor.

Det finns dock en del praktiska problem med en sådan lösning. Statskontoret kan inte se någon naturlig hemvist för denna kanslifunktion vid någon befintlig myndighet. Det krävs också att den myndighet som svarar för den ekonomiska tillsynen har goda kontakter med SKI. En lösning skulle kunna vara att flytta ansvaret till Kärnavfallsfondens styrelse. Det skulle dock kräva en annan organisering av verksamheten och utökade resurser till kanslifunktionen.

Bilaga 1

Uppdraget



**Finansieringsutredningen**  
M 2003:01

Per Anders Bergendahl  
Telefon 08 - 543 560 63  
Mobil 070 - 205 65 42  
Telefax 08 - 405 41 44  
E-post per-anders.bergendahl@environment.ministry.se

2004-03-12

Statskontoret  
Box 2280  
103 17 Stockholm

STATSKONTORET Registrator	
Ink.	2004-03-16
Dnr.	2004/1745

Titel	S
Kontakt med	
Beslut	RC
Datum	17/3-04
Sign	

**Uppdrag till Statskontoret att beskriva processen för uttag ur  
Kärnavfallsfonden**

*Bakgrund*

Regeringen har uppdragit åt Finansieringsutredningen att se över systemet för finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall från kärnkraftsreaktorer. Finansieringssystemet är reglerat i lagen (1992:1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m. (finansieringslagen).

*Uppdrag*

Utredningen uppdrar åt Statskontoret att översiktligt beskriva processen för reaktorinnehavarnas uttag och användning av fondmedel.

Tyngdpunkten bör ligga på hur uttagsprocessen fungerar i praktiken, dvs. vilka olika kontrollmöjligheter som Statens Kärnkraftinspektion (SKI) har och använder inom ramen för sin tillsynsroll. Hur prövar och granskar myndigheten underlaget för utbetalningarna? Hur följer myndigheten upp hur pengarna använts?

Statskontoret bör belysa de eventuella problem med och möjligheter till förbättringar av uttagsprocessen som kommer fram i samband med kartläggningen.

Uppdraget ska redovisas i en promemoria som lämnas till utredningen senast den 30 juni 2004.

*Per Anders Bergendahl*  
Per Anders Bergendahl  
Särskild utredare

Postadress 103 33 Stockholm      Besöksadress Vasagatan 8-10      Telefonväxel 08-543 560 63      Telefax 08-405 41 44

*Hänselantekning*  
*Förlängd uppdrags-*  
*tid till*  
*31 augusti 2004*  
*010616*  
*Ulrik*

# Utredningen om så kallat övrigt kärn- avfall

**Studsvik RadWaste AB**

**Karin Brodén**

## Huvudinnehåll

En utredning om sådant svenskt kärnavfall som varken omfattas av Finansieringslagen eller Studsvikslagen har genomförts på uppdrag av Regeringskansliet. Avfallet benämns övrigt kärnavfall. Utredningen omfattar både kartläggning av avfallsflöden och redovisning av dagens finansiella åtgärder för att omhänderta avfallet. Dessutom diskuteras finansiella åtgärder för material som i dagens läge inte är övrigt kärnavfall men som i framtiden kommer att bli eller eventuellt skulle kunna bli övrigt kärnavfall.

**Innehållsförteckning**

	Sida
<b>1</b>	<b>Introduktion..... 298</b>
<b>2</b>	<b>Definitioner och avgränsningar..... 298</b>
<b>3</b>	<b>Avfallsflöden..... 300</b>
<b>4</b>	<b>Finansiella åtgärder ..... 302</b>
4.1	Driftavfall från Studsvik till SFR ..... 302
4.2	Driftavfall från Studsvik till djupförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall ..... 302
4.3	Driftavfall från Studsvik till djupförvar för använt bränsle..... 303
4.4	Använt bränsle från Studsvik ..... 304
4.5	Framtida rivningsavfall ..... 304
4.5.1	Rivningsavfall från Studsvik..... 304
4.5.2	Rivningsavfall från Ågestareaktorn ..... 304
4.5.3	Rivningsavfall från bränslefabriken i Västerås ..... 304
4.5.4	Rivningsavfall från Ranstad..... 305
<b>5</b>	<b>Diskussion och slutsatser ..... 305</b>
<b>6</b>	<b>Referenser..... 307</b>

## 1 Introduktion

Regeringskansliet genom Finansieringsutredningen genomför en översyn av finansieringssystemet för använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall från kärnkraftsreaktorer [1]. En fråga som framkommit i översynsarbetet är prövning av en enhetlig reglering av finansiering för allt kärnavfall. Tre grupper av kärnavfall har identifierats:

- Avfall som regleras enligt den så kallade Finansieringslagen [2] (Finansieringslagen ställer krav på reaktorägarna att de ska ansvara ekonomiskt för kärnavfallshanteringen, nu och i framtiden.)
- Avfall som regleras enligt den så kallade Studsvikslagen [3] (Allt kärnavfall som den 30 juni 1991 tillhörde Studsvik överläts 1993-03-31 på AB SVAFO, vars finansiering regleras enligt Studsvikslagen.)
- Övrigt kärnavfall

Studsvik har medverkat i utredningsarbetet genom framtagning av föreliggande underlag om övrigt kärnavfall.

## 2 Definitioner och avgränsningar

Kärntekniklagen skiljer på kärnämne och kärnavfall. Kärnämne är således inte kärnavfall. Med kärnämne avses enligt Kärntekniklagen [4]:

- uran, plutonium eller annat ämne som används eller kan användas för utvinning av kärnenergi (kärnbränsle) eller förening i vilken sådant ämne ingår
- torium eller annat ämne som är ägnat att omvandlas till kärnbränsle eller förening i vilken sådant ämne ingår
- använt kärnbränsle som inte har placerats i slutförvar

Med kärnavfall avses enligt Kärntekniklagen [4]:

- använt kärnbränsle som har placerats i slutförvar
- radioaktivt ämne som har bildats i en kärnteknisk anläggning och som inte har framställts eller tagits ur anläggningen för att användas i undervisnings- eller forsknings-

syfte eller för medicinska, jordbrukstekniska eller kommersiella ändamål

- material eller annat som har tillhört en kärnteknisk anläggning och blivit radioaktivt förorenat samt inte längre skall användas i en sådan anläggning
- radioaktiva delar av en kärnteknisk anläggning som avvecklas

Med kärnteknisk anläggning avses enligt Kärntekniklagen [4]:

- anläggning för utvinning av kärnenergi (kärnkraftsreaktor)
- annan anläggning i vilken en självunderhållande kärnreaktion kan ske, såsom forskningsreaktor
- anläggning för utvinning, framställning, hantering, bearbetning, förvaring som avses bli bestående (slutförvaring) eller annan förvaring (lagring) av kärnämne
- anläggning för hantering, bearbetning, lagring eller slutförvaring av kärnavfall

Sverige har kärntekniska anläggningar på följande platser:

- I Barsebäck finns Barsebäck 1 (kokvattenreaktor, stängd 1999) och Barsebäck 2 (kokvattenreaktor).
- I Forsmark finns Forsmark 1 (kokvattenreaktor), Forsmark 2 (kokvattenreaktor), Forsmark 3 (kokvattenreaktor) och SFR (Slutförvar för radioaktivt driftavfall).
- I Oskarshamn finns Oskarshamn 1 (kokvattenreaktor), Oskarshamn 2 (kokvattenreaktor), Oskarshamn 3 (kokvattenreaktor) och CLAB (Centralt mellanlager för använt bränsle).
- I Ranstad finns en anläggning för återvinning av uran från restprodukter.
- I Ringhals finns Ringhals 1 (kokvattenreaktor), Ringhals 2 (tryckvattenreaktor), Ringhals 3 (tryckvattenreaktor) och Ringhals 4 (tryckvattenreaktor).
- I Studsvik finns R2-reaktorn (forsknings- och materialprovningsreaktor), R2-0-reaktorn (forskningsreaktor), laboratorier för tester och undersökningar av kärnbränsle samt avfallsanläggningar.
- I Västerås finns en kärnbränslefabrik.
- I Ågesta strax söder om Stockholm finns Ågesta-reaktorn (tungvattenreaktor, nerlagd 1974).

Dessutom finns forskningsinstitutioner m.m. som också har kärnteknisk verksamhet.

Anläggningarna i Barsebäck, Forsmark, Oskarshamn och Ringhals omfattas av Finansieringslagen.

I den mån kärnavfall från anläggningarna i Ranstad, Västerås och Ågesta och från forskningsinstitutioner m.m. ska tas om hand skickas det till Studsvik för hantering (se nästa kapitel).

Endast en del av kärnavfallet i Studsvik är övrigt kärnavfall. Resten omfattas av Studvikslagen.

Även om Kärntekniklagen är tydlig när det gäller definitionen på kärnavfall är det i praktiken inte alltid så lätt att skilja på vad som ska betraktas som kärnavfall och vad som "bara" är radioaktivt avfall. Detta gäller inkommande icke kärntekniskt avfall som behandlas i de kärntekniska anläggningarna i Studsvik.

Eftersom använt kärnbränsle som har placerats i slutförvar är kärnavfall enligt kärntekniklagens definition blir kärnbränslerester från Studsvik kärnavfall vid deponering i ett slutförvar.

### 3 Avfallsflöden

I Figur 1 ges en schematisk beskrivning av systemet för hantering av radioaktivt avfall i Sverige med särskilt fokus på avfall, som hanteras i Studsvik.

Driftavfall från de svenska kärnkraftverken och liknande avfall från Studsvik transporteras till SFR (slutförvar för driftavfall) i Forsmark.

Använt kärnbränsle från svenska kärnkraftverk och kärnbränslerester från undersökningar i Studsvik transporteras till CLAB (centrallager för använt bränsle) i väntan på framtida slutförvaring i ett djupförvar.

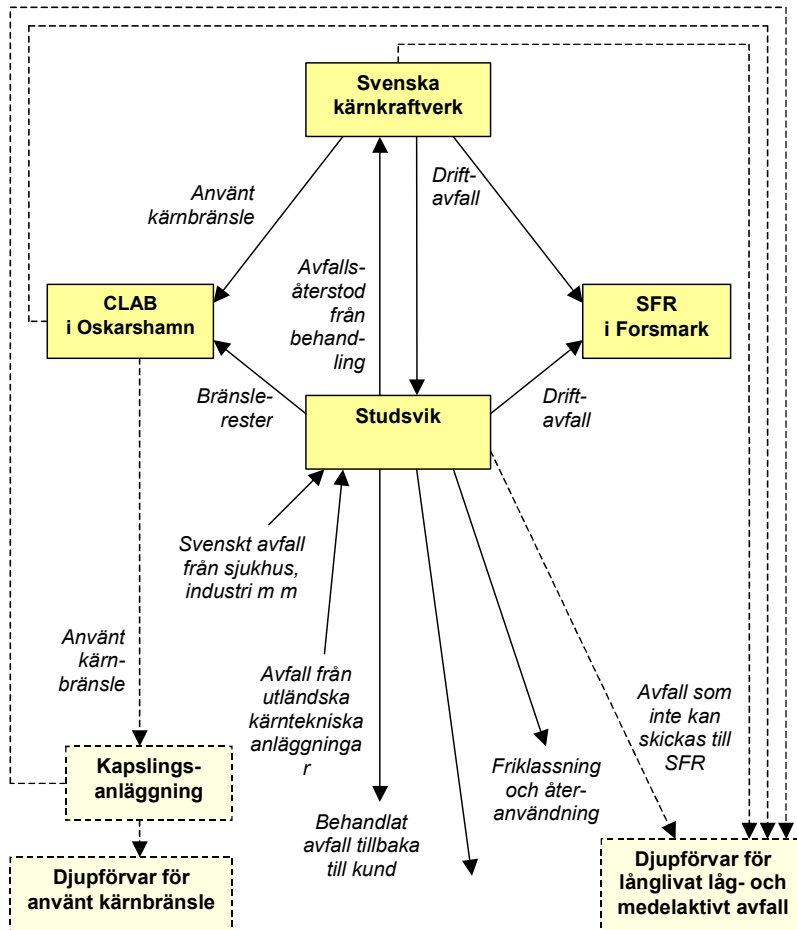
Använt bränsle från reaktorerna R2 och R2-0 i Studsvik kan enligt avtal skickas tillbaka till ursprungslandet USA.

I Studsvik behandlas både externt radioaktivt avfall/skrot och radioaktivt avfall/skrot från den egna verksamheten. Behandlat skrot kan i de flesta fall friklassas och återanvändas antingen direkt eller efter avklingningslagring. Avfallsåterstoder (aska m.m.) från behandling av externt avfall/skrot skickas i de allra flesta fallen tillbaka till kunden. Avfallsåterstoden från behandlat svenskt avfall från sjukhus, forskningsinstitutioner, industri utöver kärnkraft-



industrin m.m. omhändertas dock tillsammans med avfall från den egna verksamheten i Studsvik.

Långlivat låg- och medelaktivt avfall (både SVAFO-ägt avfall som omfattas av Studsvikslagen och Studsvik Nuclear-ägt avfall som inte omfattas av Studsvikslagen) mellanlagras i Studsvik i väntan på framtida transport till ett djupförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall. Djupförvaret förväntas även användas för framtida rivningsavfall och avfall vars kemiska sammansättning gör att det inte uppfyller kraven på avfall till SFR.



Figur 1

Avfallshantering i Sverige med särskilt fokus på avfall, som hantearas i Studsvik. Framtida planer är streckmarkerade.

## **4 Finansiella åtgärder**

### **4.1 Driftavfall från Studsvik till SFR**

Driftavfallet från Studsvik till SFR utgörs bland annat av aska från förbränning av lågaktivt svenskt avfall. Askan packas i 100-litersfat som placeras i 200-litersfat varefter mellanrummen mellan faten fylls med betong så att askan kringgjuts. Även andra avfallskategorier förekommer bland avfallet från Studsvik till SFR. För varje typ av avfallskolli finns en typbeskrivning med noggrann beskrivning av behållarsystemet och det ingående avfallet.

Under 2003 förbrändes totalt 400 ton avfall i Studsviks förbränningsanläggning [5]. Endast ca 3 % av avfallet utgjordes av övrigt kärnavfall.

Studsviks kostnader för slutförvaring i SFR är redan täckta. Detta regleras i ett avtal mellan Studsvik (dåvarande Studsvik Energiteknik AB) och SKB (dåvarande SKBF, Svensk Kärnbränsleförsörjning AB) [6]. Enligt avtalet har SKB åtagits sig att i SFR ombesörja slutlig förvaring av avfall från Studsvik och också ombesörja transporten av avfallet från Studsvik till SFR. För detta har Studsvik erlagt ersättning med ett engångsbelopp om sammanlagt 53 700 000 kronor.

### **4.2 Driftavfall från Studsvik till djupförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall**

Under 2003 tog hanteringsanläggningen för medelaktivt avfall i Studsvik emot tre ton avfall för behandling varav ca två ton kan klassas som övrigt kärnavfall [7]. Huvuddelen av det övriga kärnavfallet utgjordes av medelaktivt avfall från verksamheten i Studsvik, framför allt från R2-reaktorn, men även små kvantiteter externt avfall ingår i avfallet.

Behandlingen i hanteringsanläggningen för medelaktivt avfall har under 2003 resulterat i totalt 66 producerade dubbellocksfat på 80 liter vardera varav 53 fat med övrigt kärnavfall [7]. Dubbellocksfaten har i sin tur placerats i femhåls betongkokiller, som vardera rymmer fem fat.

Producerade kokiller transporteras till ett bergrum för mellanlagring i väntan på framtida slutförvaring i ett djupförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall. Vid utgången av 2003 fanns totalt 607 betongkokiller med SVAFO-avfall och övrigt kärnavfall i mellanlagret.

Det övriga kärnavfallet omfattas av krav på ekonomisk säkerhet enligt Miljöbalken [8]. Enligt Miljöbalken 16 kap 3 § gäller följande:

Tillstånd, godkännande eller dispens enligt balken eller enligt föreskrifter meddelade med stöd av balken, får för sin giltighet göras beroende av att den som avser att bedriva verksamheten ställer säkerhet för kostnaderna för efterbehandling och andra återställningsåtgärder som verksamheten kan föranleda.

I en nyligen meddelad dom om tillstånd enligt miljöbalken för verksamhet i Studsvik ställs därför krav på ekonomisk säkerhet [9]. Kravet gäller en bankgaranti på 16 miljoner kronor för efterbehandling och andra återställningsåtgärder. Detta täcker bland annat in framtida kostnader för övrigt kärnavfall till ett djupförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall. Säkerheten ska förvaras hos Länsstyrelsen. Studsvik ska sedan med början den 1 mars 2007, och därefter den 1 mars vart tredje år, till Länsstyrelsen redovisa underlag, med förslag till säkerhetsbelopp för Länsstyrelsens bestämmande av säkerhetsbelopp. Miljödomstolen har överlåtit åt Länsstyrelsen att vid behov besluta om förändring av säkerhetens (bankgarantis) storlek.

Domen har dock överklagats (av Miljöpartiet de Gröna) vilket gör att den ännu ej trätt i laga kraft.

### **4.3 Driftavfall från Studsvik till djupförvar för använt bränsle**

Bankgarantin på 16 milj kr täcker även in framtida kostnader för bränslerester till mellanlagring i CLAB och framtida slutförvaring i ett djupförvar för använt bränsle. Bränsleresterna uppkommer vid testning och undersökning av bränsle i Studsvik.

Enligt Kärntekniklagens definition på kärnavfall ska avfallet inte betraktas som kärnavfall förrän det placerats i slutförvaret.

#### 4.4 Använt bränsle från Studsvik

Använt bränsle från Studsvik kan enligt avtal skickas tillbaka till USA. Det använda bränslet är definitionsmässigt inte kärnavfall. Om det i framtiden av någon anledning skulle bli aktuellt att slutförvara använt bränsle från Studsvik i det framtida svenska djupförvaret för använt bränsle skulle dock bränslet bli kärnavfall när det placerats i slutförvaret.

För bränslet som ska skickas tillbaka till USA finns för närvarande en bankgaranti ställd mot SKI. Bankgarantin vid utgången av 2003 gällde totalt 431 stavar och ett belopp på 68 734 265 kronor.

#### 4.5 Framtida rivningsavfall

##### 4.5.1 Rivningsavfall från Studsvik

Studsvikslagen täcker in framtida rivningskostnader för alla anläggningar i Studsvik med radiologisk verksamheten bortsett från smältanläggningen (SMA) och aktiva kemilaboratoriet (AKL). För framtida rivning av delar av SMA och AKL har Studsvik sammanlagt avsatt 9 189 000 kronor (7100 kSEK för SMA och 2089 kSEK för AKL). Avsättningen avser samtliga rivningskostnader och inkluderar bland annat kostnader för omhändertagande av rivningsavfall.

##### 4.5.2 Rivningsavfall från Ågestareaktorn

Studsvikslagen täcker in framtida rivningskostnader för Ågestareaktorn.

##### 4.5.3 Rivningsavfall från bränslefabriken i Västerås

Hur stora mängder övrigt kärnavfall som i framtiden kommer att genereras från rivning av bränslefabriken i Västerås är svårbedömt. I dagens läge är kvantiteterna avfall från verksamheten små men i framtiden skulle både kvantiteterna från drift och rivning kunna bli betydligt större om myndighetskraven förändras.

#### 4.5.4 Rivningsavfall från Ranstad

Studsviklagen täcker in framtida kostnader som kan hänföras till den tidigare uranbrytningen i Ranstad. Ranstad Mineral AB har dock som tillståndsinnehavare ett ekonomiskt ansvar för framtida kostnader som kan hänföras till den pågående verksamheten med uranutvinning. Enligt årsredovisningen för räkenskapsåret 2002/2003 har företaget totalt avsatt 38.2 miljoner kronor för framtida kostnader.

## 5 Diskussion och slutsatser

I Sverige samarbetar SKB med kärnkraftverken och Studsvik när det gäller slutförvaring av driftavfall i SFR och framtida djupförvaring av avfall. SKB ansvarar för hela slutförvarssystemet och kärnkraftverken är tillsammans med Studsvik leverantörer av avfall till det befintliga slutförvaret SFR, till det befintliga mellanlagret CLAB och kommer att bli leverantörer till dels ett framtida djupförvar för använt bränsle och dels ett framtida djupförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall.

Studsvik tar hand om avfall från den egna verksamheten och fungerar i dagens läge också som en central behandlingsstation för radioaktivt avfall från sjukhus, forskningsinstitutioner etc. En del av avfallet utgörs av så kallat IKA-avfall (radioaktivt avfall från icke kärnteknisk verksamhet). I en nyligen genomförd utredning om IKA-avfall föreslås att en statlig fond knuten till Kärnavfallsfonden ska upprättas för IKA-avfall [10].

Studsvik tillhandahåller också avfallstjänster för kärnkraftverk och bränslefabriker inom och utom landet. Avfallsåterstoden från behandlingen skickas i dessa fall tillbaka till kunden.

Produktionen av övrigt kärnavfall är liten jämfört med den totala produktionen av kärnavfall som omfattas av Finansieringslagen och Studsvikslagen.

Framtida kostnader för producerat övrigt kärnavfall i form av driftavfall från Studsvik kommer i enlighet med krav i Miljöbalken att täckas in av en bankgaranti. Bankgarantin innebär utöver säkerhet för avfall som idag definitionsmässigt är övrigt kärnavfall också säkerhet för kärnbränslerester som kommer att bli kärnavfall när det placerats i slutförvaret och säkerhet för IKA-avfall. Bankgaran-

tin gäller dock inte för avfall till SFR eftersom dessa kostnader redan är täckta.

För Studsviks del täcks större delen av framtida rivningskostnader in av Studsvikslagen. Endast en liten del ligger utanför. Av de reserverade medlen för denna del (avser framtida rivning av delar av SMA och AKL) är det bara en del av de totala rivningskostnaderna som avser omhändertagande av kärnavfall. Även för Ågesta-reaktorn och delar av Ranstad-anläggningen täcks framtida rivningskostnader in av Studsvikslagen. Ranstad Mineral AB ansvarar dock för framtida kostnader för det som direkt kan hänföras till den pågående verksamheten i Ranstad.

Både när det gäller den pågående verksamheten i Ranstad och bränslefabriken i Västerås uppkommer i första hand avfall som i dagens läge kan gå till en enklare deponi och som inte kräver slutförvaring. Framtida rivning av anläggningarna förväntas också i första hand generera avfall som inte kräver slutförvaring men det är troligt att ändå en del av rivningsavfallet kommer att bli av den karaktären som kräver framtida slutförvaring i ett djupförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall. En pågående studie angående framtida rivning av bränslefabriken i Västerås kommer att ge uppskattningar om framtida rivningsavfall från denna verksamhet.

Skulle myndighetsförutsättningarna ändras när det gäller villkor för deponering av avfall från Ranstad och bränslefabriken skulle det kunna innebära att både mer avfall från den befintliga driften och avfall från framtida rivning kan komma att behöva slutförvaras i ett framtida djupförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall.

## 6 Referenser

- 1 Utredning om översyn av systemet för finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m. (Finansieringsutredningen).  
Regeringens direktiv till statliga kommittéer Dir. 2003:41.
- 2 Lag om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m. (Finansieringslagen).  
Svensk författningssamling SFS 1992:1537.
- 3 Lag om finansiering av hanteringen av visst radioaktivt avfall m.m. (Studsvikslagen).  
Svensk författningssamling SFS 1988:1597.
- 4 Lag om kärnteknisk verksamhet (Kärntekniklagen).  
Svensk författningssamling SFS 1984:3.
- 5 Christian Gräslund.  
Årsrapport för 2003.  
Studsvik Nuclear AB, 2004. Arbetsrapport N-04/001.
- 6 Avtal om slutförvar av medel- och lågaktivt avfall mellan Svensk Kärnbränsleförsörjning AB ("SKBF") och Studsvik Energiteknik AB ("STUDSVIK").  
Stockholm den 28 september 1983.
- 7 Carin Ehrens.  
Årsrapport 2003.  
Drift av SVAFOs avfallsanläggningar i Studsvik.  
Studsvik RadWaste AB, 2004. Arbetsrapport RW-04/09.
- 8 Miljöbalk.  
Svensk författningssamling SFS 1998:808.

- 9 Stockholms tingsrätt. Avd 9, miljödomstolen.  
Protokoll 2004-03-09—10. Huvudförhandling i Studsvik.  
Mål nr M 11-03 Aktilaga 54.
- 10 Statens offentliga utredningar SOU 2003:122.  
Radioaktivt avfall i säkra händer. Betänkande av utredning  
om radioaktivt avfall från icke kärnteknisk verksamhet  
(IKA).



# Försäkringsoptioner för kärnavfalls- hanteringsens tilläggsbelopp

Rapport 2 Säkerhetsbeloppet

**MARSH**

## 1 Sammanfattning

Efter att precis ha gått igenom den svåraste ekonomiska krisen på åtminstone 35 år befinner sig försäkringsindustrin i ett marknads-läge som kan betecknas som mycket hårt. Detta kännetecknas av högt premieläge, mycket konservativ riskbedömning och låg kreativitet. Det är alltså fel timing att approacha marknaden med svårbedömda, komplicerade risker just nu. Det finns dock tecken på en vändning mot en mjukare marknad och förhoppningsvis är marknadsläget annorlunda inom något eller några år.

Att definiera risken, för att det ska tilläggsbeloppet skall falla ut och drabba svenska staten som slutgiltig betalare, på ett sätt som gör den försäkringsbar leder till två skilda delar:

1. Om man slutgiltigt kan fördela hela betalningsansvaret på huvudägarna för svensk kärnkraftsproduktion kan dessa åtminstone teoretiskt försäkras för risken att de p.g.a insolvens inte förmår verkställa utbetalningarna den dag det krävs. Försäkringsformen blir en variant på kreditförsäkring/finansiell garanti.
2. Om risken skall försäkras utifrån kriteriet att den kan inträffa p.g.a. "oplanerade händelser", blir den kritiska punkten om en försäkringsmarknad delar kärnkraftsindustrins uppfattning av sannolikheten för anspråktagande och storlek av tilläggsbeloppet. För att avgöra detta krävs att tillfälle bereds för försäkringsgivare att på djupet tränga in i beräkningsmodellerna.

En positiv kombination av dessa två delar är om de kan samverka i en kreditförsäkring-lösning försedd med positiva bidrag från sannolikhetsberäkningen av behovet av tilläggsbeloppet. Då fås en försäkringssituation som kräver att två oberoende händelser skall inträffa för att en skada skall inträffa. Detta bör få positiv effekt på premien.

De faktorer som gör risken med tilläggsbeloppet särskilt försäkringsmässigt komplicerad bortsett från de stora svårigheterna med sannolikhets- och beloppsberäkningar är

- Den långa tidsrymden under vilken en mängd korrigeringar skall ske av beloppsförändringar, ändringar i ägarkretsen, ändringar i försäkringsgivarkretsen, bevakning av potentiella skadeutbetalningar m.m.

- Bristande administrativ förmåga hos försäkringsgivare att hantera långa risker
- Periodvis mycket stora försäkringsbelopp
- Statligt ägande av stor del av den försäkrade kretsen

En realistisk premievolymer för en kreditförsäkringslösning ligger i storleksordningen 500 mkr, kanske mer, över en period på 40 år

S.k. finit lösning med kärnkraftsindustrin som försäkringstagare och svenska staten som förmånstagare kan vara ett alternativ om kreditförsäkring/finansiell garanti inte visar sig genomförbar.

Värdepapperisering av risken är knappast ett alternativ främst beroende på bristen på empiriskt material.

## 2 Inledning

Syftet med denna rapport är att försöka beskriva förutsättningarna för att minska svenska statens betalningsrisk avseende det s.k. tilläggsbeloppet i kärnavfallshanteringen, såsom det definieras enligt Finansieringslagen. Finns det möjligheter att på de kommersiella marknaderna för riskavtäckning – i första hand försäkringsmarknaden – finna risktransferering för den finansiella risk som säkerhetsbeloppet kan komma att utgöra den dag det visar sig att beloppet kommer att ianspråkta?

Förutsättningarna i riskstrukturen kring säkerhetsbeloppet är försäkringsmässigt komplicerade. Detta försvårar möjligheterna att paketera problemet till en finansiell risk som på rimliga villkor kan attrahera en professionell marknad för riskhantering.

De generella svårigheterna att formulera risken som ett försäkringsbart problem ligger främst i:

- Det försäkringsbara intresset  
Tilläggsbeloppets storlek är betydande, idag ca 4 mkr och längre fram kanske uppemot 10 mkr. Uppdelningen av beloppet i fyra separata delfonder är dock en förenklande faktor.
- Tidsperspektivet  
Beloppet kan komma att behövas någon gång under de närmaste 40–50 åren dock med stor sannolikhet ej de närmaste 10 åren. De som är betalningsansvariga kan ha försvunnit från arenan långt innan man med säkerhet vet om tilläggsbeloppet kommer att behöva utnyttjas.

- Definiera försäkringsbara faktorer som konstituerar en försäringsskada

Finansieringslagen säger att tilläggsbeloppet skall täcka "oplanerade händelser". I detta inbegrips en stor mängd olika orsaker som kan leda till att beloppet kommer att behövas, vilket gör den delen av riskkomplexet mycket svår att analysera. I princip krävs att försäkringsgivarnas aktuarier gör motsvarande beräkningar som idag SKB och kanske då finner att vissa risker är helt oförsäkringsbara. T.ex. kan det vara svårt att, med en svensk försäkringstagare, som dessutom är offentlig, täcka svenska politiska risker. Det är således svårt att konstruera en försäkring endast kring händelsen: *tilläggsbeloppet behövs*.

Utses däremot betalningsansvariga "koncernmoderbolag" för tilläggsbeloppet förenklas riskbedömningsproceduren. Kreditrisker är något som försäkringsmarknaden är van att hantera.

Som ett riskförbättrande komplement skulle dock sannolikhetsmodellen för tilläggsbeloppets ianspråktagande kanske kunna användas. Tilläggsbeloppet är ju idag beräknat att ligga i konfidensintervallet med sannolikheten 50 %–90 % att beloppet skall räcka. Om försäkringsbolagen kunde förmås att göra en egen bedömning av detta kunde man kanske få en förbättrad syn på totalrisken jämfört med om kreditrisken ensam skulle vara styrande.

Oavsett om man lyckas skapa en risksituation som kräver en eller två "avtryckare" för att utlösa skada tycks den närmast liggande försäkringsformen vara en variant på kredit-försäkring eller finansiell garanti.

Andra upplägg som kan vara värda att nämna är s.k. *finita lösningar och lösningar med riskobligation*.

### 3 Läget på försäkringsmarknaden

Försäkringsmarknadens riskbenägenhet och prissättning brukar beskrivas som cyklisk. Det talas ofta om 7-års cykler.

Styrmekanismerna för försäkringscykler är dels skadefrekvensen och storskadeutvecklingen, dels utvecklingen på placeringstillgångar av olika slag. Ett försäkringsbolags resultaträkning indelas i princip i två delar: en del som mäter kärnverksamheten dvs.

premier, skadekostnader och driftskostnader och en del som mäter finansnettot för de stora reserver/fonder som bolagen har avsatt i sin verksamhet. Mönstret under de senaste trettio åren avseende premienivåer och viljan att teckna nya risker har varit ganska entydigt. Stigande börskurser och fastighetsvärden och periodvis höga räntor har genererat stadiga överskott i finansrörelsen. Därmed har pressen på lönsamhet i försäkringsrörelsen minskat, varför denna under största delen av perioden visat underskott. Marknaden sägs då vara mjuk. Premienivåerna har stadigt sjunkit och man har prioriterat volym framför lönsamhet i försäkringsverksamheten och kompenserat detta med överskott från finansrörelsen. När resultatnivåerna totalt blivit för dåliga har snabba och kraftiga premiekorrigeringar skett upp till en nivå där totalresultatet åter blivit acceptabelt. Sådana korrigeringar har skett under slutet på 1970-talet, 1985–86, 1991–92 och 2001–2003.

De tre första höjningarna kan väl närmast betraktas som resultatkorrigeringar även om åren 1991–92 blev särskilt dramatiska då fastighetsvärdena reducerades mycket kraftigt och försämrade finansrörelsens resultat.

Försäkringsbranschens lönsamhetskris 2001–2003 var den i särklass allvarligaste under dessa tre decennier och kom för många att betecknas som en överlevnadskris. Den orsakades av flera samverkande faktorer:

- en lång period, sedan 1992/93, av sjunkande premier (tack vare gynnsamt finansnetto)
- ovanligt många storskador, särskilt naturskador
- World Trade Center attacken 11 september
- de stora börsnedgångarna 2001

Resultatet blev stora underskott i försäkringsverksamheten kombinerat med mycket stora underskott i finansverksamheten. I den mycket allvarliga situation som följde för många försäkringsbolag tvingades man höja premierna dramatiskt, ofta med flera hundra procent. Risker som ej var ordentligt genomlysta sades upp och aptiten på ny affär var obefintlig. Efterdyningarna av denna kris finns fortfarande kvar även om premiehöjningarna har planat ut och i vissa fall även börjat sjunka, vilket indikerar att en ny mjuk marknads-period sannolikt snart är på väg.

I dagsläget är det därför knappast optimalt att försöka förmå försäkringsmarknaden att acceptera nya avancerade försäkringslös-

ningar med stora och udda exponeringar, särskilt när man kan befara att det kommer att råda dålig återförsäkringskapacitet. Få har mandat idag att skriva stora risker utan återförsäkring. Mot denna bakgrund är det kanske klokare att avvakta tills marknaden hunnit återhämta sig bättre, vilket kanske inte behöver ta så lång tid. Ett omedelbart behov att hitta försäkring för tilläggsbeloppet föreligger knappast.

## **4 Kreditförsäkring/finansiell garanti**

### **4.1 Allmänt**

Traditionell kundkreditförsäkring täcker normalt risken för utebliven betalning på försäkringstagarens utestående kundkrediter, när dessa förfaller till betalning. Vanligen krävs att betalningsansvarige försatts i konkurs eller ackord för att försäkringsfall skall uppkomma, men det förekommer också bredare villkor i s.k. protracted default-försäkringar.

Kreditförsäkringsgivare kräver normalt att hela försäkringstagarens kundreskontra skall utgöra försäkringsunderlaget, detta för att skapa en jämnare riskspridning med en försäkrad population som innehåller såväl bättre som sämre risker. Det naturliga för försäkringstagaren är naturligtvis annars att försäkra endast de risker som kan betraktas som sämre. Att köpa kreditförsäkring för endast punktrisker med sämre kvalitet brukar vara mycket svårt.

Finansiella garantier är besläktat med kreditförsäkring i så motto att även dessa tar sikte på betalningsrisken. Tekniken är att den som har ett betalningsansvar köper ”en borgen” av någon som vanligen har en bättre rating för att därmed få en finansiell garant och genom detta stärka sin kreditvärdighet gentemot fordringsägare. Den finansiella garantin täcker vanligen ett allmänt betalningsansvar och är ej knuten till något specifikt projekt eller dylikt. Traditionellt har finansiella garantier främst ställts ut av banker men också försäkringsbolag.

På 1980-talet började inte minst svenska försäkringsbolag att i stor skala ställa ut finansiella garantier i en omfattning som i efterhand vänligast kan beskrivas som aningslös. I samband med finanskrisen i början på 1990-talet visade det sig att den flodvåg av betalningsinställningar som utlöstes till icke ringa del var täckt av finansiella garantier. Detta drabbade som bekant bank-, finansbolags-

världen oerhört hårt men även försäkringsbolagen fick sin beskärda del. Flera försäkringsbolag gick i konkurs och andra blev ekonomiskt illa sargade. Efter detta blev finansiella garantier en produkt som inget försäkringsbolag skrev, inte ens i den mjuka försäkringsmarknaden som kännetecknade 1990-talets sista år. Det är först på allra sista tiden som en noterbar uppmjukning av attityden till finansiella garantier kan skönjas.

## 4.2 Kreditförsäkringslösning för tilläggsbeloppet

### 4.2.1 Riskbegreppet

Svenska statens risk för att i slutändan stå som betalningsansvarig för tilläggsbeloppet ligger i att de moderbolag som gått i borgen för reaktorägarna inte är solventa den dag tilläggsbeloppet skall ianspråkta. De moderbolag som diskuteras är Vattenfall AB, finska Fortum OYJ, norska Statkraft och tyska E.ON Energie.

Sannolikheten att tilläggsbeloppet till någon del kommer att utnyttjas torde vara 50 % enligt den successiva kalkylen och betydligt mycket mer enligt budgetpessimisterna för infrastrukturprojekt. Beroende på hur man ser på detta är avgörande för om man kan åstadkomma en försäkringslösning där premiesättningen tar hänsyn till att mer än en utlösande skadehändelse skall inträffa för att en ersättningsbar skada skall uppstå. Om man utgår ifrån att potentiella försäkringsgivare inte förmår att assimilera beräkningsmodellen, alternativt inte accepterar dess resultat återstår endast solvensrisken på de fyra moderbolagen att bygga premiesättningen kring. Närmast till hands är då att försöka skapa en kreditförsäkringsliknande lösning, som ersätter skador vid insolvens, konkurs eller vilket begrepp man kan enas kring.

Tilläggsbeloppets storlek 2004 är beräknat till 4 390 mnkr och fördelar sig på fyra delfonder, ett per reaktorbolag:

FKG	1 200 mnkr
OKG	850 tkr
Barsebäck	760 tkr
Ringhals	1 580 mnkr
Totalt	4 390 mnkr

Allokeras dessa belopp på moderbolagen i förhållande till ägarandel (se bil.1) i respektive reaktorbolag blir exponeringen följande:

Vattenfall	2 528 280 mnkr
Fortum	692 750 tkr
E.ON	642 934 tkr
Statkraft	526 036 tkr
Totalt	4 390 000 mnkr

Det försäkrade intresset blir därmed det totala beloppet på varje moderbolags samlade ägaransvar för de reaktorbolag man är involverad i. Hur litet man från försäkringsgivarhåll än tror på möjligheten att säkerhetsbeloppet inte kommer att behövas, är det troligt att man vid en moderbolagskonkurs vill avvakta med skadeutbetalning tills grundfonden för respektive reaktorbolag är förbrukad och faktiskt behov av säkerhetsbeloppet föreligger. Därmed utgör uppdelningen i separata delfonder trots allt en fördel eftersom detta kan minska exponeringen. Att kunna förmå försäkringsmarknaden att skadeutbetala alldeles oavsett om säkerhetsbeloppet behövs eller ej är inte troligt. Man vill säkert ha en förfallen fordran att reglera emot.

En idé som prövats är att skadeutbetalning görs, i händelse av en konkurs, till ett konto hos t ex Riksgäldskontoret, i avvaktan på att behovet av tilläggsbelopp klarnar. Skulle det sedan visa sig att inget eller endast begränsat behov uppstår återbetalas överskjutande medel till försäkringsgivaren eventuellt med ränta. Detta väckte ingen överdriven entusiasm hos vidtalade försäkringsbolag som hellre ville förvalta pengarna som en skadereserv i sin egen finansförvaltning till det blev dags för utbetalning, förmodligen för att man såg chansen till återvinning som liten. Med tanke på den långa tidsaxeln skulle i så fall försäkringsbolagen bli en ny kreditrisk att bevaka för svenska staten.

Tidsaspekten gör givetvis att alla ansträngningar till att risken inte uppfattas felaktigt negativ är av stor ekonomisk betydelse. Hävstångseffekten av en "för hög" årlig premiesats mätt i pengar under många försäkrade år blir stor. Av den anledningen kan det vara en god investering att pedagogiskt få en potentiell försäkringsmarknad att inse att sannolikheten för att tilläggsbeloppet kommer att ianspråkta är mindre än 1,0. Då skapas faktiskt två skadehändelser, inte bara insolvens, som måste samverka för att



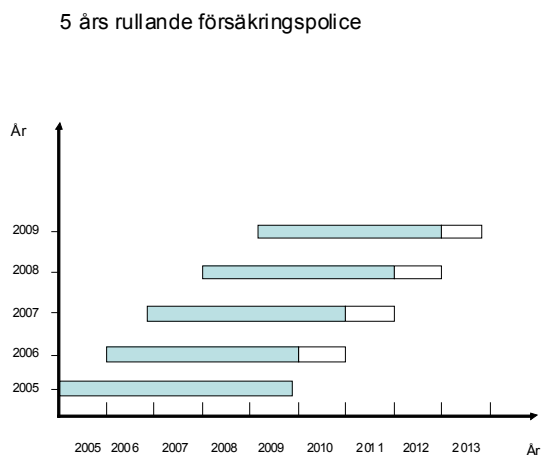
konstituera skada och detta borde rimligen ha en positiv effekt på premiesatsen.

#### 4.2.2 Tidsaspekten

En svårighet att bemästra är den långa tidsaspekten. Idag kan slutpunkten för när allt kärnavfall skall vara omhändertaget skönjas runt 2050. Men om kärnkraftverken får tillstånd att drivas längre än 40 år kommer sluttidpunkten att skjutas ännu längre på framtiden. Det är i alla händelser ett antal decennier där det kan finnas behov av riskavtäckning.

Sakförsäkringslösningar, som detta är frågan om, görs, till skillnad mot livförsäkringar, vanligen som ett års försäkringar. I detta fall måste en väsentligt längre lösning åstadkommas om den skall vara intressant. Vad man borde kunna sikta till är minst en 5-årig försäkring som är revolverande i den mening att förlängs med ett år efter varje avslutat år. (Alternativet kunde vara en 6-års police som förlängs 3 år efter varje avslutad 3-års period, detta för att få en anpassning till det nya förslaget med korrigeringar av belopp vart tredje år). Revolveringstekniken se Fig. 1

Fig.1



Med denna konstruktion har man alltid åtminstone 4 år på sig att söka alternativa lösningar om t ex en försäkringsgivare bestämmer sig för att lämna försäkringen eller blir kreditmässigt nedgraderade till en oacceptabel nivå för fortsatt deltagande.

Andra komplikationer som har tidsmässig anknytning och för vilka man måste överenskomma med försäkringsgivarna om ett fungerande regelverk är:

- Ett system för att årsvis (eller eventuellt treårsvis) korrigera för förändringar i försäkringsbeloppet dvs. tilläggsbeloppet vars storlek kan variera över tiden
- Ett system där man kan korrigera för förändringar i ägarstrukturen

Detta ställer stora krav på försäkringsgivarnas förmåga att administrativt hantera långa försäkringsavtal där komplicerade korrekationer löpande kommer att behöva genomföras.

Ytterligare en komplikation kan vara att tre av de fyra tänkta försäkringsobjekten är statligt ägda. Att svenska staten vill kreditförsäkra Vattenfall kan synas en smula egendomligt och Fortum och Statkraft kan faktiskt betraktas som en politisk risk utifrån svenskt perspektiv.

#### 4.2.3 Premienivå

Det kan vara intressant att få en uppfattning om vilka premiekostnader det kan vara fråga om. Samtliga fyra moderkoncerner torde i dagsläget betraktas som mycket goda kreditrisker. Litet beroende på marknadsläget ligger normalpremier för kreditförsäkring och finansiella garantier i spannet 0,3–0,6 % per annum applicerat på försäkringsbeloppet. Dessutom skulle kanske någon positiv draghjälp nedåt på premien kunna fås för osäkerheten om tilläggsbeloppet verkligen kommer att användas. Men låt oss bortse från det.

Med ett genomsnittligt försäkringsbelopp på säg 4 mdkr över en period på kanske 40 år skulle totalpremien för denna period ligga i intervallet 480 mnkr–960 mnkr, en kostnad som kommer utöver kostnaden för utnyttjat tilläggsbelopp. Tveklöst finns det möjliga scenarier där en fondering av tilläggsbeloppet totalt sett skulle bli billigare än att välja ett alternativ med försäkring.

## 5 Finit försäkringslösning

### 5.1 Allmänt

S.k. finita lösningar uppkom mer allmänt på 90-talet och brukar användas

- när någon egentlig försäkringsmarknad inte finns, dvs. risken är oförsäkringsbar
- när försäkringspremier upplevs som alltför höga relativt den försäkrade risken

En finit försäkringslösning konstrueras så att större delen av risken vanligen 60 %–85 % täcks av den inbetalda premien. Den premien kan betalas in under en följd av år – även i efterskott om försäkringen löst ut i ett tidigt skede. Resultatet blir att en försäkringsgivare ej tar någon risk för denna del. Resterande 15 %–40 % av risken överförs på försäkringsmarknaden. Detta krävs för att lösningen totalt skall kunna kallas försäkring och premien bli avdragsgill. Tekniken är att paketera risken på ett sådant sätt att en tillräckligt stor del blir transfereringsbar. Detta kan ske på litet olika sätt beroende på förutsättningarna. Är det en risk som i princip är försäkringsbar men som man ogärna vill teckna kan man försöka transferera en ”top-layer” dvs. den del som beloppsmässigt ligger högst upp i riskmassan och därför har lägst sannolikhet att drabbas av skada. Är risken av någon anledning totalt oförsäkringsbar kan det vara nödvändigt att konstruera ett kombinerat riskpaket som också innehåller försäkringsbara risker som kan transfereras.

Om det efter försäkringens upphörande finns ett premieöverskott kan detta återgå till försäkringstagaren helt eller delvis.

Följande exempel kan åskådliggöra en finit lösning:

Antag att en risk är kvantifierad till maximalt 100 och att det är stor sannolikhet att en betydande del av beloppet faller ut som skada inom en relativt snar framtid. Följaktligen är risken omöjlig, alternativt mycket dyr, att försäkra på traditionellt sätt.

Ett finit upplägg skulle då kunna vara att försäkringstagaren förbinder sig att under en försäkringsperiod av säg 5 år betala årspremier på totalt 70. Försäkringsgivaren tar 40 % av risken på toppen, dvs. skador räknas nedifrån och drabbar först den 60 procentiga andelen som ej är transfererad (oavsett om en totalskada inträffar första året skall försäkringstagaren betala 70 totalt). Premien för de översta 40 procenten är därmed 10.

Är skadegraden efter 5 år större än 60 % är premiedelen på 60 förbrukad och eventuellt också 10 för den transfererade delen.

Är skadegraden däremot 30 % behåller försäkringsbolaget premien 10 och den oförbrukade delen 30 återgår till försäkringstagaren eller delas mellan parterna på ett överenskommet sätt. I det senare fallet skapas en ytterligare uppsida för försäkringsgivaren, vilket kan vara nödvändigt om osäkerheten i premiesättningen är stor.

Finita lösningar kombineras ofta med egna s.k. försäkrings-captives.

Ett captive är ett registrerat försäkringsbolag, vanligen 100 % ägt av en industrikoncern, med huvudsaklig uppgift att försäkra delar av koncernens risker och vara ett fördelningsinstrument också när det gäller att sprida riskerna ut på den externa försäkringsmarknaden. Captives kan vara direkttecknande eller återförsäkrings-captives eller bådadera.

För att försäkringstagaren skall ha tillgång till 60 %-andelen i vårt exempel, för att t.ex. kunna återlåna den, kan lösningen göras så att försäkringsgivaren återförsäkras andelen hos försäkringstagarens captive.

Har man ett captive som kan teckna direktförsäkring, kan man vända på gången och låta captivet svara för administrationen av lösningen och återförsäkra 40 % på den externa försäkringsmarknaden.

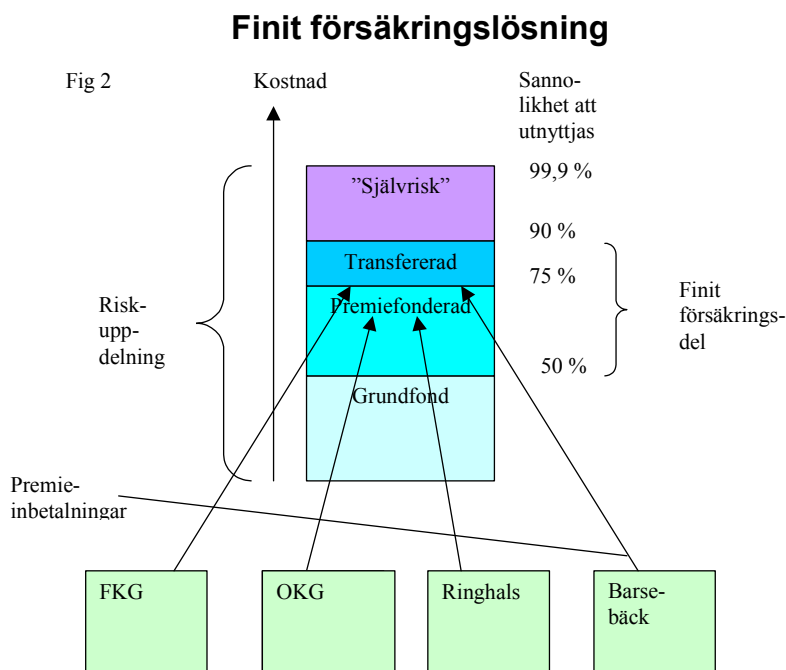
### 5.2.2 Finit lösning för tilläggsbeloppet

Om det visar sig att en kreditförsäkring/finansiell garanti är omöjlig att skapa pga. förutsättningarna på försäkringsmarknaden eller att de nödvändiga borgensförbindelserna mot huvudägarna ej kan uppnås skulle en finit lösning kunna vara ett alternativ.

Försäkringstagarrollen förflyttas då från svenska staten till kärnkraftsindustrin och två förutsättningar är värda att beakta:

1. I en finit försäkringslösning, som till viss del faktiskt är en fondering, är premien, fondavsättningen, avdragsgill. Skulle så vara fallet även vid en traditionell fondering?
2. Finns det någon möjlighet att transferera nödvändigt stor del av skadehändelsen ”oplanerade händelser” till försäkringsgivaren. Detta beror naturligtvis på i vilken utsträckning den gjorda kalkylmodellen kan accepteras. Risktransfereringen

ligger då någonstans i konfidensintervallet 50 %–90 %, men skulle också kunna ligga högre upp i intervallet 90 %–99,9 %. Fig. 2 kan illustrera strukturen på en finit lösning.



Ur svenska statens synvinkel kvarstår kreditrisken på ägarna, försäkringstagarna, men den reduceras efterhand som den finita premien inbetalas, om försäkringen förses med ett förmånstagarförordnande för svenska staten. Den kvarstående kreditrisken blir till sist den transfererade delen och i likhet med det revolverande kreditförsäkringsupplägget, kan den finita lösningen konstrueras på samma sätt. I händelse av en ägarkonkurs bör svenska staten dessutom ha en option att gå in som ny försäkringstagare och ta över försäkringen för att därmed reducera förlusterna.

En betydelsefull aktivitet för att kunna skapa en finit lösning är att förmedla den successiva kalkylen eller dess eventuella efterföljare pedagogiskt till möjliga riskavtäckare för att skapa förtroende för beräkningarna och därmed möjligheter till avlyft av del av risken.

Huruvida captives kan/skall involveras är egentligen en ren försäkringsteknikalitet. I dagsläget torde Vattenfall och E.ON via Sydkraft vara de enda koncernmödrarna som har egna captives.

En fråga som inte hunnit utredas tillräckligt är vilka konsekvenserna blir om riskerna från de fyra delfonderna samlas i en pool. Betyder det faktum, att då huvuddelen av kostnadsmassan för programmet för kärnavfallshanteringen är samkostnader för de fyra blocken, att delfonderna kommer att drabbas proportionellt lika av budgetavvikelser åt båda hållen?

## **6 Värdepapperisering av risker**

### **6.1 Allmänt**

För att kunna utnyttja den totala riskkapitalmarknaden har på senare år värdepapperisering gjorts även på mer traditionella försäkringsrisker.

Det har i första hand gällt mycket stora naturskaderisker av typen jordbävningensrisken i Kalifornien. Tekniken går ut på att man etablerar risken inom en för ändamålet bildad juridisk enhet, ett så kallat Special Purpose Vehicle (SPV). SPV emitterar därefter en riskobligation där avkastningen förhåller sig till obligationsvärdet som det faktiska skadefallet till korresponderande premievolymer.

I de fall som beskrivs är risksummorna mycket stora och skadefallet väl känt under många år. Detta är förhållanden som åtminstone ytligt sett inte passar så väl för riskerna kring säkerhetsbeloppet.

Mer information kring värdepapperiseringstekniken och exempel på vad som har gjorts är på väg. Vi har i dagsläget ej hittat några gjorda lösningar för problemställningar analogt med dem som gäller för säkerhetsbeloppet. Skulle sådana dyka upp kommer vi att komplettera rapporten.

## Bil.1

ALLOCATION OF THE "GUARANTEE II" RESPONSIBILITY  
TO ULTIMATE OWNERS OF SWEDISH NUCLEAR POWER PLANTS

Nuclear power company	Owner	Stake %	Guarantee II 2004 MSEK	Share %	Guarantee II SEK 4 390 000 000 allocated	Nuclear waste fund balanced 2002 MSEK
FKG	1) Vattenfall	66,000			792 000 000	
	2) Fortum	25,500			306 000 000	
	3) E.ON	4,675			56 100 000	
	4) Statkraft	3,825			45 900 000	
<b>Total</b>		<b>100,000</b>	1 200	27,33	1 200 000 000	8 892
OKG	5) E.ON	29,975			254 787 500	
	6) Statkraft	24,525			208 462 500	
	7) Fortum	45,500			386 750 000	
<b>Total</b>		<b>100,000</b>	850	19,36	850 000 000	7 129
Barsebäck	8) Vattenfall	74,200			563 920 000	
	9) E.ON	14,190			107 844 000	
	10) Statkraft	11,610			88 236 000	4 448
<b>Total</b>		<b>100,000</b>	760	17,31	760 000 000	
Ringhals	11) Vattenfall	74,200			1 172 360 000	
	12) E.ON	14,190			224 202 000	
	13) Statkraft	11,610			183 438 000	
<b>Total</b>		<b>100,000</b>	1 580	35,99	1 580 000 000	10 155
<b>TOTAL</b>			<b>4 390</b>	<b>100,00</b>	<b>4 390 000 000</b>	<b>30 624</b>

Owner	Item no	Amount SEK
Vattenfall	1)	792 000 000
	8)	563 920 000
	11)	1 172 360 000
<b>Total</b>		<b>2 528 280 000</b>
Fortum	2)	306 000 000
	7)	386 750 000
<b>Total</b>		<b>692 750 000</b>
E.ON	3)	56 100 000
	5)	254 787 500
	9)	107 844 000
	12)	224 202 000
<b>Total</b>		<b>642 933 500</b>
Statkraft	4)	45 900 000
	6)	208 462 500
	10)	88 236 000
	13)	183 438 000
<b>Total</b>		<b>526 036 500</b>
<b>TOTAL</b>		<b>4 390 000 000</b>

# Finansiering av slutförvar av radioaktivt avfall från svenska kärnkraftverk

Göran Skogh\*

## 1 Inledning

År 1981 infördes en avgift på kärnkraftsproducerad el. Avgiften, som för närvarande utgör i genomsnitt 0,5 öre per kWh, skall täcka samtliga kostnader för slutförvaring av högaktivt bränsle, omhändertagande av lågaktivt avfall samt rivning av anläggningarna när produktionen avslutats.<sup>1</sup> Avgifterna är fonderade och förvaltade av Kärnavfallsfondens styrelse. Fonderande medel är i huvudsak placerade i statsobligationer. Avkastningen läggs till de fonderade medlen. Fondkapitalet var i fondens bokslut 2002 ca 30 mdr kr. De totala avvecklingskostnaderna som skall finansieras av fonden är beräknade till ca 67 mdr kr varav 17 mdr kr redan tagits i anspråk.

Framtida avgifter och ställda säkerheter beräknas täcka kostnaderna den dag avvecklingen materialiseras. De slutliga kostnaderna för kärnkraftens avfallshantering är emellertid av flera skäl svåra att uppskatta. Ett problem är att metoden för slutförvar inte är helt bestämd, vilket förskjuter hanteringen av avfallet. Slutförvaringen beräknas inte helt slutförd förrän om 50–60 år.

För att begränsa osäkerheten kräver staten att kärnkraftsproducerande företag, förutom inbetalda avgifter, också lämna säkerheter i form av borgen eller pant. Från statlig synpunkt kan panträtt i fast egendom framstå som säkrast. Kraftbolagen har dock motsatt sig sådan säkerhet. År 2003 uppgår ställda säkerheter för det s.k.

---

\* Professor i nationalekonomi, Ekonomiska institutionen vid Linköpings universitet. Tel: 013-282710, epost: gorsk@eki.liu.se

<sup>1</sup> Kärnkraftsproducenterna är skyldiga att vidta åtgärder som behövs för att säkert hantera och slutförvara använt kärnbränsle (Lag 1984:3 om kärnteknisk verksamhet). Finansieringslagen (1992:1537) föreskriver i sin tur att reaktorägarna gemensamt skall beräkna totala kostnaderna för avfallet och rivning av anläggningarna. Beräkningarna utförs av Svensk Kärnbränslehantering (SKB), granskas av Statens Kärnkraftsinspektion (SKI), och beslutas av Regeringen. Beräkningarna utgör underlag för de avgifter som läggs på kärnkraftsproducerad el. Inbetalda medel förvaltas av Kärnavfallsfonden.



tilläggsbeloppet för täckning av kostnader till drygt 3 mdr kr och är i form av borgen.<sup>2</sup> Oklarhet föreligger om lämpligheten av pant eller borgen jämfört med avgifter och fonderade medel.

Om den faktiska kostnaden visar sig överstiga tillgången i fonden och ställda säkerheter så innebär det att en del av avfallshandlingen inte är finansierad, vilket strider mot principen att skadevällaren skall betala. Kostnader drabbar det framtida samhället, vilket är mot det miljöpolitiska målet att vår tids miljöpåverkan inte skall drabba framtida generationer. Å andra sidan kan inte all osäkerhet elimineras – hur stora avsättningar som än görs till fonden så finns risken att medlen inte räcker. Vilket system skall då tillämpas?

Dessa frågor utgör bakgrund till denna rapport. *Syftet* är att klargöra samhällsekonomiska effekter av säkerhet som pant och borgen jämfört med fonderade medel. Uppdraget är förutsättningslöst i så motto att det inte begränsas av nuvarande lagstiftning. I *avsnitt 2* diskuteras miljömål och finansieringsproblem relaterade till dessa mål. Systemet för finansiering av kärnavfallet jämförs med andra statliga och privata finansieringsformer. Där konstateras att varje ekonomiskt projekt som sträcker sig över tiden har ett finansieringsproblem som inkluderar kredit, risk och trovärdighet. Problemen varierar med kassaflödenas fördelning över tiden. För det typiska industriprojektet gäller att investeringar och dess kostnader mestadels kommer först, medan merparten av intäkter kommer senare. För en fond som kärnavfallsfonden kommer däremot intäkterna i form av inbetalda avgifter först, medan kostnaderna kommer i efterhand, kanske 30 år senare. Sådillvida har Kärnkrafts-avfallsfonden likheter med pensionsförsäkring. I *avsnitt 3* behandlas värdering av typiska industriprojekt. *Avsnitt 4* diskuterar obestånd, pant och borgen. I *avsnitt 5* studeras moderbolags ansvar för dotterbolags skulder. Därefter jämförs Kärnavfallsfonden med pensionsfonder i *avsnitt 6*. SKB:s beräkningar av kostnader och risker är utgångspunkten i *avsnitt 7*. Uppsatsen avslutas med *avsnitt 8* med förslag till säkerheter för att stärka industrins reella ekonomiska ansvar för kärnkraftsavfallet.

---

<sup>2</sup> Borgen för täckande av avfallskostnader under intjäningstiden, dvs. 25 års drift, förekommer dessutom. Då vi räknar med att inga kraftverk, med undantag av Barsebäck II, stängs före år 2010 kan vi bortse från denna borgen.

2 *Miljökrav*

”The Polluter Pays Principle”, PPP, är en i miljöpolitiken allmänt accepterad norm. Genom att lägga kostnaderna på den som förorenar (i detta fall kärnkraften) internaliseras en *extern effekt*. Internaliseringen ger elproducenten incitament att kalkylera med avfallskostnader och att försöka begränsa dessa, en s.k. *preventiv effekt*. Internaliseringen ger också en *marknadseffekt* genom att de ökade kostnaderna påverkar priset, vilket ger en relativ fördel för el producerad med andra metoder. Kostnaderna för avfallshanteringen läggs på kärnkraftsproduktionen, vilka i viss mån övervältras på elkonsumenterna.

Avfallshanteringen kan finansieras och internaliseras på olika sätt. En möjlighet är att belägga kärnkraftsproducerad el med en *skatt*. Det ger en preventiv effekt och en marknadseffekt. Som för andra skatter tillförs medlen statskassan, vilket förbättrar statsfinanserna i nuläget. Kostnaderna för avfallshanteringen kommer dock i framtiden när slutförvaret skall genomföras, vilket strider mot miljömålet att inte belasta framtida generationer, dvs. målet om en uthållig utveckling.

En skatt garanterar inte att avfallet hanteras på adekvat sätt. Avfallshanteringen kommer att ske långt fram i tiden och blir därmed beroende av den tidens politiker och miljöopinion. Det kan med andra ord bli ett problem att binda upp framtidens beslutsfattare. Ett sätt är att öronmärka intäkterna av miljöskatten så att de endast får användas för sitt ändamål. Men en insättning på ett statligt ”kärnavfallskonto” idag är föga bindande för framtidens politiker. En betydligt starkare rättslig bindning uppnås om skatteintäkten, eller snarare avfallshanteringsavgiften, tillförs en fristående fond med enda ändamål att finansiera hanteringen av kärnavfallet. Fonden kan i sin tur övervakas av en myndighet som kontrollerar avgifter, solvens och fondens placeringspolicy. Helt säker är dock inte fondering. Framtida regeringar och riksdagar har möjligheter att tömma fonder om det finns opinion för det.

Öronmärkning med fondering av statliga medel är relativt ovanligt i Sverige. Specialskatter förekommer i form av tullar, spritskatt och drivmedelsskatt, men medlen fonderas inte utan tillfaller staten, som i sin tur löpande förväntas vidta de åtgärder som den förda politiken kräver. Svenska staten och kommunerna baserar även långsiktig verksamhet på löpande finansiering i form av skatter, avgifter och upplåning. Det gäller också exempelvis pen-

sioner där regeln "pay as you go" står för pensioners löpande finansiering via den offentliga budgeten. "Pay as you go" tillämpas konsekvent i folkpensionen, men också i ATP-systemet som bara delvis är ett "premiereservsystem". Ett premiereservsystem karaktäriseras av att inbetalda medel fonderas och förräntas tills de tas i anspråk för sitt ändamål, t ex pensionering, skrotning av bilar eller, som i vårt fall, till finansiering av kärnavfall. ATP-fonderna och bilskrotningsfonden saknar dock direkt koppling mellan inbetalda avgifter, kapitalets avkastning och utbetald pension respektive bilskrotningspremie. Dessa system utgör alltså inte renodlade premiereservsystem.

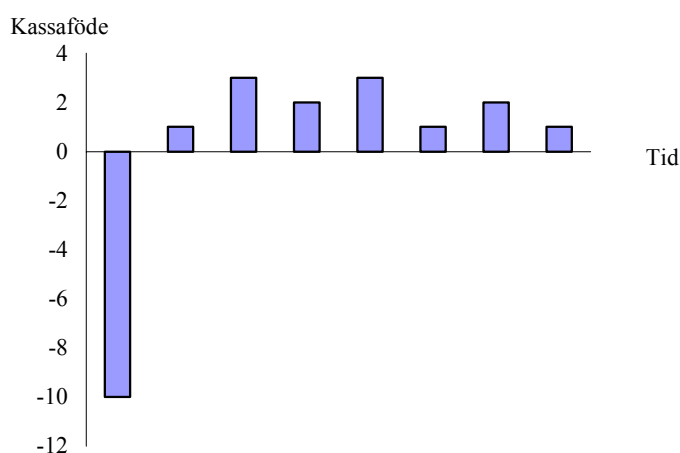
Fondering är däremot vanlig för långsiktig verksamhet inom den privata sektorn. Ett typexempel är pensionsförsäkringar där inbetalda medel fonderas och förvaltas tills utbetalning sker för ändamålet, dvs. som pension. Finansieringen av kärnavfall är också ett utpräglat premiereservsystem:

1. respektive kärnkraftsproducent betalar avgift som fonderas och förvaltas av Kärnavfallsfondens styrelse;
2. avgifterna baseras på producerad el och förväntade kostnader för avfallshanteringen i respektive kärnkraftsanläggning,
3. de fonderade medlen knyts till respektive betalande elproducent. De olika producenterna har var sin delfond inom kärnavfallsfonden. Producenterna är alltså inte kollektivt ansvariga för avfallskostnaderna;
4. medlen får endast användas för sitt ändamål;
5. eventuellt överskott i en delfond vid slutförd förvaring tilldelas producenten som finansierat den.

Kärnavfallens finansiering har alltså likheter med privat pensionsförsäkring som skall finansiera uppehållet då den inkomstbringande verksamheten avslutats. På liknande sätt skall Kärnavfallsfonden finansiera en industris framtida avfallskostnader. Finansieringen är i båda fallen mycket långsiktig och byggs upp genom fondering.

### 3 *Ett industriprojekt*

Ekonomiska projekt har varierande finansieringsproblem. Det typiska industriprojektet har initiala investeringskostnader som måste finansieras innan intäkter realiserar. Det gäller också kärnkraftverk som intresserar oss här.

**Figur 1: Kassaflöde från ett projekt**

I figur 1 presenteras ett synnerligen förenklat kassaflöde av ett industriprojekt. Förenklingarna består i antagandena att:

1. investeringar kommer helt i period 1,
2. projektets livslängd är  $T$  (8) perioder,
3. inkomster strömmar in under perioderna 2- $T$ ,
4. diskonteringsfaktorn är noll,
5. alla storheter är kända, dvs. att projektet är riskfritt.

Figur 1 illustrerar en parts (projektets eller företagets ägares) intäkter och kostnader. Om intäkterna överstiger kostnaderna går projektet med vinst. Ett viktigt implicit antagande är att äganderätterna är bestämda och upprätthållna av rättsordningen. Parterna i projektet vet vad som tillkommer dem.

Nedan antar vi genomgående att företagen i kärnkraftsindustrin är publika vinstmaximerande aktiebolag. I realiteten har vi en blandning av privata och statliga bolag.<sup>3</sup>

En första komplikation uppkommer om vi antar att ägaren till projektet inte kan eller avser att helt finansiera projektet själv. I så fall krävs lån, vilket innebär ränta. Räntan är en kostnad som påverkar marknadsvärdet för hela projektet. Värdet bestäms av att investerare på marknaden är villiga att betala nuvärdet, netto

<sup>3</sup> Det bortses ifrån att staten har dubbla roller som lagstiftare, ansvarstagare och ägare.

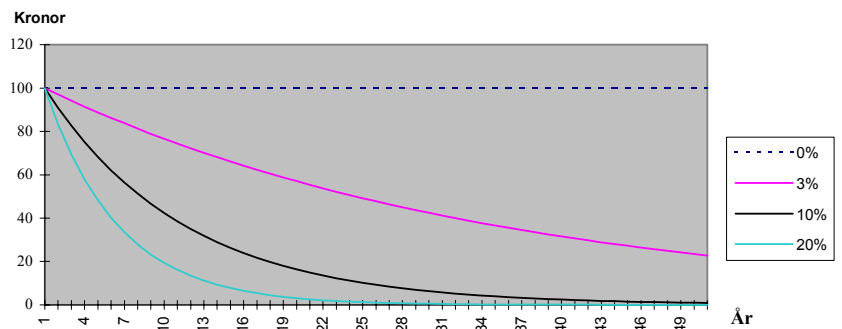
(NPV) för projektet, eftersom det är vad de kan få vid alternativ säker placering av sina tillgångar, t ex på ett bankkonto eller genom köp av statsobligationer.

Nuvärdet kalkyleras som:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{(B_t - C_t)}{(1+i)^t}, \quad (1)$$

där  $B_t$  är intäkten vid tid,  $t$ , och  $C_t$  är kostnaden vid tid,  $t$ .  $i$  är diskonteringsfaktor eller räntesats. Projektets livslängd (produktion och försäljning av el) är  $T$  med  $t = 0, 1, \dots, T$ . Tid 0 representerar startpunkten av projektet. Under sin livstid kommer företaget att generera en ström av intäkter och kostnader. Summan av NPV av dessa kostnader och intäkter utgör NPV av hela projektet.

Figur 2. NPV av 100 kr kalkylerad för olika räntesatser och år



Figur 2 visar NPV av 100 kr som intjänas (betalas) någon gång i framtiden (t.o.m. 50 år framåt) vid olika räntesatser. Den raka linjen överst visar extremen med ränta lika med noll, vilket innebär att värdet av den framtida inkomsten eller kostnaden är densamma som en inkomst av samma storlek idag. Mer realistisk real ränta för en säker inkomst som en statsobligation ligger någonstans mellan 2–4 procent (bortsett från inflation).

Är projektet riskfyllt, som alla industriprojekt är, så måste hänsyn tas härtill. Räntesatsen kan indelas i en riskfri del,  $i_f$ , och i en riskpremie. Riskpremien kan i sin tur indelas i en rörelserisk,  $i_r$ ,

vilken utgör marknadens kompensationskrav för den varians i resultatet som kan förväntas till följd av verksamheten inklusive risk i finansiella placeringar, samt i en politisk risk,  $i_p$ , som utgör kompensationskrav på grund av osäkerhet till följd av politiska beslut av olika slag. Dessa tillägg ger nuvärdet:

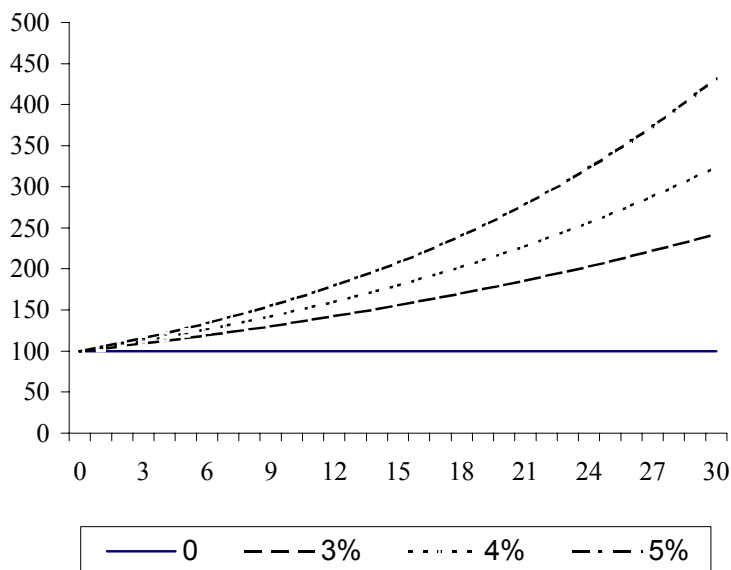
$$NPV = \sum \frac{(B_t - C_t)}{(1 + i_f + i_r + i_p)^t} \quad (2)$$

Formel (2) visar betydelsen av risk. Notera att  $(1 + i_f + i_r + i_p)$  växer exponentiellt med  $t$ , dvs. att rörelse- och politiska risker avsevärt påverkar värdet av projektet.

Från *Figur 2* kan vi dra vissa intressanta slutsatser. För det första är påverkan på NPV av kostnader och intäkter långt fram i tiden starkt reducerad, även vid låga räntesatser. En inkomst på 100 om 50 år har ett nuvärde på ca 20 med en diskonteringsfaktor på 3 procent, medan värdet är försumbart vid en ränta på 10 procent. Intäkter och kostnader som uppkommer om 25 år är för industriprojekt med höga räntesatser av liten betydelse idag.

Kärnkraftsindustrin karaktäriseras av avsevärd rörelserisk och politisk risk. Beslut om avveckling, ersättning och avgifter är i stor utsträckning politiskt bestämda. Politiska beslut med stor betydelse för lönsamheten kan uppkomma relativt hastigt och oväntat. Dessa risker bidrar sammantaget till relativt höga krav på avkastning, kanske 15 %, vilket i sin tur medför ett begränsat nuvärde av projektet ifråga. Dessa förhållanden motiverar avskrivningen av kärnkraftsverken under en tidsperiod på 25 till 30 år även om den fysiska livslängden är betydligt längre.

Marknadens värdering av företaget har också betydelse för avfallshanteringen. Om kostnaden uppkommer om 30–40 år tilldelas den liten (om någon) ekonomisk betydelse i dag. För att undvika denna effekt av diskontering kan kostnader för framtida avfallshandling periodiseras så att de blir en realitet i företaget i takt med att avfallet genereras. Det uppnås med en avfallsavgift. Värdet i framtiden av en avgift idag växer exponentiellt så som illustreras i *Figur 3*. En liten avgift idag motsvarar alltså stora belopp i framtiden, även om ränta är relativt låg. Små avgifter på en stor avgiftsbas med god förräntning under lång tid är förklaringar till avfallsfondens storlek



#### 4 Pant och borgen

Som man kan se av *Formel 2* så är företagens värde lika med noll den dag projektet slutar generera intäkter. Skall ett kärnkraftsverk avvecklas eller om det går i konkurs upphör den förväntade inkomstströmmen medan avfallskostnader kvarstår. Aktieägarna förlorar i så fall sitt insatta kapital, men inte mer.

Den viktigaste samhällsekonomiska fördelen med att aktieägarna inte utsätts för risken att förlora mer än det i företaget insatta kapitalet är att det möjliggör handel med anonyma andelar, vilket i sin tur är en förutsättning för effektiva marknader för värdepapper. Å andra sidan ökar risken att parter utanför företaget gör förluster vid konkurs. Den kvarvarande skulden kan t ex vara ofinansierat kärnavfall, vilket vid en nedläggning måste bäras av det allmänna, dvs. staten.

Frågan om ofinansierat kärnavfall blev aktuell 1981 i samband med beslutet att avveckla kärnkraften till år 2010. Lagstiftaren insåg att kärnkraftsföretagen skulle bli värdelösa och skuldsatta. Kvarvarande avfall måste därför finansieras under tiden före avvecklingen om inte staten skulle belastas. Extern avgiftsfinansiering infördes som nämnts ovan. Prop.1995/96:83 kompletterade med be-

stämmelser om att reaktorinnehavarna också skulle tillhandahålla säkerheter som pant eller borgen i den händelse fonderade medel inte skulle räcka.

Interna avsättningar för framtida avfallskostnader i företagens bokföring ansågs inte räcka. En anledning var att statens fordran för avfallskostnader kunde få en svag ställning vid nedläggning. Vid obestånd tillämpas en prioriteringsordning där löner och skatter kommer först. Ofta är det många intressenter, men små tillgångar, när ett företag går konkurs. Kraven på medel till slutförvar, utöver det som är fonderat i en fristående kärnavfallsfond, får låg prioritet och kan sannolikt inte tillgodoses.

För att säkerställa krav utöver vad som kan väntas som oprioriterad fordran i en konkurs kan fordringsägare begära panträtt i fastighet. Genom pantsättning avskiljs en fastighet, helt eller delvis, från andra fordringsägares krav. Fastigheter betraktas i regel som värdebeständiga varför fordran med panträtt ofta uppfattas som säker. Det innebär dock inte med nödvändighet att panträtt i fastighet är säker. Om fastigheten är bebyggd med industrianläggningar som kärnkraftsverk eller kraftledning utan alternativ användning så kan värdet av säkerheten vara låg. Det förklarar varför kärnkraftsanläggning inte godkänns som pant.

Krävs pant som säkerhet för täckning av framtida eventuella kostnader för avfallshantering, samtidigt som industrifastigheter inte kan pantsättas, så måste in-teckningsbara objekt tas i anspråk, om sådana finns eller kan anskaffas. Frånvaro av lämpliga objekt försämrar elproducentens kreditvärdighet och expensionsmöjligheter. Olägenheten av pant drabbar företagen omgående och beaktas fram till planeringshorisonten som kanske är 10–15 år. Avfallskostnader uppenbarar sig än längre bort i tiden och är mycket osäkra varför de normalt inte är med i den företags-ekonomiska kalkylen. Det kan förklara varför kärnkraftsindustrin motsatt sig pant i anslutning till kärnavfall.<sup>4</sup>

Vid borgen påtar sig en extern part företagets skulder i händelse av insolvens. För att borgen skall vara företagsekonomiskt motiverad skall borgensmannen ha komparativ fördel av att bära risken, dvs. att denne måste vara kreditvärdig och dessutom ha möjlighet att kontrollera gäldenären. För att någon frivilligt skall ta på sig ett sådant ansvar fordras ersättning. En bank, som har god kontroll och kunskap om sina kunder, kan mot ersättning ställa

---

<sup>4</sup> Yttrande, Riksgäldskontoret 98-09-30, Dnr 7/2223 med bilagor.



upp för dessa och utfärda bankgaranti för det fall kreditorer kommer i betalningssvårigheter. Bankgaranti, i likhet med exempelvis exportgaranti, kreditförsäkring och insolvensförsäkring, gäller normalt delar av ett företags verksamhet (t ex internationell handel eller pensionsförpliktelser). Tillsammans kan de säkerställa en avsevärd del av de totala betalningarna och därmed minska risken för andra intressenter i det belånade projektet.

Egendoms- och ansvarsförsäkring fyller en liknande funktion. Normalt antas försäkringstagare ha riskaversion, men även om företagets intressenter är riskneutrala finns det anledning att försäkra fastigheter, transporter och ansvar. Härigenom lyfter företaget ut risker som det inte är expert på. Det enskilda företaget har inte kunskap om exempelvis bränder, vilket försäkringsgivaren hanterar professionellt och kan prissätta med hjälp av de stora talens lag och aktuarisk information. Det förklarar t ex varför långivare kräver försäkring -- om en byggnad skulle brinna ner så är panten värdelös och företaget kanske på obestånd. På liknande sätt förhåller det sig med ansvarsförsäkring. Inom kärnkraftsindustrin är det t ex uppenbart att försäkring måste till för att undvika obestånd vid kärnkraftsolycka. Genom försäkring upprätthålls också kreditvärdigheten. Kärnkraftsanläggningarna är försäkrade och ansvarsförsäkringar tas i den mån det är möjligt på de internationella marknaderna.

Ett problem med borgen i anslutning till kärnavfall är att borgen aktualiseras först mycket långt fram i tiden. Under tiden sker förändringar som måste omförhandlas. Därtill kommer att borgen eventuellt tas i anspråk i nära anslutning till nedläggning av kärnkraftsproduktionen. Om vi utgår ifrån att nedläggning kommer att ske inom de närmsta 20–30 åren så kommer reaktorerna att bli värdelösa före slutförvaret. Borgensmän som går i god för avfallskostnader får med stor sannolikhet betala. Hur skall en sådan tjänst finansieras? Borgen är en sorts insolvensförsäkring men sådana ges inte för längre tid än några år och kräver normalt att konkursrisken är förhållandevis relativt liten.

## 5 *Moderbolags ansvar*

Hittills har vi tagit för givet att kärnkraftsföretag producerar el, betalar avgifter och ansvarar för avfallshanteringen. Så är också "Lagen om kärnteknisk verksamhet" (1984:3) och "Finansierings-

lagen” (1992:1537) tänkt. Nu är emellertid reaktorbolagen ofta dotterbolag i internationella koncerner, vilket komplicerar ansvarsfrågan.

En förenklad koncernstruktur, som är tillräckligt komplex för våra syften, är att en internationell koncern har moderbolaget M med dotterbolagen  $L_1, L_2, L_3 \dots$  i olika länder. Dessa dotterbolag är i sin tur mödrar till produktionsbolag  $P_{11}, P_{12}, P_{13} \dots$  i respektive land där första siffran i index står för land och andra siffran för produktionsbolag i respektive land. Ett exempel är produktionsbolaget Barsebäck Kraft som ägs av Sydkraft, som i sin tur ägs till 55 procent av den internationella koncernen E.On.<sup>5</sup>

Aktiebolagslagen i Sverige och i många andra länder betraktar dotterbolag som helt självständiga företag. Varje bolag i en koncern svarar för sina egna förpliktelser och skulder. Juridiskt finns ingen gemensam koncernförmögenhet, även om det i praktiken naturligtvis är så att bolagens verksamhet och finanser är integrerade. Ofta är dotterbolagen underordnade moderbolagen. Dotterbolagen är dessutom ofta svagt finansierade och därmed beroende av moderbolagets ekonomiska ledning och välvilja.

En anledning till att lagstiftningen håller fast vid principen om aktiebolag (inklusive dotterbolag) som självständiga juridiska personer -- med ägare som enbart ansvarar med eget insatt kapital -- bottnar i det begränsade ansvarets stora betydelse för den industriella utvecklingen. Begränsningen i ansvaret, tillsammans med självständighetsdoktrinen underlättar som ovan nämnts handel på finansiella marknader och har därmed en viktig roll för finansieringen av riskkapital.

Det är också svårt att dra gränser i praktiken: När är ett dotterbolag tillräckligt självständigt, och när är ägarandelen tillräckligt stor för att tillräckligt beroende skall föreligga för ansvar (så kallat ansvarsgenombrott) för moderbolag? I korsägda koncerner blir ansvarsfrågan synnerligen komplex. Var sker besluten och den övergripande planeringen av verksamheten? Var finns de ekonomiska resurserna som kan klara stora åtaganden i form av exempelvis avfallskostnader?

Det finns olika skäl till att ett företag organiseras som koncern. Det kan vara funktionellt att vara indelade i produktionsbolag och länderbolag med en internationell övergripande koncern som överhuvud. Ett annat skäl för formellt självständiga dotterbolag (i

---

<sup>5</sup> 45 procent av Sydkrafts aktier ägs av norska Statkraft.

stället för divisioner i ett och samma bolag) i olika länder är att det ökar möjligheten att redovisa vinst i valfritt land.

Koncernbildning har också den företagsekonomiska fördelen att det kan begränsa det ekonomiska ansvaret. Dotterbolag, t ex en reaktor av kategori P ovan, med (avsiktligt eller ej) svag solvens, ger liten maximal förlust för koncernen, eftersom det ekonomiska ansvaret begränsas till Ps tillgångar. Är P i stället en division i ett storföretag så kommer detta att ansvara för skulder i samtliga företagets divisioner. En organisation med enskilda divisioner förorsakar alltså risk att bäras inom hela företaget.

Finansiella aktörer, som staten i anslutning till avfallshantering, är följaktligen beroende av om det är en division eller ett dotterbolag som i första hand är ekonomiskt ansvarig. För att gardera sig mot förluster i insolventa dotterbolag kan fordringsägare ställa särskilda krav vid handel med sådana bolag. Koncernen å sin sida kan kompensera för det enligt lagen obefintliga ansvaret för dotterbolagen genom att erbjuda borgen av finansiellt starka dotterbolag eller av modern själv. Det är vanligt att moderbolag på detta sätt kompenserar för koncernens bristande rättsliga ansvar.

Borgen som diskuteras i *avsnittet 4* gäller *externa* parter som banker och försäkringsbolag, vilka på företagsekonomiska grunder tar risk. Den borgen som finns för att säkerställa avfallsfinansieringen är dels påtvingad och en konsekvens av koncernstrukturen – om moderbolagen varit fullt ansvariga för dotterbolagens skulder hade borgen för kärnavfallsansvaret inte varit lika aktuell.

Problemet med finansiellt oklara ansvarsförhållanden i koncern-dotterbolag skulle kunna åtgärdas genom att lagstiftaren förklarar moderbolag ansvariga för dotterbolags skulder. Det kan synas rimligt att moderbolagen inte skall kunna gå fria från ansvar genom att bilda dotterbolag med otillräcklig soliditet. Å andra sidan är det viktigt att självständiga bolag också behandlas som sådana, oberoende av vem som äger dem.

Det finns legala möjligheter också i svensk rätt att åberopa ”ansvarsgenombrott”. Framgång förutsätter att vissa villkor om dotterbolagets finansiering, ägandeförhållanden och självständighet i verksamheten är uppfyllda. Men hittills har reglerna endast tillämpas undantagsvis. Problemet att skilja mellan självständiga och osjälvständiga företag kvarstår. Dessutom är det kostsamt att driva processer i länder med olika juridiska system. Frågan om moderbolags ansvar för dotterbolagens skulder har varit livligt diskuterad i den internationella juridiska debatten. Ansvarsgenom-

brott är mer tillämpat i USA än i Europa och studeras på EU-nivå. Allmänt införande av moderbolags ansvar saknar för närvarande aktualitet<sup>6</sup>. Vi kan därför bortse från lagstiftning om ansvarsgenombrott i diskussionen nedan.<sup>7</sup> Däremot skall vi diskutera en lösning där staten kräver att moderbolagen ansvarar för reaktorföretagen som för egen skuld, detta som villkor för licens att producera el i Sverige.

## 6 Pensioner -- en jämförelse

Som nämnts inledningsvis har kärnavfallssystemets finansiering påtagliga likheter med pensionsförsäkring. Betalningsströmmen i ett pensionsprojekt är omvänt det som gäller för industriprojekt. Inbetalningarna kommer före utbetalningarna. Risk och finansieringsbilden skiljer sig också från industriprojektet. Industriprojektets kostnader är förhållandevis klara vid projektstarten. Vid pension och kärnavfall uppkommer finansieringsbehovet långt in i framtiden, kanske efter 30–40 år. Osäkerheten är mycket stor, dessutom är nuvärdet av kostnader och intäkter i en så avlägsen framtid mycket lågt.

Problemet för den framtida pensionären är att inkomsterna minskar och försörjningen blir osäker den dag yrkeslivet upphör. Idealiskt för försäkringstagaren vore om försäkringsgivaren bistod med en ersättning tillräcklig för de behov som uppkommer när pensioneringen är ett faktum. Osäkerheten om tillräcklig försörjning på ålderdomen vore därmed borta. Sådana behovsbaserade privata försäkringar förekommer dock knappast och det av uppenbara skäl. "Behov" är ett alltför tänjbart begrepp och kan innebära i stort vilka krav på ersättning som helst.

*Moral hazard* är ett uppenbart problem, dvs. att behoven och kravet på ersättning ökar till följd av försäkring. Det kan ske genom t ex att en domstol i försäkringsfrågor dömer alltmer välvilligt till fördel för försäkringstagare. För att undgå sådana problem utgår ersättning med i förväg bestämda belopp relaterade till gjorda premieinbetalningar. Ersättning baseras på inbetalda premier, på förväntad avkastning och på det av försäkringsbolaget förvaltade kapitalet, minus administrativa kostnader. Det an-

<sup>6</sup> Se Moberg, K. *Moderbolags ansvar för dotterbolagens skulder*. Nerenius och Santérus förlag 1998.

<sup>7</sup> Det utesluter naturligtvis inte att det kan uppkomma rättstvister om moderbolagens ansvar för dotterbolags avfallskostnader.

kommer på försäkringstagaren att välja premium och därmed ersättningsnivå.

Problemet med tånjbara behov och moral hazard är också stort i avfallsförsäkringen. Behovet av säker lagring undandrar sig i praktiken ekonomiska kalkyler då de gäller risker för kommande generationer mycket långt fram i tiden. Förvaringen bestäms politiskt medan kostnaderna täcks med medel från fonden. En sådan asymmetri kan leda till konkurs, vilket förklarar varför utbetalningarna i stället är relaterade till gjorda inbetalningar och avkastning på kapitalet.

Ett problem för den blivande pensionären är att den återstående livslängden är okänd. Individen kanske är död innan pensionsåldern, eller kanske denne lever under oväntat lång tid. Den försäkrade kan också bli arbetsoförmögen med krav på tidig pensionering. Denna osäkerhet kan emellertid hanteras med hjälp av de stora talens lag och med försäkringsmatematik. Genom beräkning av förväntad livslängd kan premierna sättas med stor säkerhet. Utnyttjandet av befolkningsstatistik är en uppenbar fördel med pensionsavtal. Motsvarande fördel föreligger inte beträffande avfallsförsäkringen. Ett skäl till att avfallet inte redan har slutförvarats är bristen på kunskap om hur det lämpligen skall gå till. Ingen historisk information finns tillgänglig.

Eftersom medlen förvaltas under lång tid i pensionsförsäkring är osäkerheten om avkastningen stor. Variationer i räntor, utvecklingen på aktiemarknaden plus inflation påverkar avkastningen. Det är en anledning till att försäkringsbolagen inte vill (eller tillåts) bära dessa finansiella risker. Istället ligger det på försäkringstagarna. Det sker genom att försäkringsbolagen organiseras som ömsesidiga bolag. Avtalet kan, som i Sverige bestå av en garanterad minsta avkastning på kapitalet och en återbäring. Försäkringstagarna i avfallsfonden äger på liknande sätt rätt i överskottet.

Pensionsförsäkringen innefattar också sparande, men det kan ersättas med jämbördigt eget sparande (bortsett från skatteeffekter). Eget sparande i räntebärande tillgångar, i aktier eller genom försäkring skapar en förmögenhet som i pensionsfonder. Risker av oväntade utgifter som pensionär och finansiella risker ligger på den som sparar eller försäkras sig.

En ytterligare metod att skydda sig inför pensionering och ålderdom är *hedging*, dvs. sparande i tillgångar som man behöver under ålderdomen, oberoende av det pris som gäller på marknaden. Typexemplet är investering i en bostad på den ort man vill bo som

pensionär. Oberoende av om fastighetspriserna går upp eller ner har man sitt boende tryggt. På kärnavfallsområdet kan man på liknande sätt investera i byggnader, berggrum mm som man vet kommer att behövas i framtiden. Nu är emellertid lokalisering och mycket annat fortfarande obestämt, vilket minskar utrymmet för hedging vad gäller avfall.

En för oss intressant fråga är om eget sparande och pensionsförsäkring kan kompletteras med exempelvis garantier inför ålderdomen som vid finansiering av industriprojekt. Besparing kan naturligtvis avvecklas och fastigheter kan i samband därmed pantsättas och belånas. Men förutsättningen för frivillig borgen är som för industriföretaget en framtida inkomstström, vilket inte finns för pensionären eller vid avveckling av kärnkraftsverk. Den enda privat möjligheten för pensionären förefaller vara barn och andra närstående som kan ställa upp finansiellt.

Problemen för den obemedlade pensionären leder oss till frågan om offentlig pension som alternativ till privat. Staten kan genom sin storlek och skattemakt omfördela inkomster från den yrkesverksamma befolkningen till den åldrande befolkningen så som sker genom folkpensionering och ATP. Folkpensionen finansieras löpande utan fondering, vilket är möjligt i en stationär eller växande ekonomi, förutsatt att varje generation är villig att betala för sina gamla. ATP är delvis baseras på fondering, men det är inget renodlat premiereservsystem. Ytterst beror ersättningen också i detta fall på nationens kapacitet att klara omfördelningen, vilket kan bli problematiskt i en ekonomi med en allt äldre befolkning. Oron för att de offentliga försäkringarna skall bli otillräckliga motiverar privata pensioner som komplement.

## 7 *Kostnader och risker*

Det åligger reaktorinnehavarna enligt finansieringslagen att beräkna kostnaderna för den framtida avfallshanteringen. Avgiftsunderlaget tas fram av Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB. SKB ägs gemensamt av de svenska kärnkraftsbolagen. Beräkningarna kontrolleras av Statens Kärnkraftsinspektion, SKI. Avgiftsunderlaget innefattar förväntade kostnader för rivning, transporter, förvaring, m.m. Beräkningarna bygger på ett referensscenario där reaktor-anläggningarna förväntas vara i bruk i 40 år. Avgiftsunderlaget, som inkluderar radioaktivt avfall också utanför Finansieringslagens

reglering, är år 2003 beräknat till ca 50 mdr kr. Dessutom beräknas ett tilläggsbelopp för oförutsedda kostnader. Tilläggsbeloppet är beräknat till 9 mdr kr vid 90 % konfidensgrad, dvs. att totala kostnaderna med 90 % säkerhet inte överstiger 59 mdr kr. Antas säkerhetsnivån 80 % sannolikhet så blir tilläggsbeloppet 5,5 mdr kr.

Kärnavfallsfondens fondkapital var år 2003 ca 30 mdr kr. Genom avgifter och avkastning väntas fonden växa till 50 mdr kr. Medel från fonden tas dock i anspråk efterhand, varför fondens befintliga kapital kommer att understiga 50 mdr kr. Kärnavfallshanteringen förefaller alltså finansierad, men osäkerheten är stor. Som framgår av *Figur 3* varierar inkomsterna till fonden starkt vid olika avkastningsnivåer. Fonden är naturligtvis också beroende av att avgifterna kommer in regelbundet. Inflation ökar de nominella förväntade avfallskostnaderna. Tills vidare finns det möjligheter för regeringen att efter hand korrigera avgifterna så att fondkapitalet överensstämmer med den förväntade avfallskostnaden. En restriktiv portföljpolicy med placering i statspapper indikerar en relativt säker förmögenhetsutveckling. Nedan utgås det att fonden efter hand fortsätter att bygga upp en förmögenhet tillräckligt stor för att täcka den totala förväntade avfallskostnaden, dvs. 50 mdr kr i reala termer.

Beräkningen av avgiftsunderlaget bygger på ett förväntat typfall. Typfallet baseras i sin tur på tekniska förhållanden och på politiskt angivna förutsättningar om mellanlagring och slutförvar. Avvikelser från typfallets antagna (medel) värden genereras slumpmässigt och inkluderar på så vis en mängd hypotetiska utfall.<sup>8</sup> Olika förvaringsalternativ, tid före slutförvar och kostnader beaktas. Från dessa data beräknas en frekvensfunktion för avfallskostnaderna i vilken konfidensintervall anges.

Beräkningarna är omfattande. De fyller krav som kan ställas på skattningar av ytterst osäkra förhållanden långt fram i tiden. Inte desto mindre innebär metoden en förenkling och prognosen är mycket osäker. Den missar bland annat om något helt förbisett inträffar. Riskerna finns att referensfallet inte alls blir aktuellt. Ingen kan idag vara säker på vilka krav på säkerhet och val av metoder för slutförvar som råder om 30 år eller mer. Kostnaderna kan t ex på grund av politiska beslut och nya krav flerdubblas. Å andra sidan kan det vara befogat att skjuta på slutförvaret. Verkställs slutför-

---

<sup>8</sup> Då de olika händelserna antas vara okorrelerade tenderar spridningen att minska -- den ena avvikelsen motverkar de andra. Om korrelerade händelser är för handen, vilket inte kan uteslutas, så blir spridningen en annan än den redovisade.

varet så kostar det för industrin som måste ta kärnavfallsfonden i anspråk och för staten som måste lösa in fondens obligationer, samtidigt som slutförvar knappast ökar säkerheten (om mellanlagringen också fortsättningsvis framstår som säker de kommande decennierna). Under tiden avklingar radioaktiviteten i mellanlagret. Framtiden kan också ge nya möjligheter till slutförvar, vilket talar för uppskjutning av slutförvaret.

En felkälla kan komma ur det faktum att kärnkraftsindustrin, genom SKB, beräknar de avgifter som industrin skall betala. Beräkningarna kontrolleras visserligen av SKI innan regeringen fattar beslut om avgifter och borgen, men kalkylen kräver mer eller mindre godtagliga antaganden som är svåra att bedöma. En snedvridning till fördel för industrin kan bli fallet, dvs. att kostnaderna för avfallshanteringen underskattas. Å andra sidan kan SKB för egen del ha ett intresse av expansion, vilket kan tänkas medföra en överskattning. Därmed inte sagt att det skulle röra sig om en medveten förvanskning i någon riktning. Enbart en optimistisk eller pessimistisk inställning till kärnkraft kan påverka den stora mängden mer eller mindre kvalificerade uppskattningar som måste göras.

Reaktorföretagen är formellt obegränsat ansvariga för avfallshandling och slutförvar, men om avfallskostnaderna inte kan täckas så blir ansvaret *de facto* begränsat. Vem bär då kostnaderna i dagens system? Om de totala kostnaderna understiger 50 mdr kr täcks de av Kärnavfallsfonden. Fonden kan därmed fullfölja sin finansieringsuppgift. Fonden avvecklas och andelar i överskottet fördelas till företagen. I det fall den totala kostnaden blir mer än 50 mdr kr töms fonden och en restskuld uppkommer. En möjlighet är att skuldernas täcks med reaktorföretagens egna kapital och borgensåtaganden från moderbolagen så att avfallet blir finansierat. I ett sista kritiskt fall räcker inte fonden, reaktorföretagens kapital plus borgen från moderbolagen, varför "Polluter Pays Principle" inte kan tillämpas fullt ut.

En situation där skadevällaren inte kan betala slutförvaret kan uppkomma av många skäl; kostnaderna för slutförvaret blir större än väntat, fonderna blir otillräckliga, ansvariga reaktorföretags egna resurser är otillräckliga och/eller borgen från moderbolagen saknas eller är otillräckliga. Nuvärdet kan väntas vara lågt för företag som snart skall läggas ner. Det gäller speciellt reaktorföretag vars tillgångar i väsentlig mån saknar alternativ användning. Därtill kommer att moderbolagen kan hålla reaktorföretagens egna kapital på en låg nivå. Något ansvarsgenombrott för moderbolaget är inte



att vänta i en internationell rättslig process. Sammanfattningsvis gäller alltså att vid en total avfallskostnad på mer än 54 mdr kr (fond plus borgen, reaktorföretagets kapital oräknat) får staten om 20–50 år på ett eller annat sätt ta sig an kvarvarande, ofinansierat avfall.

Det är en avlägsen framtid från ett företagsekonomiskt och ett politiskt perspektiv. Mycket kommer att hända. Framtida politiker kommer att ha avfall att hantera och en fond att disponera från vår tid. Hur avfallsfrågan löses har vi inte mycket kontroll över. Vi kan bara hoppas att de framtida regeringar som tar de slutliga besluten om slutförvaret följer vår tids ambitioner på miljöområdet.

#### 8 *Åtgärder för att stärka industrins ansvar för kärnavfallet.*

Det finns en risk att avfallskostnaderna kommer att överstiga reaktorföretagens egna kapital, tillgångarna i Kärnkraftsfonden samt nuvarande borgen utställda av moderbolagen. Det leder till frågan hur kärnkraftsindustrins reella ekonomiska ansvar skulle kunna stärkas.

Ett sätt är att införa strängare soliditetskrav i reaktorföretag som innehar ännu inte slutbehandlat eller finansierat kärnavfall. Det kan vara rimligt med tanke på den stora slutförvarskostnad dessa företag kan få. Ökad soliditet i reaktorföretagen kan uppnås genom omstrukturering av ägandet inom koncernen eller genom nyemission av aktier i reaktorföretagen. Emissionens kapitaltillskott fungerar i så fall som en säkerhet. Så länge reaktordriften fortgår med ett positivt nuvärde ger de emitterade aktierna en avkastning och behöver inte tas i anspråk. Kommer företaget på obestånd så förlorar samtliga aktier i bolaget sitt värde, inklusive det kapital som erhållits genom nyemissionen. En fördel med ökat reaktoransvar är att ansvar kan utkrävas inom landet. En nackdel är dock att reaktordriften skall läggas ner före slutförvaret. Företaget saknar då framtida intäkter och kanske också värdefulla tillgångar – avfall är vad som återstår och vem investerar i sådana företag?

Kravet på moderbolagen kan utökas genom krav på större borgen, upp till att omfatta fullt koncernansvar för dotterbolag med kärnavfallsförpliktelser. I så fall tvingas moderbolagen att påta sig reaktorföretagens hela kärnavfallskostnad. I gengäld behålls rätten att driva kärnkraftsproduktion i Sverige.

En sådan reform skulle medföra ett avsevärt större ansvar och risk för koncernen än med nuvarande -- i sammanhanget -- små borgensförbindelser. Hur skulle koncernledningarna hantera det? En möjlighet är naturligtvis att sluta driften. En annan kan vara fullt ansvar, men att företagen skiljer ut lönsamma grenar som gas och vattenkraft och bilda en särskild koncern som innehåller enbart kärnkraft och avfall. En sådan kärnkraftskoncern kommer att värderas lågt och har inte mycket att komma med som borgensman gentemot reaktorföretagen. Situationen har likheter med dagens lågt finansierade nationella reaktorföretag. Exemplet visar att företagsombildningar på internationell nivå ständigt måste bevakas av svenska staten för att trygga de nationella intressena.

Vi har diskuterat möjligheten att skydda statens fordran genom panträtt i fastighet. Ett problem med pant är att kraftföretagen förmodligen inte innehar obelånade fastigheter i tillräcklig mängd och att det kostar att investera i nya fastigheter. Pant binder också resurserna under lång tid. Det senare är av speciell betydelse för företag som vill expandera och därför är aktiva på finansmarknaden.

En ytterligare väg att gå för att öka kärnkraftsindustrins reella ansvar är att öka avgifterna till Kärnavfallsfonden. Avgiften har pantens fördelar men inte dess nackdelar. Avgiften till fonden är ett avsatt belopp som i likhet med inbetalda pensionspremier inte får användas för annat än till sitt ändamål. Fondens styrelse garanterar att inbetalningar, plus avkastning, finns tillhands den dag slutförvaringen skall ske. Avgifter som betalas in efter hand blir en kostnad i den löpande bokföringen och belastar inte kreditvärdigheten. Insolvens i reaktorföretag eller moderbolag är inget avgörande problem eftersom fondmedlen är separerade från bolagen. Förvaltning och tilldelning av fondmedel sker inom landet och är således oberoende av utländsk juridik. Fondmedlen påverkas heller inte av omstruktureringar i branschen. En fördel med avgifter utöver referensfallets förväntade värde är att fonden sannolikt går med överskott, vilket kommer industrin till godo. Avgifter styrker med andra ord kärnkraftsindustrins kreditvärdighet.

Mycket talar alltså för större uttag av avgifter om industrins reella ansvar skall utökas. Borgen eller påtvingat koncernansvar innebär problem. En försvårande omständighet är att kärnkraften skall läggas ner varför garantier genom borgen inom industrin kan bli värdelösa. Panträtt är som säkerhet underlägsen avsättningar till en extern fond som Kärnavfallsfonden.

Enligt nuvarande politik skall industrin betala avfallets kostnader som beräknas till 50 mdr, vilket täcks av Kärnkraftsfonden enligt referensfallet. Dessutom skall industrin ta ansvar för ytterligare oförutsedda kostnaderna motsvarande ett tillägg på 9 mdr kr. Nuvarande (2003) tilläggsbelopp är dock i form av borgen och begränsat till 3,3 mdr kr. En åtgärd konsistent med den deklarerade politiken kan därför vara att slopa borgen och höja avgifterna så att också hela tilläggsbeloppet, dvs. ytterligare ca 9 mdr kr, täcks av Kärnavfallsfonden.